



DIGITALIZACIÓN Y EMPLEABILIDAD EN COSTA RICA:

Necesidades de formación y educación
en sectores de dispositivos médicos y TIC



Instituto Nacional de Aprendizaje

Juan Alfaro López, Presidente Ejecutivo

Erick Sandoval Corrales, Asesor Presidencia Ejecutiva

Hilda Ugarte Medina, Asesora Curricular

Fernando José Sánchez Matarrita, Asesor Gestión Regional

Alianza Empresarial para el Desarrollo

Olga Sauma Uribe, Directora Ejecutiva

Ethel Maldonado, Directora Dimensión Económica

Marcela Rivera, Coordinadora de Incidencia

Cámara de Industrias de Costa Rica

Enrique Egloff Gerli, Presidente Ejecutivo

Carlos Montenegro Godínez, Director Ejecutivo

Ariana Tristan, Directora de Innovación e Internalización

José Salas Carrillo, Asesor de Talento Humano

Laura Zamora Barquero, Encargada de la Ventanilla Única

Fundación Konrad Adenauer

Evelyn Gaiser, Representante Legal

Cindy Solís Rodríguez, Coordinadora de Proyectos (enero 2023)

Leidy Jackson Nuñez, Coordinadora de Proyectos

Consultora

Carla Rojas Benavides

Equipo de investigación

Juan Carlos Obando, Economista, Analista de Datos

Karina Aguilar, Asistente de Investigación

Diseño y diagramación:

Jeffrey Muñoz

Tabla de contenido

Presentación	7
Capítulo I. Proyecto de investigación	11
1.1 Justificación	11
1.2 Problema de investigación	12
1.3 Marco teórico-conceptual	14
1.3.1 Brechas de competencias	14
1.3.2 Análisis sectorial de competencias	15
1.3.3 Priorización o selección de industrias para la identificación de brechas de competencias	16
1.3.4 Prospección de necesidades formativas	17
1.3.5 Motores de cambio en el contexto del COVID	19
1.4 Diseño metodológico	30
Capítulo II. Caracterización del contexto y selección de sectores	33
2.1 Principales indicadores del mercado laboral costarricense: contexto COVID.	34
2.1.1 Fuerza de trabajo y tasa neta de participación	34
2.1.2 Perfil de la población ocupada: sexo, edad, nivel educativo, nivel de calificación, por sector productivo	36
2.1.3 Perfil de la población desocupada	41
2.2 Dinamismo económico y apuestas estratégicas	45
2.2.1 Economía Nacional: sectores ganadores durante la pandemia	46
2.2.2 Evolución de exportaciones de bienes y servicios	50
• Exportación de bienes	50
• Exportación de Servicios	53
2.2.3 Evolución de la Inversión Extranjera Directa (IED) en Costa Rica	56
2.2.4 Encadenamientos productivos	60
2.2.5 Apuestas estratégicas para Costa Rica: dinamismo económico y generación de empleo	63
2.2.6 Sectores seleccionados.	66
Capítulo III. Demanda de talento humano en las industrias de dispositivos médicos y servicios TIC	69
3.1 Contexto nacional: retos y oportunidades en una economía basada en conocimientos	70
3.2 Dispositivos médicos	76
3.2.1 Evolución del sector.	76
• Talento humano.	79
3.2.2 Demanda	79
3.2.3 Oferta	86
3.2.4 Retos y oportunidades	87
3.3 Tecnologías de la información y comunicación	90
3.3.1 Delimitación del sector	90
3.3.2 Evolución de la industria TIC en Costa Rica	91
3.3.3 Evolución reciente de la industria: tecnologías emergentes, alcance e impacto	94
• Talento humano.	97
3.3.4 Demanda	97
3.3.5 Oferta	110
3.3.6 Retos y oportunidades	114
Consideraciones finales y recomendaciones.	117
Referencias	120
Anexo 1: Explicación general los ejercicios de webscraping y NLP.	127
Anexo 2. Glosario con principales términos TIC utilizados	130

Índice de cuadros

Cuadro 1. Costa Rica: Población según indicadores generales de condición de actividad.	34
Cuadro 2. Costa Rica: PIB y valor agregado según actividad económica. Variación interanual en porcentajes. 2019-2020	46
Cuadro 3. Costa Rica: PIB y valor agregado por industria, en volumen. Variación interanual en porcentajes	47
Cuadro 4. Producto Interno Bruto por actividad económica. Variación anual (%)	49
Cuadro 5. Costa Rica: salario base mensual, para compañías de Ciencias de la Vida y Servicios, 2021	57

Índice de gráficos

Gráfico 1. Costa Rica: tasas de participación neta por sexo 2010-2022 y tasas de participación	35
Gráfico 2. Costa Rica: población ocupada total según intervalo de edad, 2011-2022	36
Gráfico 3. Costa Rica: población ocupada total por nivel de educación, 2010-2021	37
Gráfico 4. Costa Rica: población ocupada por rama de actividad, 2011-2022	38
Gráfico 5. Costa Rica: población ocupada por rama de actividad según sexo, 2022 (I Trimestre).	38
Gráfico 6. Costa Rica, tasa de crecimiento interanual del empleo por actividad según sexo, 2016-2022	39
Gráfico 7. Costa Rica: población ocupada según condición de empleo por sexo, 2010-2022	40
Gráfico 8. Costa Rica: proporción de la población ocupada que gana menos de un salario mínimo por sexo, 2010-2022	41
Gráfico 9. Costa Rica: tasa de desempleo total y sus componentes, 2010-2022	42
Gráfico 10. Costa Rica: tasa de desempleo por sexo, 2010-2022	42
Gráfico 11. Costa Rica: tasa de desempleo ampliada, 2010-2022	43
Gráfico 12. Costa Rica: tasa de desempleo por intervalo de edad y nivel de educación por sexo	44
Gráfico 13. Costa Rica: tasa de desempleo de los jóvenes de 15 a 24 años por sexo, 2010-2022	44
Gráfico 14. Costa Rica y países miembros de la OCDE: exportaciones de bienes y servicios como porcentaje (%) del PIB, 2010-2020	50
Gráfico 15. Mundo: Crecimiento del valor de las exportaciones de bienes por región de origen 2016-2020/ Variación porcentual	51
Gráfico 16. Principales productos exportados, 2013 y 2020	52
Gráfico 17. Costa Rica: Exportaciones por socio comercial, 2020	52
Gráfico 18. Costa Rica: Exportaciones totales separadas por bienes y servicios, porcentajes. 2012-2017	53
Gráfico 19. Mundo: Crecimiento anual de las exportaciones de servicios, por región de origen, 2016 – 2020	54
Gráfico 20. Costa Rica: exportaciones de servicios, participación relativa según servicio, 2013-2020	55
Gráfico 21. Costa Rica: crecimiento del empleo en las empresas apoyadas por CINDE, 2016-2021	56
Gráfico 22. Costa Rica: tasa de crecimiento anual del empleo formal, por tipo de empresa, año 2020	56
Gráfico 23. Costa Rica: tasa de crecimiento anual del empleo formal, promedio 2016-2021	57
Gráfico 24. Costa Rica: Compras locales del Régimen de Zonas Francas como porcentaje de las compras totales. 2000-2020	59
Gráfico 25. Balanza comercial del sector de equipo de precisión y médico (2016- 2021) Millones de USD.	61
Gráfico 26. Costa Rica: experiencia y niveles de educación más mencionados en las descripciones de las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022	101
Gráfico 27. Costa Rica: niveles de entrada más solicitados en las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022.	103

Gráfico 28. Costa Rica: Stack de tecnologías más demandadas en las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022.	104
Gráfico 29. Costa Rica: conocimientos técnicos más demandados en las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022.	105
Gráfico 30. Costa Rica: competencias blandas más demandadas en las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022.	106
Gráfico 31. Costa Rica: certificaciones más demandadas en las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022.	107

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Lógica del marco teórico y conceptual.	14
Ilustración 2. Consecuencias de las brechas o desencuentro entre la oferta y demanda de competencias en el mercado laboral.	15
Ilustración 3. Dimensiones que han acelerado la disrupción digital en el contexto de Pandemia por el COVID 19	23
Ilustración 4. Red de productos que interactúan en la economía costarricense.	61
Ilustración 5. Costa Rica: Análisis de la cadena de valor farmacéutico y equipo médico	65
Ilustración 6. Costa Rica: análisis de la cadena de valor de economía del conocimiento	66
Ilustración 7. Competencias para el siglo XXI	74
Ilustración 8. Costa Rica: eslabones de la cadena de valor TIC.	91
Ilustración 9. Arquitectura monolítica vs arquitectura de microservicios.	96
Ilustración 10. Costa Rica: palabras más frecuentes en los títulos y las descripciones de las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022	99

Índice de recuadros

Recuadro 1. ¿Qué significa nearshoring?	20
Recuadro 2. Economía basada en conocimientos	72
Recuadro 3. Competencias y aprendizaje a lo largo de la vida para el futuro del trabajo.	74
Recuadro 4. Retos para contribuir a la consolidación y crecimiento de la economía del conocimiento.	75
Recuadro 5. Ciencias de la Vida es declarada de interés público	76
Recuadro 6. Empresas de dispositivos médicos en Costa Rica: dificultades para contratación y medidas para afrontarlas.	79
Recuadro 7. Safety Critical como oportunidad para la industria biomédica	83
Recuadro 8. Costa Rica: principales impactos de la pandemia en el mercado laboral y la industria TIC.	91
Recuadro 9. Las brechas de género en el ecosistema digital	94
Recuadro 10. Costa Rica: principales rasgos de la evolución del sector, con incidencia en las características del talento humano requerido	97
Recuadro 11. Impacto de la pandemia COVID-19 en la demanda de competencias del área TIC	108
Recuadro 12. Participación muy reducida de las mujeres en el campo de las TIC	109
Recuadro 14. Oportunidades y retos para la oferta TI	114

Siglas y abreviaturas

AED	Alianza Empresarial para el Desarrollo
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
BCCR	Banco Central de Costa Rica
CAECR	Clasificación de Actividades Económicas de Costa Rica
CCP	Clasificación Central de Productos
CICR	Cámara de Industrias de Costa Rica
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CINDE	Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo
CINTERFOR	Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional
CMN	Corporaciones multinacionales
CNE	Comisión Nacional de Emergencia
COMEX	Ministerio de Comercio Exterior
CR	Costa Rica
CTP	Colegios Técnico Profesionales del Ministerio de Educación Pública
EFTP	Educación y Formación Técnico Profesional
GAM	Gran Área Metropolitana
IED	Inversión Extranjera Directa
I+D	Investigación y Desarrollo
KAS	Fundación Konrad Adenauer
MEP	Ministerio de Educación Pública
MICITT	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones.
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
MIP	Matriz Insumo Producto
MTSS	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de Naciones Unidas
PA	Perfeccionamiento Activo
PDP	Physical-to-digital-to-physical
PEN	Programa Estado de la Nación
PIB	Producto Interno Bruto
PROCOMER	Promotora de Comercio Exterior
RPA	Automatización robótica de procesos
SEN	Sistema de Estadística Nacional
STED	Skills for Trade and Economic Diversification
TEC	Tecnológico de Costa Rica
TIC	Tecnologías de información y comunicación
UCCAEP	Unión Costarricense de Cámaras y Asociaciones del Sector Empresarial Privado
UCR	Universidad de Costa Rica
UTN	Universidad Técnica Nacional

Presentación

En el año 2018 se firmó un Convenio Marco de Cooperación entre el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), la Cámara de Industrias de Costa Rica (CICR), la Alianza Empresarial para el Desarrollo (AED) y la Fundación Konrad Adenauer (KAS). Gracias a este convenio se logró desarrollar un proceso de capacitación aplicada en la Cámara de Industrias, que concluyó con una propuesta de relacionamiento entre la Cámara y el INA, para mejorar la calidad, cantidad y tiempos de respuesta a las necesidades de formación de las empresas, específicamente en la modalidad formativa dual.

En el mes de marzo de 2019 se firmó un “Protocolo de relacionamiento entre la CICR y el INA para planificar, implementar y evaluar procesos de formación dual”, que se compone de 7 pasos, en los cuales, siguiendo las mejores prácticas internacionales, se procura el involucramiento activo del sector empresarial.

El primer paso del protocolo establece que la CICR asumirá la responsabilidad de realizar la **identificación de necesidades formativas** que se pueden solventar mediante la formación profesional en modalidad dual. El segundo paso consiste **en generar o identificar, de manera coordinada con el INA, la oferta formativa** en modalidad dual que responda a las necesidades identificadas. Con la oferta definida se procede a la **selección de las empresas** que participarán en el proceso, posteriormente se trabaja en su **preparación** (incluyendo la formación de personas mentoras o encargadas de la formación en las empresas), la **selección y preparación de estudiantes**, la **ejecución del programa** y, finalmente, como último paso, el **monitoreo y evaluación del proceso**.

El primer paso del protocolo es fundamental, ya que la adecuada identificación de necesidades es clave para trabajar en el cierre efectivo de brechas de competencias laborales en el país y posicionar al sector empresarial como un actor esencial en el proceso.

Es así como en el año 2019 se realiza un primer ejercicio para conocer perspectivas futuras del sector industrial e identificar las necesidades de formación en dos subsectores manufactureros: industria alimentaria y ciencias de la vida. Los resultados mostraron una importante brecha entre la oferta educativa técnica y profesional en Costa Rica y la demanda de formación por el mercado laboral, es decir, se identificaron ocupaciones de alta demanda y necesidades insatisfechas por la poca o inadecuada oferta de servicios especializados. De manera específica, en este ejercicio se logró identificar ocupaciones y competencias (técnicas y blandas) que podrían ser atendidas mediante la estrategia formativa dual.

Sin embargo, la llegada de la pandemia del COVID-19 en el año 2020 ha tenido múltiples consecuencias, a nivel nacional e internacional, sobre las personas trabajadoras y el dinamismo de los sectores productivos. El cierre de ciertas actividades económicas y el auge de otras, con la consecuente distorsión de las cadenas de abastecimiento, la variación en la producción y el impacto en la demanda, ocasionaron, entre otros aspectos, que las industrias se enfrentaran a cambios en las formas de producir y comercializar, así como en el uso de las tecnologías y la adopción de nuevas metodologías de trabajo.

En general, la pandemia se convirtió en un importante catalizador para la transformación digital y tecnológica del mundo del trabajo, generando importantes retos, pero también oportunidades para millones de unidades productivas y personas trabajadoras.

Es por eso que, para salir de la crisis, muchos países han emprendido planes de transformación productiva y estímulo a la recuperación de los sectores afectados. Para lograrlo, las nuevas demandas de competencias deben ser anticipadas, atendidas y monitoreadas con programas de formación de calidad, para que las políticas sean más efectivas y, sobre todo, sostenibles (OIT, 2020c, pág. 72).

Son los centros de educación y formación técnico profesional los principales llamados a encarar el desafío de formar y recalificar a las personas trabajadoras que perdieron empleos en sectores en declive, pero también facilitar la transición en aquellos de alta demanda.

Frente a esta coyuntura, las organizaciones socias del Convenio Marco de Cooperación, consideraron necesario hacer un segundo estudio de necesidades para conocer el impacto de estas tendencias mundiales en las industrias costarricenses y contar con información de calidad para la toma de decisiones, la coordinación de acciones estratégicas con distintos actores del entorno y la colaboración en distintos procesos que contribuyan a la mejora de la productividad de las empresas, la empleabilidad de las personas y la reactivación económica del país.

Para la elaboración de este “*Estudio sobre necesidades de talento humano en las industrias de dispositivos médicos y servicios TIC, considerando el impacto de la pandemia y la digitalización en las competencias técnicas y de organización del trabajo*” se han considerado metodologías utilizadas en distintos países y por diversas instituciones nacionales e internacionales para la caracterización del mercado laboral, centrando la atención en la identificación de brechas de competencias y la formulación de propuestas para su reducción.

El estudio se realizó entre los meses de setiembre de 2021 y setiembre del año 2022. En este informe final de investigación se presenta el planteamiento metodológico que orientó el proceso de investigación, el análisis de las industrias seleccionadas, la descripción de las necesidades de competencias identificadas y, finalmente, se incluyen algunas recomendaciones de política y propuestas para continuar esta línea de trabajo. Se organiza en tres capítulos:

CAPÍTULO 1 MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

Presenta el proyecto de investigación, compuesto por la justificación del estudio, el planteamiento del problema, el marco conceptual de referencia y la metodología de investigación. El enfoque se basa en una guía que fue elaborada a partir del primer estudio de necesidades en el año 2019, ajustado a las particularidades de las industrias y enfoques definidos.

CAPÍTULO 2 CONTEXTO Y SELECCIÓN DE INDUSTRIAS

En este capítulo se realiza una caracterización general del contexto del mercado laboral costarricense y se analizan las variables definidas para la priorización de áreas de estudio, a partir de las cuales se decide centrar el trabajo en las industrias de dispositivos médicos y servicios de tecnologías de la información y la comunicación.

La propuesta en su conjunto (enfoque metodológico y selección de industrias) fue revisada y ajustada con las organizaciones socias del Proyecto entre los meses de diciembre de 2021 y mayo de 2022.

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS EVOLUTIVO DE LAS INDUSTRIAS Y DEMANDA DE TALENTO

A partir de la presentación de datos cuantitativos y de información cualitativa recogida mediante trabajo de campo (de instituciones públicas clave en la planificación nacional y de empresas representativas de las áreas de ciencias de la vida e industria TIC), se describen las industrias seleccionadas desde una perspectiva evolutiva, procurando una visión futura que aporte a la identificación y atención de brechas de competencias actuales y futuras.

Los resultados fueron revisados y ajustados de acuerdo con las observaciones de las organizaciones socias del Proyecto entre los meses de noviembre y diciembre de 2022.

Es importante destacar que, tal y como se explica en el proyecto de investigación y de manera específica en el marco conceptual y la estrategia metodológica, se trata de un enfoque exploratorio prospectivo, que permite identificar tendencias y brindar información relevante para la atención de necesidades de las industrias seleccionadas, sin que los datos sean generalizables (no se utilizan muestras representativas).

Finalmente, se debe tener presente que no es posible llegar al ajuste perfecto entre la oferta y la demanda de empleo, sobre todo si se tiene en cuenta la rapidez de los cambios económicos y tecnológicos de los mercados, así como la diversidad de empleos, personas y competencias. Pero sí es posible generar información de calidad que permita reducir el riesgo de grandes desajustes en materia de competencias. Justamente el análisis prospectivo o identificación temprana de necesidades consiste en identificar tendencias, no predecir el futuro. De manera que se espera este informe sea una contribución en esa línea.



Firma del Convenio de Formación Dual entre los jefes del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), la Alianza Empresarial para el Desarrollo (AED), la Fundación Konrad Adenauer Costa Rica (KAS) y la Cámara de Industrias de Costa Rica (CICR)

De izquierda a derecha: Olga Sauma-AED, Enrique Egloff-CICR, Juan Alfaro-INA, Evelyn Gaiser-KAS, José Salas-CICR.





PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO 1

1.1 Justificación

La cuarta revolución industrial ya estaba penetrando a nivel mundial en todos los sectores de actividad económica y humana de manera acelerada antes de la pandemia. Pero la crisis provocada por el COVID-19 en el año 2020 vino a acelerar la introducción de las tecnologías, impulsando de manera particular la transformación digital en todos los espacios y actores relacionados al mercado laboral (gobiernos, empresas, sistemas educativos y personas trabajadoras).

La transformación digital jugó un papel fundamental en la atención inmediata de la emergencia, demostrando que una sociedad digital no solo es más dinámica y productiva, sino además más resiliente, pues brinda capacidades y flexibilidad para reaccionar ante choques de diversos tipos, como los económicos y de salud. Pero además ha demostrado ser un eje central para retomar la vía al desarrollo económico inclusivo, ya que provee de herramientas para promover innovaciones en los modelos de negocios y de consumo, transformar sistemas productivos y las cadenas de valor, generar nuevas dinámicas de empleo en los mercados de trabajo, mejorar políticas públicas con información de precisión, modernizar servicios esenciales en áreas como educación y salud, entre otras.

La penetración de las tecnologías, sumada a los protocolos establecidos para atender la emergencia, han llevado a empresas y organizaciones públicas y privadas alrededor del mundo a modificar sus procesos productivos, reorganizar la gestión del talento humano y reinventar los lugares de trabajo.

“El coronavirus y sus consecuencias económicas y sociales son una máquina de tiempo al futuro. Los cambios que muchos de nosotros predijimos que ocurrirían a lo largo de décadas, están ocurriendo en semanas.” (Deloitte, 2020, pág. 9)

Estas transformaciones en el mercado laboral representan importantes oportunidades, pero también retos. Quizá uno de los más evidentes es cómo hacer que las personas desarrollen o ajusten sus competencias para estos nuevos contextos laborales, a través de trayectorias formativas y profesionales que brinden oportunidades reales para el aprendizaje permanente y el acceso a trabajos decentes.

De ahí la importancia de trabajar en la oportuna anticipación de las demandas de competencias laborales actuales y futuras (básicas, técnicas y blandas), que permitan el diseño, entrega y monitoreo de servicios educativos y formativos que sean efectivos, inclusivos y sostenibles. Esto es especialmente relevante en el caso de Costa Rica, ya que desde antes de la pandemia se enfrentaba una situación paradójica, al experimentar un alto desempleo (especialmente concentrado en población joven, mujeres y zonas rurales), frente a un alto número de vacantes de difícil cobertura. Justamente el año 2019 cerró con una tasa de desempleo de un 12,4%, mientras más del 40% de las empresas reportaban dificultades para encontrar el talento humano requerido.

De acuerdo con la empresa Manpower, esto se explica en gran parte por la “Revolución de Habilidades” provocada por el ritmo acelerado de la disrupción tecnológica, la digitalización y la automatización, donde las personas siguen siendo clave para la transformación y la productividad.

“A medida que la tecnología transforma el trabajo, los roles más demandados pueden parecer similares, pero las habilidades requeridas continúan evolucionando rápidamente.” (ManpowerGroup, 2020, pág. 3)

En el segundo semestre del año 2020, la tasa de desempleo alcanzó el 24%, elevándose a 30% en el caso de las mujeres. Esa cifra se ha ido reduciendo paulatinamente, hasta alcanzar en el primer trimestre del año 2022 un 13.6% a nivel nacional, frente a un 17.5% en las mujeres. Además, para esa fecha, un 11% de la población ocupada se vio afectada por la disminución de salario o ingresos asociados a suspensión o reducción de jornadas o bien tuvieron que suspender la actividad propia o negocio durante la pandemia.

De manera que los desafíos son grandes, pero Costa Rica ya ha mostrado su capacidad para transformarse y prosperar. Las organizaciones socias quieren contribuir a la recuperación de la economía, mediante la generación de información de calidad y su utilización para apoyar en el impulso de políticas educativas y formativas estratégicas.

En el contexto de crisis económica y sanitaria producto de la pandemia, a nivel mundial fue posible identificar sectores económicos ganadores y perdedores. Se experimentaron variaciones sin precedentes en la demanda: la producción cayó hasta un 20% en países donde las medidas de contención eran muy restrictivas y como resultado la contracción desplomó algunas industrias que eran consideradas motores para la generación de empleo, como sucedió con el turismo en Costa Rica. En contraste, otros sectores experimentaron picos en la demanda, notablemente el sector salud, las telecomunicaciones, la agroindustria y la logística, entre otras.

En nuestro país, después de un proceso de revisión documental y estadística, así como la consideración del marco de políticas públicas y la consulta a expertos, ha sido posible identificar ventanas de oportunidad en el corto y mediano plazo, específicamente en las industrias de dispositivos médicos y servicios intensivos en conocimientos, específicamente en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación. Ambas áreas han mostrado un comportamiento positivo en este contexto tan complejo, generando crecimiento económico y empleos de calidad. Además, cuentan con un andamiaje de política e instituciones de apoyo que les convierten en apuestas estratégicas.

De manera que en este estudio se profundiza en las características del talento humano requerido para su consolidación y crecimiento. Es fundamental identificar cambios en las competencias demandadas, para poder coordinar su atención con el sector educativo y contribuir así a la mejora de la productividad de las empresas y la empleabilidad de las personas.

1.2 Problema de investigación

El problema central de la investigación es la falta de información sobre las ocupaciones de mayor demanda en Costa Rica el mediano plazo (2023-2026) y las competencias asociadas a estas, en los sectores de dispositivos médicos y servicios de tecnologías de información y comunicación, como resultado del impacto de la pandemia, la industria 4.0 y la digitalización, que permita el diseño oportuno de estrategias educativas y formativas para la mejora del talento humano.

Para responder a esta situación, el estudio plantea un objetivo principal y tres específicos:

OBJETIVO GENERAL

Identificar las principales características de la demanda de talento humano en las industrias de dispositivos médicos y servicios TIC en Costa Rica en el mediano plazo (2023-2026), como resultado del impacto de la pandemia, la industria 4.0 y la digitalización.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar retos y oportunidades del mercado laboral costarricense, desde la perspectiva de oferta y demanda de talento humano.

Describir los principales rasgos de las industrias de dispositivos médicos y servicios TIC, que inciden en la oferta y demanda de talento humano en el mediano plazo.

Identificar las características de las ocupaciones y las competencias de mayor demanda por el mercado laboral en las industrias de dispositivos médicos y servicios TIC, a partir del impacto del COVID, la digitalización y las nuevas tecnologías.

Sugerir líneas generales de acción que permitan atender la demanda detectada y que contribuyan al alcance de la visión de futura de las industrias elegidas.

1.3 Marco teórico-conceptual

Para definir el enfoque metodológico, realizar el análisis de la información y comprender los resultados del estudio, es importante iniciar con una breve explicación de los conceptos clave para la temática en estudio, mostrando además la relación teórica y práctica entre ellos. Específicamente se parte de la existencia de brechas de competencias que pueden ser mejor determinadas mediante el análisis sectorial de necesidades, basados en la utilización de métodos prospectivos que permitan identificar ocupaciones y competencias de mayor demanda en subsectores o industrias clave, que en este contexto se han visto impactadas por algunos motores de cambio globales como lo son la revolución 4.0, la digitalización y la innovación en las metodologías de trabajo, que además se han visto afectadas por el contexto de la pandemia por el COVID-19.

Ilustración 1. Lógica del marco teórico y conceptual. Fuente: elaboración propia, 2021.



1.3.1 Brechas de competencias

De acuerdo con el Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional (CINTERFOR), es posible hablar de brechas educativas y formativas porque las empresas manifiestan que no encuentran personas con las competencias laborales (básicas, técnicas y socioemocionales) que necesitan. Esto pese a los altos niveles de desempleo y subempleo, en particular de la población joven. Estas brechas pueden ser tanto cuantitativas como cualitativas (CINTERFOR, 2017, págs. 15-16).

Por un lado, se puede hablar de desajuste «vertical», que tiene lugar cuando el nivel de cualificación o las competencias de las personas son menores o mayores que el nivel requerido en los puestos de trabajo (sobre o sub-cualificación). Por otro, es posible identificar desajuste «horizontal», que tiene lugar cuando las personas pueden tener el nivel de cualificación requerido para un trabajo, pero no tiene el tipo correcto de conocimientos o competencias requeridas (CEDEFOP, 2010, págs. 1-2).

Resulta muy importante considerar cuidadosamente qué competencias y en qué cantidad hay que enseñarlas para evitar situaciones de incompatibilidad. El desencuentro -es decir, una situación en la que las competencias que las instituciones educativas y formativas han enseñado no son compatibles con la demanda del mercado de trabajo- es un fenómeno común y tiene costos sociales y económicos altos, en particular cuando la consecuencia es el desempleo juvenil (OIT, 2012, pág. 2).

El desajuste de competencias puede tener múltiples consecuencias, por ejemplo, puede contribuir al aumento del desempleo, la reducción de la productividad y la competitividad (ver más detalle en la ilustración 2).

Ilustración 2. Consecuencias de las brechas o desencuentro entre la oferta y demanda de competencias en el mercado laboral.



PERSONAS

- Desempleo
- Tomar trabajos para los que no se está calificado
- Baja satisfacción con el trabajo
- No se percibe el retorno por la inversión para alcanzar la cualificación



PAÍS

- Amenaza para la competitividad nacional
- Obstáculo para la inversión de empresas extranjeras y nacionales
- Costo de las prestaciones por el desempleo
- Exclusión social



EMPRESAS

- Dificultades para contratación
- Necesidad de reentrenamiento
- Pérdida de competitividad
- Baja productividad
- Baja competitividad
- Insuficiente calidad en los productos

Fuente: Elaboración propia, a partir de (Řihova, H., 2017, págs. 22-23)

1.3.2 Análisis sectorial de competencias

Un enfoque sectorial se define como aquel que permite analizar la evolución de las necesidades en materia de competencias desde la perspectiva de un sector determinado, entendiendo como tal a las áreas específicas de la actividad económica, esto es, a las subdivisiones que sirven para analizar y clasificar un sistema económico (Wilson, 2017, pág. 27).

Para los ejercicios de anticipación de necesidades es fundamental contar con una prioridad y una visión acotada de la realidad. La selección de un sector es el elemento fundamental de la mayoría de los enfoques para anticipar competencias y adecuarlas a las necesidades del mercado laboral, ya que permite comprender las tecnologías y los mercados a un nivel más detallado, e involucrar a representantes de empresas y trabajadores en ese nivel. Además, cada sector presenta sus propias necesidades en materia de competencias dadas las actividades económicas que realizan y las tecnologías asociadas a estas (Wilson, 2017, pág. 19).

Para lograr esa visión concreta en el estudio, se ha decidido aplicar el concepto de industria que utiliza como referencia la Cámara de Industrias de Costa Rica para clasificar a sus empresas afiliadas, tomada de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU):

*“Por industria se entiende el conjunto de todas las unidades de producción que se dedican primordialmente a una **misma clase o a clases similares de actividades productivas.**”*
(Naciones Unidas, 2009, pág. 9)

1.3.3 Priorización o selección de industrias para la identificación de brechas de competencias

Es un desafío garantizar que las personas jóvenes y también las trabajadoras en proceso de educación, formación y capacitación, adquieran hoy las competencias que van a ser requeridas mañana.

La OIT ha diseñado una herramienta de asistencia técnica para que las personas encargadas de la toma de decisiones piensen estratégicamente sobre la demanda de competencias futuras y acerca de la oferta de respuestas que se requieren el día de hoy. Esta herramienta tiene por nombre “Competencias para el Comercio y la Diversificación Económica” (STED por sus siglas en inglés) y mediante la aplicación de una serie de etapas permite sugerir políticas de desarrollo de formación de competencias que ayuden a los países a volverse más competitivos en el contexto de mercados abiertos, manteniendo y construyendo al mismo tiempo una estructura económica diversificada y sólida.

Esta guía inicia con una etapa preliminar sobre cómo elegir al sector o sectores a priorizar para la detección de brechas, de acuerdo con sus potenciales impactos futuros. En la tabla siguiente se señalan las 3 fases sugeridas y los principales criterios o variables a considerar.

Tabla 1. Criterios para la selección de sectores de acuerdo con la metodología STED – OIT.

Fases para selección	Criterios
Estándares para selección¹	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar el impacto potencial que los acontecimientos de un sector pueden tener sobre el empleo y la economía. • La calidad del empleo. • La sostenibilidad del empleo, especialmente en un contexto cambiante de condiciones económicas, sociales y de competitividad. • Diversidad económica: apoyar políticas para evitar dependencia de unos pocos productos. • Qué tanto se sabe acerca de las competencias que necesita cada sector (hay sectores viejos de los cuales se conoce muy bien necesidades y están ya cubiertas por la Educación y Formación Profesional) • Coherencia con la Política de Desarrollo Productivo
Consulta sobre selección de sector(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Las circunstancias específicas de un país determinarán a quién involucrar en la selección del sector, sin embargo, hay que considerar a los entes relevantes, como las federaciones de empleadores, los ministerios de gobierno y las agencias responsables del desarrollo empresarial, comercio, educación y capacitación. • Tomar en cuenta la disponibilidad de los socios locales dentro de cada sector para asesorar y brindar asistencia con el proyecto, que ayuden a que el sector internalice lo que se ha aprendido de la investigación, y que tomen la iniciativa para validar e implementar los hallazgos y las recomendaciones.
Implicaciones de la selección de sectores	<p>Los hallazgos pueden servir para otros sectores. Por ejemplo, la actualización de una ocupación puede beneficiar a otros sectores en los que también se requiera formación en ese mismo campo.</p>

¹ En Costa Rica hay muchos datos sobre evolución de sectores productivos, además existen esfuerzos muy importantes desde el sector educativo para generar estándares ocupacionales (estudios del INA y del MNC, por ejemplo). Fuente: elaboración propia a partir de (OIT, 2012, págs. 5-8)

Después de la selección de sector, la metodología sugiere analizar directamente el contexto (descripción general) y el entorno en el que opera (ambiente empresarial), para finalmente visualizar como se puede desarrollar en el futuro. En un segundo momento, con toda la información previa, se debe analizar qué implicaciones tiene la visión a futuro sobre las capacidades laborales que las empresas requieren y, finalmente, identificar las implicaciones de esos requerimientos sobre la oferta educativa o formativa por competencias.

1.3.4 Prospección de necesidades formativas

“La experiencia internacional sugiere que la piedra angular de cualquier estrategia de educación y empleo es un sistema integral de información del mercado de trabajo, pero no hay ningún método que pueda generar el conocimiento suficiente acerca de los mercados de trabajo como para evitar o minimizar el desajuste de las competencias. Para contar con una visión general integral y confiable de la demanda de competencias y de cómo ajustarlas es fundamental aplicar una combinación adecuada de métodos diferentes que se complementen entre sí.” (Bakule, 2017, pág. 14)

Tal y como se indicó en la presentación del estudio, al tener en cuenta la rapidez de los cambios económicos y tecnológicos de los mercados, así como la diversidad de empleos, personas y competencias, es claro que no es posible llegar al ajuste perfecto entre la oferta y la demanda de empleo. Sin embargo, sí es posible generar sistemas de información que permitan reducir el riesgo de grandes desajustes en materia de competencias. El **análisis prospectivo o identificación temprana de necesidades** consiste en identificar tendencias, no predecir el futuro.

Es importante que las personas responsables de elaborar políticas sean conscientes de la importancia de reducir el riesgo de que haya un gran desajuste en materia de competencias capaz de socavar la empleabilidad de las personas, obstaculizar la productividad de las empresas y el crecimiento de las economías.

Lograr el mejor ajuste posible entre la oferta y la demanda de empleo depende de la toma de decisiones informadas por parte de diversos actores y en diversos momentos:

- Las personas y sus familias, cuando toman decisiones acerca de su propia educación y formación;
- Las personas responsables de elaborar políticas de educación, formación y mercado de trabajo, cuando toman decisiones sobre la configuración de los sistemas, las políticas y las inversiones en materia de educación y empleo;
- Las instituciones de educación y formación, cuando toman decisiones sobre el tipo de cursos que van a ofrecer, así como de su contenido; y
- Las personas empleadoras, cuando toman decisiones sobre reclutamiento y capacitación de personas trabajadoras, así como del provecho que saquen de esas competencias.

Si bien a nivel internacional se reconoce la importancia de estos ejercicios, no existe un único método que pueda generar el conocimiento suficiente acerca de los mercados de trabajo como para disminuir el desajuste de las competencias. Para contar con una visión general, integral y confiable, es fundamental aplicar una combinación adecuada de métodos y técnicas de investigación que se complementen entre sí. Además, es importante la participación de los distintos actores del mundo del trabajo.

Para definir esa composición, se debe considerar la disponibilidad de datos, recursos financieros-técnicos y humanos para la investigación, el sistema actual de educación/capacitación, el desarrollo institucional y las estructuras de decisión. De manera que se deben responder al menos las siguientes preguntas clave:

- ¿Cuáles son los objetivos o necesidades de política?
- ¿Cuáles son los objetivos de la investigación?
- ¿Qué se desea averiguar?
- ¿Quién será el principal usuario del resultado?
- ¿Quién llevará a cabo la investigación y el análisis, con qué datos?
- ¿Cuáles son los recursos financieros?

Considerando estas preguntas, es claro que en esta investigación se busca identificar la demanda de competencias en industrias clave para el país, así como las modalidades formativas que podrían ser de utilidad para la entrega de servicios de educación y formación. Los resultados serán utilizados fundamentalmente por el INA y la CICR, en el marco de un Protocolo que han establecido para el relacionamiento y atención de la demanda dual, pero también por otras entidades que puedan colaborar en el cierre de brechas en el mercado laboral.

Para el ejercicio investigativo, conviene diferenciar dos términos que actualmente se utilizan con gran frecuencia:

- Las **previsiones o proyecciones** de competencias, que son ejercicios cuantitativos que ofrecen una imagen detallada y coherente de los desarrollos futuros por sector, ocupación, calificaciones o competencias. Estos exigen disponibilidad de datos adecuados sobre el mercado de trabajo, tanto en cuanto a la calidad como a la longitud de las series de datos.
- Los **estudios prospectivos cualitativos** requieren insumos menos formales y, al menos en principio, son más sencillos de poner en práctica. Se sustentan en información de expertos y partes interesadas, que se obtiene mediante distintas técnicas. Están basados en el diálogo con actores clave, por lo que se convierten en una herramienta visionaria que brinda incentivos a las partes interesadas que participan para alcanzar el futuro que desean y comprometerse con la implementación de dicha visión.
- Consisten en la recopilación sistemática de información sobre el futuro y son un insumo para el proceso de elaboración de una visión a largo plazo que apunte a identificar oportunidades y áreas de vulnerabilidad para colaborar con la toma de decisiones en el presente. Los procesos y resultados de una prospectiva deben estar dirigidos a contribuir, facilitar o servir de guía para el proceso de toma de decisiones (Bakule, 2017, págs. 19, 25).

Dado que en muchos países en vías de desarrollo las bases de datos no son lo suficientemente robustas para realizar ejercicios profundos de proyección (tal y como sucede en Costa Rica), las técnicas prospectivas cobran gran relevancia. En función de su objetivo y la naturaleza de los resultados deseados, las metodologías de prospectivas pueden dividirse en varias categorías: métodos complementarios, exploratorios y normativos.

Tabla 2. Categorías de metodologías prospectivas

MÉTODO	EJEMPLOS
Complementarios	Incluye técnicas que no se consideran directamente como métodos prospectivos, pero que contribuyen a alcanzar sus objetivos. Esta categoría comprende la revisión bibliográfica y de estadísticas, al análisis FODA, grupos de discusión y lluvia de ideas
Exploratorios	Los métodos exploratorios comienzan en el presente e intentan ver a dónde nos pueden llevar los acontecimientos y las tendencias mediante el análisis de escenarios hipotéticos. Entre las técnicas típicas de esta categoría se encuentran el método Delphi, el análisis de escenarios o de impactos cruzados.
Normativo	Se parte de la visión de un futuro posible o deseable, y luego se trabaja de forma retrospectiva para ver si este futuro se puede lograr, o evitar, y de qué manera, dadas las limitaciones existentes (de competencias, recursos, tecnologías, instituciones). Los análisis retrospectivos o morfológicos son representativos de esta categoría.

Fuente: elaboración propia, a partir de (Bakule, 2017, pág. 33)

Considerando la disposición de datos en el país, la cercanía a actores clave de los sectores empresarial y educativo, así como los recursos disponibles y el tiempo en el que se quiere tener resultados, en este proceso se privilegian métodos complementarios y retrospectivos, también sugeridos en la metodología STED.

1.3.5 Motores de cambio en el contexto del COVID

Las múltiples consecuencias de la Pandemia por el COVID-19 en el comercio internacional y las economías, han reavivado los debates sobre el futuro del trabajo. Factores que ya eran determinantes en el mercado laboral y que, por ende, inciden en la demanda de competencias laborales, se han visto afectados. Merece destacar algunos de los más representativos: la globalización y el comercio, la demografía, la movilidad laboral, la organización del trabajo y la penetración tecnológica y digital (revolución 4.0).

Globalización y comercio

La globalización ha tenido por años un peso indiscutible en la definición de la demanda del talento humano en los países y en el mundo, ya que ha sido fundamental para definir las ventajas competitivas de los países en la producción de ciertos bienes y servicios, por la reubicación de procesos en búsqueda de rentabilidad, la expansión de las empresas más competitivas, la exigencia de estándares de calidad internacionales y el impulso de cambios tecnológicos y de metodologías de trabajo más eficientes.

Sin embargo, la globalización posiblemente no volverá a ser la misma después de la pandemia. En el marco de atención a la crisis sanitaria y económica, se han presentado tensiones políticas importantes y se ha registrado un retorno al “estado intervencionista” con la adopción de medidas proteccionistas; como por ejemplo los subsidios para las industrias nacionales en

países como Japón e India. Ante esta situación, las grandes empresas han reaccionado reconfigurando sus cadenas de suministro globales para hacerlas más resilientes, buscando el near-shoring y reshoring. Una tendencia que además coincide con la política norteamericana de los últimos años de “regresar a casa”.

La revisión de las cadenas globales ha significado recomponer y aproximar los intercambios, incluso aunque signifique la pérdida de rentabilidad, a cambio de un mayor control y supervisión. Esto ha representado una ventaja para países como Costa Rica, porque las empresas están explorando alternativas para reducir su dependencia de proveedores asiáticos en muchas áreas, y el país tiene condiciones atractivas para esa relocalización. Costa Rica tiene un gran potencial en ese nearshoring, no solamente por su ubicación geográfica, sino por su fuerza laboral calificada, la estabilidad política, un atractivo sistema de incentivos fiscales, su política abierta que le ha permitido insertarse en las cadenas globales de valor a través de una robusta plataforma de tratados internacionales, la reciente incorporación como miembro de la OCDE, pero, además, porque ha probado su capacidad de respuesta en el contexto de la crisis por el COVID-19, asegurando la continuidad de operaciones y mostrando capacidad para diseñar soluciones efectivas.

“... un componente indispensable en la fórmula del nearshoring es justamente la inversión en capital humano y aceleración en la generación de talento.” (Torrico, Torres, & Gibson, 2021)

No se debe de perder de vista a otros países de la región con gran potencial para recibir al capital extranjero y con los que Costa Rica deberá competir, como Panamá y México. En este último caso, es importante señalar que ese país es el principal receptor de inversión extranjera en Latinoamérica, tanto a nivel agregado como en dispositivos médicos, que es una industria clave para el país.

Demografía

En 1950, la población adulta mayor de Costa Rica representaba solo el 4% del total, en el 2018 este grupo significaba un 8% de la población, y se espera que en el 2070 alcance un 28%. Este cambio en la estructura por edades de la población genera desafíos y oportunidades para la economía y la institucionalidad (Jiménez, 2019).

En el caso de la educación, la baja en la fecundidad reduce el número de niños y niñas en las aulas, situación que disminuye presiones fiscales y podría representar una importante oportunidad para mejorar la calidad de la educación, de manera que contribuya a la generación y atracción de inversiones, así como la creación de nuevos empleos de calidad para absorber la fuerza laboral. Es clave invertir en el desarrollo inicial de capacidades sociales y en la diversificación de competencias técnicas, atendiendo las exigencias de la Revolución 4.0.

¿Qué significa nearshoring?

El *nearshoring* o proximidad productiva es un esquema de reubicación de la producción o alguno de sus procesos en países cercanos a la casa matriz. Se considera una solución intermedia entre la tradicional deslocalización o *offshoring*, donde se traslada la producción o parte de esta a distintos países para reducir costos (principalmente Asia), y el *reshoring* o regreso de la producción al país original de la compañía.

Las ventajas de la relocalización en países cercanos a la casa matriz son variadas, entre las que se pueden mencionar la reducción de la diferencia horaria, la proximidad, la disminución de riesgos y mayor garantía en la cadena de suministro, entre otras.

Fuente: elaboración propia, 2021.

De manera complementaria, dados los rápidos cambios que se producen en el mercado de trabajo, es esencial articular esfuerzos para actualizar las competencias de las personas trabajadoras, especialmente las de mayor edad, a través de oferta formativa flexible y ajustada a las necesidades del mercado de trabajo, que les permitan la educación a lo largo de la vida. Por eso es central definir espacios que permitan aprender nuevas competencias que se adapten mejor a los puestos actuales (también conocido como *upskilling*) o adquirir nuevas competencias para ejecutar un trabajo completamente diferente (o *reskilling*).

Las oportunidades para el sector de la educación y la formación técnico profesional son potenciales y depende de que el país implemente las políticas adecuadas en preescolar, primaria, secundaria, colegios técnicos, formación profesional y universidades.

Se debe considerar un reto adicional muy importante: la pandemia impactó de manera especial a la región de América Latina y el Caribe, que ya tenía un legado histórico de brechas y dualismos estructurales pre-existentes, profundizándolas y exacerbándolas. Se trata de brechas educativas y de habilidades laborales, entre trabajadores formales e informales, y entre hombres y mujeres en el mundo laboral, productivas, territoriales, digitales, y entre empresas grandes y modernas de alta productividad y empresas pequeñas y microempresas de baja productividad.

Movilidad laboral

La mano de obra se ha vuelto más móvil internacionalmente. En el año 2019 se estimaba que cerca del 5% de la fuerza de trabajo en el mundo correspondía a personas trabajadoras migrantes internacionales (OIT, 2021).

En numerosas regiones, las personas migrantes internacionales representan una parte importante de la fuerza laboral, aportan contribuciones vitales a sus países, sociedades y economías de destino y ejercen oficios esenciales en sectores críticos como la asistencia sanitaria, el transporte, los servicios, la agricultura y el procesamiento de alimentos. Sin embargo, con frecuencia ocupan empleos temporales, informales o no protegidos, lo cual los expone a un riesgo mayor de inseguridad, despidos y el deterioro de las condiciones de trabajo. La crisis de COVID-19 ha agravado estas vulnerabilidades.

Por otro lado, durante la crisis de la COVID-19 el teletrabajo y el aprendizaje a distancia se normalizaron, haciendo las distancias físicas cada vez menos importantes. Muchas personas pueden permanecer en su país y trabajar para empresas establecidas en otra región. La competencia por el talento humano es global y por eso la preparación del talento humano debe ser de calidad mundial.

Metodologías y lugares de trabajo

La pandemia por el COVID-19 y de manera específica las medidas adoptadas para contener la situación de crisis han tenido un impacto directo en el comercio mundial y, por ende, en las empresas. La capacidad de respuesta inicial de las compañías fue vital para sobrevivir, pero la gestión a lo largo de los meses ha sido esencial para aprender y reconocer nuevas realidades en los lugares de trabajo, que, en muchos casos, han llegado para quedarse. De acuerdo con la empresa Deloitte:

“Una típica crisis se desarrolla en tres periodos de tiempo: Respuesta, donde una compañía aborda la situación actual y gestiona la continuidad; Recuperación, durante la cual una compañía aprende y surge más fuerte; y Prosperidad, donde la compañía se prepara para y determina la ‘próxima normalidad’.” (2020, pág. 2)

La transición de la fase de respuesta a la nueva realidad será gradual y dependerá de la situación de cada país e industria en el mundo. Para afrontarla de la mejor manera, es importante considerar que este proceso representa un espectro de opciones, es decir, que la pandemia ha creado un imperativo y una oportunidad para que las compañías se re-involucren con la fuerza laboral y reinventen los lugares de trabajo.

Algunas de las acciones críticas durante la recuperación han incluido cambios en las prioridades de trabajo y en las rutinas, incluyendo la incorporación de nuevas tecnologías en los distintos procesos empresariales y las formas de trabajo digitales. Los nuevos objetivos y procedimientos han llevado, por ejemplo, a cambios en horarios, combinaciones de trabajo presencial/virtual y nuevas metodologías para el trabajo en equipo que permitan un adecuado desempeño en condiciones seguras.

En algunos países el trabajo a distancia y mixto podría requerir cambios en la educación de las personas trabajadoras (considerando elementos como la gestión del tiempo, trabajo por objetivos, uso de tecnologías y herramientas digitales, conocimientos sobre seguridad de los datos, etc.), en las metodologías para la evaluación del desempeño (KPI's o métricas específicas), en las estructuras organizacionales (por ejemplo, definiendo cuáles objetivos se pueden cumplir remotamente sin afectar la productividad) y hasta en creencias culturales o estigmas por no estar presente en la oficina.

Por otro lado, la crisis ha llevado a que muchas organizaciones revisen de qué manera la tecnología digital, la automatización y la Inteligencia Artificial (IA) pueden hacer el trabajo más seguro, más rápido, mejor y más innovador. Por ejemplo, para los equipos que trabajan remotamente o bajo pautas de distanciamiento físico, la recopilación de información en tiempo real y las técnicas de analítica avanzada pueden proveer una imagen más detallada y precisa de las operaciones de las empresas. Por medio del uso de cámaras y gafas inteligentes, el personal remoto puede acceder a una presencia virtual en el piso de trabajo, que le permitirá asistir a los equipos de línea en la resolución de problemas, incluso participar en gamba walks¹ y dar soporte a operarios y supervisores (Furtado, Kolaja, Mueller, & Salguero, 2020).

Algunas organizaciones han rediseñado espacios de trabajo en respuesta a la crisis, incluyendo el factor de saneamiento, distanciamiento físico y salud psicológica. Para garantizar la seguridad del personal en el largo plazo, las empresas pueden conservar y formalizar ciertas partes de sus directivas de respuesta a la emergencia e incorporarlas a sus procedimientos operativos estándar. Tales pautas pueden incluir una mayor supervisión de la salud física y mental, restricciones al uso comunitario de herramientas y áreas, limpieza regular de los equipos y de toda la planta, entre otras.

Es así como la exigencia de competencias blandas, digitales y análisis de datos, entre otras, pueden haberse incrementado. Es importante conocer si en las empresas costarricenses, de las industrias seleccionadas, consideran que algunos de los cambios introducidos en el periodo de crisis tienen incidencia en los requerimientos de talento humano a futuro.

Revolución 4.0 y digitalización

Antes del COVID-19 ya nos encontrábamos en un proceso de disrupción digital en el marco de la cuarta revolución industrial. Pero la pandemia aceleró esta tendencia al menos en tres dimensiones que se detallan en la ilustración 3:

- Aumento del teletrabajo o trabajo remoto

¹ Los Gamba Walks son una parte importante de la metodología de gestión empresarial LEAN. Es una práctica de observación y colaboración en el lugar de trabajo. Se participa físicamente en el lugar donde se elaboran los productos, se brindan servicios a los clientes, se procesan envíos, etc. Se recopila información de primera mano con una perspectiva de identificación de oportunidades de mejora.

- Crecimiento del comercio online, servicios y negocios digitales
- Incremento de la digitalización y robotización empresarial

Ilustración 3. Dimensiones que han acelerado la disrupción digital en el contexto de Pandemia por el COVID 19



**AUMENTO DEL
TELETRABAJO O
TRABAJO REMOTO**

Antes de la pandemia, solo una fracción de la fuerza laboral trabajaba ocasionalmente desde casa. Dentro de la Unión Europea, la incidencia del teletrabajo regular u ocasional variaba del 30% o más en Dinamarca, los Países Bajos y Suecia al 10 % o menos en la República Checa, Grecia, Italia y Polonia. Según los estudios, hasta un 20% de la fuerza laboral de los Estados Unidos trabajaba regular u ocasionalmente desde su casa u otro lugar alternativo, un 16% en el Japón y solo un 1,6% en Argentina. Como resultado de las directivas de confinamiento decretadas por los gobiernos, casi 4 de cada 10 empleados en Europa comenzaron a teletrabajar. En Finlandia, cerca del 60% de los empleados pasaron a trabajar desde casa. En Luxemburgo, los Países Bajos, Bélgica y Dinamarca, más del 50%, en Irlanda, Austria, Italia y Suecia, alrededor del 40%. Este salto en las cifras muestra que, con la tecnología, las herramientas y la reorganización del trabajo adecuados, muchos más trabajos pueden realizarse a distancia de lo que se suponía anteriormente.

En el caso de América Latina y el Caribe, en los países donde existen datos disponibles se estima que durante la Pandemia entre el 20 y 30% de asalariados estuvieron teletrabajando, una cifra que antes era inferior al 3%. (OIT)



**CRECIMIENTO DEL
COMERCIO ONLINE,
SERVICIOS Y NEGOCIOS
DIGITALES**

Con la pandemia, una de las mayores transformaciones fue el crecimiento del comercio electrónico hacia nuevas empresas, clientes y tipos de productos. Antes de la pandemia el uso del comercio electrónico estaba circunscrito a un relativamente limitado número de bienes y ahora se extendió a nuevos productos y servicios que cubren necesidades de todos los días (como comida, medicina, banca y salud), así como a nuevos segmentos de mercado (las personas mayores). Según el índice de ventas al por menor de IBM para los Estados Unidos, la pandemia aceleró la migración de tiendas físicas a compras digitales por casi 5 años. El reporte sugiere que las tiendas de departamento deben moverse a capacidades multicanal, y en particular comercio electrónico, para llegar a sus clientes y mantenerse competitivas. Walmart tuvo un crecimiento de 97% en las ventas en línea en el segundo trimestre de 2020, y Target de 273%. McKinsey ha estimado que en Estados Unidos la pandemia comprimió en 3 meses el crecimiento del comercio electrónico que se esperaba en 10 años (Salazar)

En Centroamérica, la proporción de clientes que realizaban sus transacciones en línea pasó de entre 20% y 30% previo al inicio de la pandemia, a un 50% o 60% en agosto de 2020 (PROCOMER)



INCREMENTO EN LA DIGITALIZACIÓN Y ROBOTIZACIÓN EMPRESARIAL

Según una encuesta a nivel mundial del ToolsGroup y el Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), el 42% de las organizaciones ha acelerado sus planes de digitalización debido a la pandemia. Los tres principales factores que impulsan esta digitalización son: la capacidad de seguir el ritmo de evolución de los comportamientos de los clientes (44%), la necesidad de aumentar la automatización para enfocar cargas de trabajo en actividades de mayor valor agregado (43%) y el deseo de mejorar el rendimiento empresarial (42%). Otros factores importantes son la mejora de la reacción frente a las interrupciones no previstas (35%) y el aumento de la resiliencia de la cadena de suministro (34%). (PROCOMER)

La Federación Internacional de Robótica señala en el informe de robots industriales de World Robotics 2021, un récord de 3 millones de robots industriales que funcionan en fábricas de todo el mundo, lo que se traduce en un aumento del 10%. Las ventas de nuevos robots crecieron ligeramente, un 0,5 con un total de 384 000 unidades enviadas en todo el mundo en 2020. Este es el tercer año más favorable de la historia de la industria de la robótica después de 2018 y 2017. (IFR, 2021).

Fuente: Elaboración propia, 2021. A partir de: (IFR, 2021) (OIT, 2020b) (Procomer, 2020) (Procomer, 2021) (Salazar, 2021)

La Cuarta Revolución Industrial, también conocida como industria 4.0, está cambiando la forma en que operan los negocios y los entornos en los que deben desarrollar sus actividades. Esta revolución es particularmente importante porque combina técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se integran en todos los niveles de la organización. Se trata de la inclusión de tecnologías como la robótica, la analítica, la inteligencia artificial, las tecnologías cognitivas, la nanotecnología y el Internet of Things (IoT), entre otras, que permiten la comunicación entre el mundo físico y el digital, dando origen a sistemas ciberfísicos. Se podría decir que es la integración inteligente de las tecnologías de la información y la comunicación en el corazón de las empresas.

La integración digital de la información desde diferentes fuentes y localizaciones permite llevar a cabo negocios en un ciclo continuo, a lo largo del cual se produce un flujo de información y acciones entre los mundos físicos y digitales. Este flujo tiene lugar a través de una serie de pasos iterativos conocido como PDP (por sus siglas en inglés: physical-to-digital-to-physical):

- Del mundo físico al mundo digital: aquí se captura la información del mundo físico y se crea un registro digital de la misma.
- De digital a digital: la información se comparte y se interpreta utilizando analítica avanzada, análisis de escenarios e inteligencia artificial para descubrir información relevante.
- Del mundo digital al físico: aquí se aplican algoritmos para traducir las decisiones del mundo digital a datos efectivos, estimulando acciones y cambios en el mundo físico.

Esto genera oportunidades para mejorar procesos y crear nuevos modelos de negocio.

“La industria 4.0 puede mejorar las operaciones de negocio y el crecimiento de los ingresos, transformando los productos, la cadena de suministro y las expectativas de los clientes. Es probable que dicha revolución cambie la forma en que hacemos las cosas, pero también podría afectar cómo los clientes interactúan con ellas y las experiencias que esperan tener mientras interactúan con las empresas. Más allá de eso, podría generar cambios en la fuerza laboral, lo que requeriría nuevas capacidades y roles.” (Deloitte., S.F., pág. 5)

Es así que los impactos de la Industria 4.0 pueden sentirse en múltiples niveles:

- En los **ecosistemas**, es decir que afecta a todos los agentes del entorno empresarial (los proveedores, los clientes, los inversores, etc.), ya que estas tecnologías permiten interacciones entre cada punto de una red.
- En las **organizaciones**, ya que la capacidad de ajustarse y aprender de los datos en tiempo real puede hacer que sean más receptivas, proactivas y predictivas.
- Las **personas**, por un lado, para la fuerza laboral puede significar un cambio en el trabajo que van a realizar y las competencias que deben tener, mientras que, por otro lado, para los clientes puede significar una mayor personalización en los productos y servicios que satisfagan mejor sus necesidades.

De acuerdo con la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE), Costa Rica avanza de manera exitosa en la transformación digital, destacando la inclusión de las tecnologías que se desarrollan en la tabla 3:

Tabla 3. Costa Rica: caracterización de tecnologías emergentes de uso en el país, 2021.

TECNOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS
Ciberseguridad	<p>La sofisticación de los ataques cibernéticos y el aumento de la interdependencia de la tecnología de la información, han hecho de la ciberseguridad una de las prioridades de las empresas, organizaciones gubernamentales y cualquier usuario en la web. Actualmente, varias compañías multinacionales desarrollan desde Costa Rica la próxima generación de software para convertir el riesgo digital en capacidad de resiliencia digital.</p> <p>Algunos datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Más de 2,000 personas en Costa Rica están trabajando en procesos de ciberseguridad, como la respuesta a incidentes, administración de plataformas de seguridad y gestión de vulnerabilidades • El 82% de las multinacionales de servicios en Costa Rica planean invertir en ciberseguridad. • Se espera que el tamaño del mercado de la ciberseguridad crezca 13% en 2025 • Ejemplos de empresas que trabajan la tecnología en el país: IBM, Cargill, EQUIFAX, EMERSON.
Realidad virtual y aumentada	<p>Los clientes ahora tienen dos versiones: análoga y digital. En respuesta a este cambio en los hábitos de compra del consumidor, las empresas buscan aprovechar las tecnologías digitales para impulsar nuevos niveles de interacción con el cliente para no quedar rezagado en la era digital. El rápido crecimiento de la realidad extendida (XR), que incluye a la realidad virtual (VR) y a la realidad aumentada (AR), trae consigo gran variedad de herramientas de inmersión que tienen el objetivo de realzar nuestros sentidos naturales. Muchos de ellos se están desarrollando en Costa Rica.</p> <p>Algunos datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 16% de las empresas relacionadas a tecnologías 4.0 en CR proporcionan servicios de VR/AR • Se espera que el tamaño del mercado de VR/AR crezca en 28% para 2025 • Ejemplos de empresas que trabajan la tecnología en el país: Accenture, Gensler, Wunderman Thumpson, Hewlett Packard.

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Computación en la Nube</p>	<p>La computación en la nube consiste en la entrega de recursos informáticos a través de Internet (por ejemplo, servidores, análisis integrales, administración de redes, bases de datos, almacenamiento de información y software a través de sistemas). Esta tecnología ha demostrado su transversalidad y omnipresencia entre las empresas del mundo con una ventaja competitiva duradera y sostenible. La nube habilita una serie de beneficios, necesarios para la empresa moderna: mayor flexibilidad, agilidad y nuevas oportunidades para la innovación.</p> <p>Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La computación en nube es la más popular entre las empresas relacionadas a las tecnologías 4.0 en Costa Rica, empleando 64% del total de empleos de estas empresas. • 80% del total de ventas de la nube en Costa Rica se exportan. • 22% de los clientes de empresas relacionadas con las tecnologías 4.0 compran servicios en la nube. • Ejemplos de empresas que trabajan la tecnología en el país: Amazon, Microsoft, Cloudera, wmware.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Automatización Robótica</p>	<p>Durante las últimas dos décadas, los robots han recibido un impulso sustancial a través de mejoras, aportes de código abierto y nuevas normas y regulaciones, dando lugar a una nueva gama de aplicaciones comercialmente viables. Una nueva generación de robots está emergiendo, una capaz de manejar una cantidad cada vez mayor de variabilidad, lo que le abre paso a completar nuevas tareas más complejas en ambientes menos estructurados y de forma más eficiente. Sus aplicaciones incluyen industrias como la manufactura, la logística, la salud, el comercio minorista y la agricultura.</p> <p>Algunos datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 64% de las empresas del sector servicios dice implementar procesos de adopción de robótica • Al menos el 52% de las actividades de trabajo realizadas por Costa Rica en el sector de la fabricación tiene un gran potencial para la automatización. • Ejemplos de empresas que trabajan la tecnología: CocaCola, Boston Scientific, MicroTech, Flex.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Análítica de datos y Big data</p>	<p>La cantidad de datos nuevos generados está evolucionando rápidamente todos los días. Con ellos, también aumenta la necesidad de convertirlos en conocimiento accionable para los clientes. Dada la ubicuidad de los datos y su inmersión en casi todos los aspectos de la vida digital, el acceso a esta tecnología podría llegar a ser el elemento vital para la generación de valor a las compañías. Los departamentos de analítica serán cada vez más importantes en todas las unidades de negocio y procesos end-to-end, con el objetivo de integrar más puntos, herramientas y formas de almacenamiento, y así anclar en procesos de inteligencia de negocios y toma de decisiones más ágiles.</p> <p>Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 31% de las compañías multinacionales están desarrollando procesos de Business Intelligence y analítica desde Costa Rica. • Analítica de datos y big data es la segunda tecnología 4.0 más común que ofrecen las empresas TIC de Costa Rica. • 70% de las empresas multinacionales en el sector de los servicios en Costa Rica afirman que la inteligencia de negocios es su proceso más estratégico. • Ejemplos de empresas: Acuity, Cloudera, GSK, IBM.

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Inteligencia artificial</p>	<p>La IA impactará a todos los niveles de gestión, desde la primera línea de contacto hasta la alta gerencia. Abre campo al análisis, la simulación y prueba de hipótesis asistida, que puede transformar positivamente la toma de decisiones, la estrategia y la innovación en toda la empresa. La división del trabajo va a cambiar y la colaboración entre los seres humanos y máquinas aumentará. Las empresas tendrán que adaptar sus estrategias de reclutamiento y adquisición de talento para administrar la nueva generación competencias humanas, capaces de trabajar con la tecnología.</p> <p>Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IA es una tecnología en la que el 34% de las multinacionales de servicios en CR planean invertir. • 1 de cada 4 de las multinacionales de servicios en CR están invirtiendo en machine learning. • 75% de las empresas multinacionales de servicios en Costa Rica han empezado a aplicar la inteligencia artificial dentro de sus organizaciones • 10% de los clientes de las empresas de Costa Rica relacionadas con las tecnologías 4.0 compran servicios machine learning. • Ejemplos de empresas: Intel, P&G, GBM, WesternUnion.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Tecnologías de experiencia e interfaz del usuario (UI -User Interface- y UX -User Experience-)</p>	<p>Actualmente, el diseño no sólo es una ventaja competitiva, sino que es una de las únicas formas de diferenciación. Dado el aumento de las expectativas de los consumidores, las empresas tienen poco margen para entregar hardware, software y servicios con el mismo nivel de calidad. Las organizaciones tienen el reto de ofrecer una experiencia de usuario sencilla y sin fricciones. Los límites entre los productos y servicios se están fusionando cada vez más en experiencias integradas.</p> <p>Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las empresas con capacidades de diseño superiores superaron el promedio de crecimiento de la industria en 2x • El 24% de las empresas costarricenses relacionadas con tecnologías 4.0 por encima de 31 empleados o \$5 millones en ingresos anuales, declararon haber vendido servicios de UX. • Ejemplos de empresas: Establishments Labs, Prodigious, McKinsey & Company.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Internet de las cosas IoT</p>	<p>El IoT está experimentando un crecimiento exponencial producto de la disminución de los costos en la computación, especialmente en algunos de sus componentes como sensores, ancho de banda y de procesamiento, la proliferación de los teléfonos inteligentes, la conectividad y el ascenso de la nube.</p> <p>El IoT no sólo proporciona enormes oportunidades para que las organizaciones mejoren su eficiencia operativa, sino que también ofrece gran potencial para los que manufacturan equipos y dispositivos para introducir nuevos productos y servicios-creando así nuevos nichos digitales y una experiencia única a sus clientes.</p> <p>Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IoT es la tecnología de la industria 4.0 con mayor potencial futuro en Costa Rica • Se espera que el tamaño del mercado de la IoT que crezca un 29% (CAGR) para 2025 • Ejemplos de empresas que trabajan la tecnología en el país: INTEL, Wunderman Thumpson, Hewlett Packard; Establishment Labs.

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Impresión 3D</p>	<p>La manufactura aditiva (3D o 3DP) ha cobrado gran relevancia. El creciente número de nuevos proveedores, la evolución de las sub-tecnologías existentes y el desarrollo de otras nuevas ha elevado su volumen, para dejar de ser una tecnología destinada a la creación de prototipos y convertirse en una destinada para la producción en masa. El verdadero potencial de la impresión 3D viene cuando las empresas aplican fabricación aditiva de piezas funcionales, en industrias tan variadas como la manufactura avanzada o las ciencias de la vida.</p> <p>Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se espera que el tamaño del mercado de la impresión 3D crezca en 20% para 2025 • Impresión 3D está entre las 2 megatendencias más importantes de las empresas del sector de las ciencias de la vida en Costa Rica • Impresión 3D está entre las 3 megatendencias más importantes de las empresas del sector de manufactura avanzada en Costa Rica • Ejemplos de empresas: Hologic, Microport, Boston Scientific, Align.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">RPA y Automatización</p>	<p>Mientras aumenta la automatización robótica de procesos (RPA, por sus siglas en inglés), una cantidad cada vez mayor de los trabajos realizados por las personas serán transferidos a los robots y algoritmos. Las empresas que implementan un enfoque sistemático para la transformación habilitada por la tecnología pueden cosechar ganancias de eficiencia sustanciales en sus funciones generales y administrativos. Los recursos liberados de esta manera se pueden implementar en actividades de mayor valor, como el asesoramiento de negocios y análisis de escenarios.</p> <p>Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El 71% de las multinacionales de servicios en CR citan la RPA y la IA como su principal prioridad. • El 46% de las empresas multinacionales de servicios en Costa Rica afirmaron que se centrarían en RPA como el principal proceso a fortalecer durante 2020 • RPA se ha convertido en una estrategia digital relevante, adoptada por el 64% de las empresas multinacionales de servicios Costa Rica. • Se espera que el tamaño del mercado de RPA crezca en un 17% para 2025. • Ejemplos de empresas: Pfizer, 3M, Bosch, Equifax.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Nuevos materiales</p>	<p>La economía circular es uno de los pocos modelos de crecimiento viables y escalables que pueden mejorar radicalmente la productividad de los recursos para revertir impactos negativos, y en el proceso, impulsar una mayor innovación y creación de empleo. Mejor aún, augura transformar la dinámica de la competitividad y otorgar una ventaja competitiva real a los pioneros en la materia. El enfoque cambia de producir cosas a partir de recursos vírgenes a transferir productos existentes entre usuarios y transformar productos usados en nuevos.</p> <p>Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotecnología es el diplomado técnico más solicitado por empresas manufactureras en Costa Rica • La ingeniería de materiales es una de las 10 carreras más demandadas por las empresas del sector de las ciencias de la vida en Costa Rica. • Ejemplos de empresas: Bayer, Speratum, Chanel.

En el nuevo escenario global, las empresas han cambiado sus estrategias y han comenzado a reubicar actividades de fabricación inteligente e intensivas en conocimiento, incluido el diseño y la investigación y desarrollo (i+D), confiando en las capacidades del país para impulsar el cambio y estar preparados para las soluciones innovadoras de las tecnologías que van emergiendo. Junto con la rápida evolución de las tecnologías, las preferencias de los consumidores también están cambiando, exigiendo ciclos de productos más veloces, en un entorno de operaciones y mercados globalizados.

Datos:

- Más del 15% de las empresas de tecnología médica en Costa Rica realizan i+D en colaboración con o para oficinas corporativas en todo el mundo.
- El 20% de las empresas de servicios prestan servicios de i+D y/o innovación.
- Entre las empresas de servicios que ofrecen procesos de i+D en Costa Rica, el número de personas en este campo está creciendo un 6% interanual desde 2017.
- Ejemplos de empresas: Establishments Labs, BostonScientific, MicroPort, Intel.

Fuente: Elaboración propia a partir de <https://www.cinde.org/es/tecnologias>, 2022

Finalmente, para impulsar y aprovechar las oportunidades de la digitalización, Salazar (2021, pág. 23) sugiere una lista corta de factores que se deben tener en cuenta, que incluyen:

- Visión estratégica y marcos de planificación, institucionales y de gobernanza
- Recursos humanos
- Infraestructura digital
- Marcos regulatorios adecuados (ciberseguridad, protección de datos, compras públicas, teletrabajo, etc.)
- Políticas de desarrollo productivo
- Políticas sectoriales
- Financiamiento, crédito y capital de riesgo
- Sistemas nacionales de innovación
- Alianzas estratégicas y cooperación internacional

1.4 Diseño metodológico

Respondiendo al planteamiento del problema de investigación (objetivos y preguntas) y considerando los principales usuarios de la información, así como los recursos de que se dispone, se diseña un abordaje basado en dos métodos, complementario y retrospectivo, donde se priorizan 4 técnicas de investigación, que se resumen en la tabla siguiente.

Tabla 4. Resumen de enfoque metodológico del estudio.

Objetivos específicos	Método	Técnicas
<ul style="list-style-type: none"> Identificar retos y oportunidades del mercado laboral costarricense, desde la perspectiva de oferta y demanda de talento humano. Describir los principales rasgos de las industrias de dispositivos médicos y servicios TIC, que inciden en la oferta y demanda de talento humano en el mediano plazo. 	Complementario	<ul style="list-style-type: none"> Análisis bibliográfico y estadístico. Entrevistas semiestructuradas Mapeo de oferta educativa y vacantes de empleo
<ul style="list-style-type: none"> Identificar las características de las ocupaciones y las competencias de mayor demanda por el mercado laboral en las industrias de dispositivos médicos y servicios TIC, a partir del impacto del COVID, la digitalización y las nuevas tecnologías. Sugerir líneas generales de acción que permitan atender la demanda detectada y que contribuyan al alcance de la visión de futura de las industrias elegidas. 	Retrospectivo	<ul style="list-style-type: none"> Entrevistas semiestructuradas Cuestionarios aplicados a empresas de las industrias seleccionadas Grupo focal Análisis de vacantes

Fuente: elaboración propia, mayo 2022.

A continuación, el detalle sobre la implementación de la estrategia de investigación.

Fase 1: Método complementario - Análisis documental, estadístico, entrevistas semiestructuradas y mapeo de oferta/demanda

En esta fase se identifica toda la información documental y estadística que aporta para la selección, caracterización y análisis de las industrias. El estado de la cuestión se resume en una matriz que incluye categorías como autor, fecha, periodicidad de la información y datos más relevantes.

Para complementar esa información, se diseña un instrumento para realizar entrevistas semiestructuradas a personas clave en entidades en los ámbitos de desarrollo productivo, innovación, apoyo empresarial y empleo a nivel nacional (específicamente: MIDEPLAN, COMEX, PROCOMER, MICITT, BCCR, INEC, MTSS, MIDEPLAN y MEIC). Si bien se ajusta el instrumento al perfil de las personas e instituciones informantes, de manera general se abordan aspectos como:

- Visión o política de desarrollo productivo a nivel nacional.
- Industrias de mayor dinamismo (desde el punto de vista económico y generación de empleo), su evolución en los últimos años y perspectivas futuras.

- Afectación o impacto del COVID, las tecnologías y la digitalización en esas industrias.
- Principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que enfrentan esas industrias. Un FODA con visión a futuro.
- Necesidades de talento humano.
- Políticas públicas estratégicas para atender las necesidades de esas industrias.

Con toda la información recopilada por estas dos vías, se realiza la descripción general del contexto, así como la selección y caracterización de las industrias.

Por otro lado, como insumo para la caracterización de las industrias y para la identificación de propuestas para el cierre de brechas de competencias, se realiza un análisis de tendencias de demanda de competencias, basado en un mapeo de vacantes en los niveles cualificación medio y profesional en empresas de las industrias seleccionadas (se aplica la tecnología web scraping).

Como complemento, se realiza una revisión de la oferta actual del Marco Nacional de Cualificaciones (MNC) y de instituciones clave de la educación y formación, para conocer servicios existentes para atender necesidades de las industrias y tener un panorama sobre las demandas ocupacionales que se podrían atender en el corto y mediano plazo, así como de aquellas cuya atención requiere más tiempo en términos de generación o ajuste de oferta para lograr que sea más pertinente.

Fase 2: Método retrospectivo - Entrevistas semiestructuradas, cuestionarios y grupo focal

Considerando 1) que en Costa Rica los datos no permiten realizar proyecciones de empleo que generen datos a nivel de ocupaciones, 2) que ante este panorama a nivel internacional se priorizan técnicas prospectivas y 3) que se requieren resultados en el corto plazo para contribuir a la reactivación económica (productividad de las empresas y empleo de las personas); es que se decide aplicar el método retrospectivo, es decir, se define dónde se quiere llegar y qué se requiere para lograrlo.

En esta línea, las entrevistas semiestructuradas que se indican en la fase 1, recogen información fundamental para identificar evolución, perspectivas y requerimientos para alcanzar la visión futura.

Sin embargo, los principales insumos para esta fase son generados mediante cuestionarios para la identificación de necesidades aplicado a empresas de las industrias y un grupo focal en el que participan Cámaras empresariales, empresas y representantes del sistema de la educación y formación.

Para la identificación de impactos del COVID y digitalización, en el cuestionario se han incluido categorías para identificar cambios en los ámbitos de metodologías y tecnologías de trabajo, definidas a partir de la revisión de estudios contemporáneos de Deloitte, CINDE y PROCOMER, entre otros. Para lograr la mayor cantidad de respuestas a los cuestionarios, se establecen dos vías para llenado: entrevista o autollenado del formulario en formato electrónico.

Fase 3. Análisis de resultados y presentación de propuestas

A partir de toda la información generada, se formula el informe final con la caracterización del entorno, la identificación de demanda y la propuesta de acciones para la atención de las necesidades educativas y formativas.

Este es revisado por las organizaciones socias del proyecto y con sus insumos se realizan los ajustes finales al documento.



**CARACTERIZACIÓN
DEL CONTEXTO
Y SELECCIÓN DE
SECTORES**

CAPÍTULO 2

2.1 Principales indicadores del mercado laboral costarricense: contexto COVID²

El impacto negativo de casi dos años de la crisis sanitaria y económica producto del COVID-19 en el mercado laboral ha sido más que evidente. Aunque algunos indicadores sugieren que lo peor ya ha pasado, todavía están lejos de alcanzar su nivel prepandémico. Otros, como los datos de inserción y permanencia laboral de algunos colectivos como las mujeres y jóvenes, exhiben tendencias preocupantes y se teme que las brechas se puedan profundizar aún más en el futuro si no se toman medidas para revertir ese comportamiento.

2.1.1 Fuerza de trabajo y tasa neta de participación

Para el I trimestre de 2022, casi 2,5 millones de personas formaban parte de la población económicamente activa (PEA) en Costa Rica; un aumento de 434 mil personas respecto al mismo trimestre de 2010 (Cuadro 1). Ese crecimiento parece estar influido más que todo por movimientos demográficos, ya que la tasa de participación neta total (peso relativo de la fuerza laboral respecto a la población en edad de trabajar) se ha mantenido cerca del 60%.

Cuadro 1. Costa Rica: Población según indicadores generales de condición de actividad. I trimestre 2011 – I trimestre 2022

Indicadores generales	Total			Mujeres			Hombres		
	I 2011	I 2016	I 2022	I 2011	I 2016	I 2022	I 2011	I 2016	I 2022
1. Población total	4 587 464	4 885 436	5 192 543	2 258 144	2 409 269	2 377 539	2 309 320	2 456 167	2 815 004
2. Población de 15 años y más	3 433 192	3 754 695	4 080 958	1 706 939	1 868 128	2 035 115	1 727 063	1 886 567	2 045 843
2.1 Fuerza de trabajo	1 998 005	2 201 957	2 432 303	737 346	831 734	984 630	1 268 659	1 370 223	1 447 673
Ocupada	1 802 040	1 992 741	2 102 076	644 641	737 003	812 132	1 157 399	1 255 738	1 289 944
Desempleada	195 965	209 216	330 227	92 705	94 731	172 498	103 260	114 485	157 729
2.2 Fuera de la fuerza de trabajo	1 435 097	1 552 738	1 648 655	968 693	1 036 394	1 050 485	466 404	516 344	598 170
6.1 Tasas de la población de 15 años o más									
Tasa neta de participación ¹⁾	58,2	58,6	59,6	43,2	44,5	48,4	73,0	72,6	70,8
Tasa de ocupación ²⁾	52,5	53,1	51,5	37,8	39,5	39,9	67,0	66,6	63,1
Tasa de no participación ³⁾	41,8	41,4	40,4	56,8	55,5	51,6	27,0	27,4	29,2
6.2 Tasas de la fuerza de trabajo									
Tasa de desempleo ⁴⁾	9,8	9,5	13,6	12,6	11,4	17,5	8,2	8,4	10,9
Tasa de presión general ⁵⁾	17,2	17,6	21,0	18,4	18,5	24,3	16,5	17,1	18,7
6.3 Porcentaje de la población ocupada									
Porcentaje de ocupados con seguro por trabajo ⁶⁾	71,2	70,8	70,8	64,0	63,9	68,6	75,2	74,8	71,8
Porcentaje de ocupados con subempleo	7,7	8,5	11,5	9,6	11,7	15,4	6,6	8,2	9,0
6.4 Otros indicadores complementarios									
Tasa de desempleo ampliado ⁷⁾	11,6	11,0	14,6	15,7	13,7	19,0	9,5	9,4	11,6

1) Porcentaje de la población ocupada respecto a la población en edad de trabajar (personas de 15 años o más).
2) Porcentaje de la población desempleada respecto a la fuerza de trabajo.
3) Porcentaje que representa la población ocupada que busca cambiar de trabajo y la desempleada respecto a la fuerza de trabajo.
4) Porcentaje de la población ocupada que recibe seguro social por su empleo. Incluye seguro social de tipo asalariado, mediante convenio (asociaciones, sindicatos, cooperativas, etc.), cuenta propia y voluntario.
5) Porcentaje de la población desempleada más la población fuera de la fuerza de trabajo disponible desalentada respecto a la fuerza de trabajo más la población fuera de la fuerza de trabajo disponible desalentada.
Fuente: INEC-Costa Rica, Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

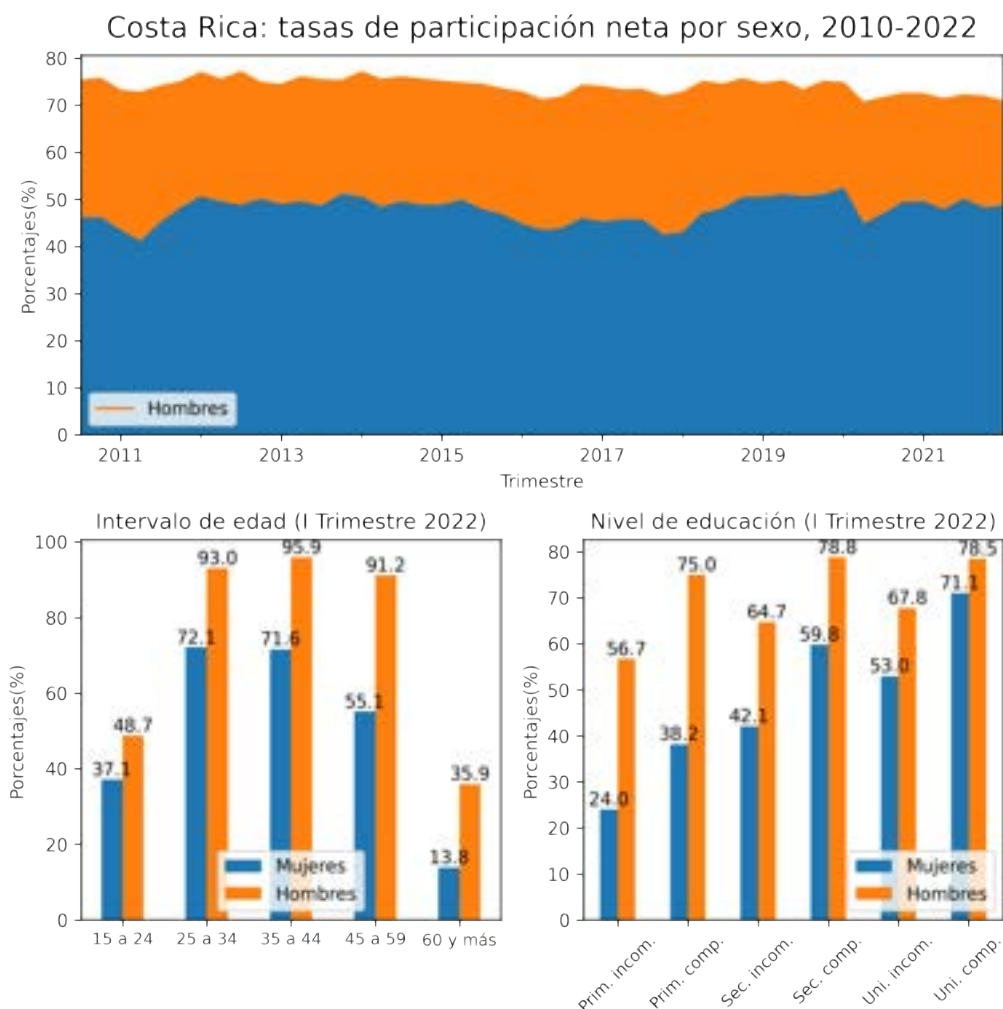
Durante la última década, aunque se registran algunas fluctuaciones, la tasa neta de participación en Costa Rica se ha mantenido estable (Gráfico 1). Sin embargo, si se toma en cuenta el sexo de las personas, se pueden observar algunos detalles importantes. Por ejemplo, la inserción laboral de las mujeres se ubicó entre el 45% y el 50%, muy alejada de la de los hombres (alrededor del 75%, lo que implica una brecha de 25%). A partir del primer trimestre de 2018, esa participación empezó a experimentar un leve período de crecimiento hasta llegar a su máximo nivel en el primer trimestre de 2020, con un 52%. Con la crisis sanitaria ese

2 En tanto no se mencione otra fuente, la información que se recoge en este apartado proviene de las encuestas de hogares y/o de empleo realizadas por el INEC.

crecimiento sostenido se frenó y al I trimestre de 2022 la tasa de participación femenina se ubicó en un 48,4%.

El descenso tan marcado en la tasa de participación de las mujeres se debe a que las medidas de confinamiento y la paralización de las actividades económicas para frenar la propagación del virus tuvieron un impacto distinto y desproporcionado en las mujeres. De acuerdo con Victoria Anauati (PNUD, 2020), hay al menos dos factores que permiten explicar este efecto diferenciado entre hombres y mujeres. En primer lugar, el COVID-19 ha tenido un mayor impacto en las ocupaciones de servicios con altas tasas de empleo de mujeres, como restaurantes y hotelería; así como en ocupaciones donde es más difícil implementar el teletrabajo (como el trabajo en los hogares). En segunda instancia, se ha reducido o incluso en periodos suspendido la asistencia a centros educativos y guarderías, lo cual ha incrementado drásticamente la necesidad de cuidado infantil (y de educación en el hogar), por lo que la mayoría de las familias no tienen más remedio que asumir directamente el cuidado de sus hijos y, de acuerdo con la distribución tradicional de las tareas de cuidado infantil en la mayoría de los hogares, es probable que las madres se hayan ocupado más de estas labores y también es esperable que las madres solteras hayan sido las más afectadas.

Gráfico 1. Costa Rica: tasas de participación neta por sexo 2010-2022 y tasas de participación por edad y nivel educativo 2022.



Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

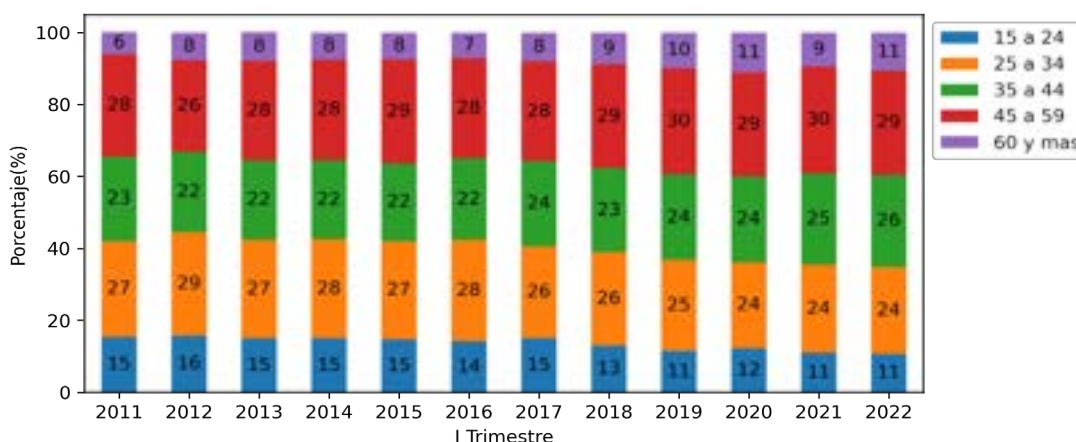
Además de tener menores tasas de inserción laboral, hay factores vinculados a la segmentación del mercado laboral que inciden en las distintas oportunidades laborales de hombres y mujeres, uno de esos factores es el nivel educativo. La educación aparece como un factor de impulso para que las mujeres puedan acceder al mundo del trabajo. Como se puede observar en el Gráfico 1, a diferencia de los hombres, quienes mantienen altas tasas de inserción laboral independientemente del nivel educativo, las mujeres incrementan su participación en la medida en que su nivel educativo aumenta, pasando de 24% en las que tienen primaria incompleta a un 71% en las que tienen universidad completa.

En lo que respecta a la edad, la tasa de participación en el país tiende a ser más alta en las edades medias que en las edades extremas. Esta tendencia también se observa en las mujeres, solo que en su caso la participación es significativamente más baja. Esto es importante porque, así como la división sexual del trabajo puede marcar diferencias entre hombres y mujeres, la edad también puede incidir en una inclusión diferenciada al mercado de trabajo.

2.1.2 Perfil de la población ocupada: sexo, edad, nivel educativo, nivel de calificación, por sector productivo

La estructura de población ocupada por intervalo de edad revela que la persona ocupada promedio es un poco más madura en 2022 de lo que lo era a comienzos de la década (Gráfico 2). En 2011, un 42% de las personas ocupadas tenían 34 años o menos, en la actualidad esa fracción representa un 35%. Este descenso es explicado principalmente por la reducción de la participación en la ocupación total de los jóvenes de 15 a 24 años.

Gráfico 2. Costa Rica: población ocupada total según intervalo de edad, 2011-2022



Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

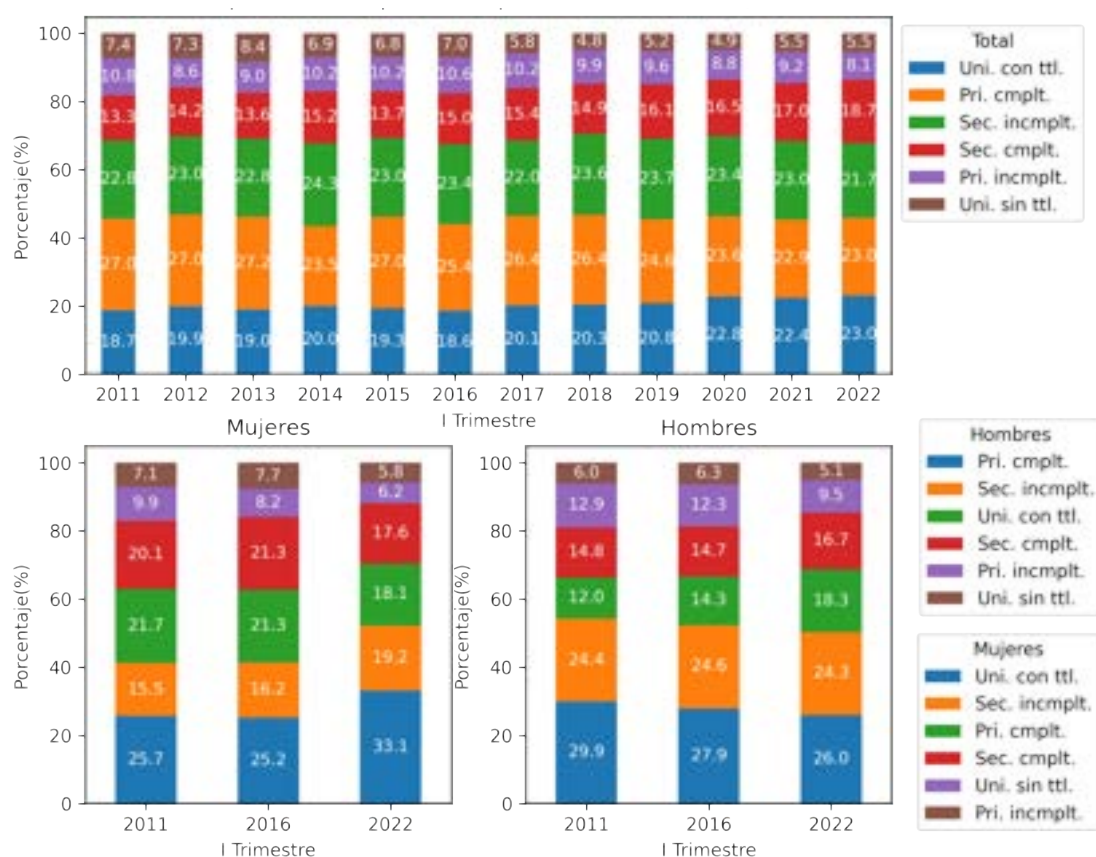
Esto podría deberse a que este sector de la población está decidiendo postergar su inserción laboral para estudiar y así mejorar su empleabilidad. De hecho, es interesante notar que este último decenio ha sido testigo de una mejora significativa del perfil educativo de la población ocupada (Gráfico 3). Esto se refleja en la participación de las personas que tienen título universitario en la población total. Mientras que en 2011 solo el 18,7% de ellas contaban con título de estudios superiores, ese porcentaje en 2022 del 23%, un crecimiento de 4 puntos porcentuales. El crecimiento de ese segmento ha sido tal, que ahora representa la mayoría de la población ocupada. Por el contrario, el grupo de personas con primaria completa e incompleta está reduciendo poco a poco su presencia (en conjunto, entre 2011 y 2022 se ha reducido en 6,8%).

En 2022, cerca del 47,2% de la población ocupada tiene secundaria completa o más, el 21,7% secundaria incompleta y solo el 31,1% tiene educación primaria completa o menos.

El mayor avance de esta tendencia se ha dado entre las mujeres ocupadas. En la actualidad, una de cada tres trabajadoras terminó la universidad (33%), mientras que al principio de la década eran cerca de una de cada cuatro (25.7%). Entre los hombres también ha crecido este grupo, pero de manera más moderada, pasando de 12% a 18%.

Esta tendencia puede ser un síntoma de la transformación del país hacia un sistema productivo con procesos de mayor valor agregado, en donde el conocimiento y la tecnología y, por ende, la formación académica, juegan un papel importante para la competitividad de las personas y las empresas. En este contexto, va a existir una parte de la población ocupada, aquella altamente calificada, que se beneficiará con las innovaciones en la producción y la oferta de servicios, mientras que las oportunidades laborales del segmento de más baja calificación tenderán a estancarse.

Gráfico 3. Costa Rica: población ocupada total por nivel de educación, 2010-2021



Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

La composición del empleo por rama de actividad se ha mantenido bastante estable durante los últimos 10 años (Gráfico 4). Quizás el cambio más notable es el descenso paulatino del empleo generado por el sector comercio, el cual pasó de representar un 21% en 2011 a un 17% en 2022. A pesar de la reducción en su participación, el comercio continúa siendo la principal fuente de trabajo para la mayoría de costarricenses. En contraste, una rama que parece estar experimentando un crecimiento sostenido es el de las actividades profesionales y de administración (pasó de 7% a 9% en el período).

Gráfico 4. Costa Rica: población ocupada por rama de actividad, 2011-2022

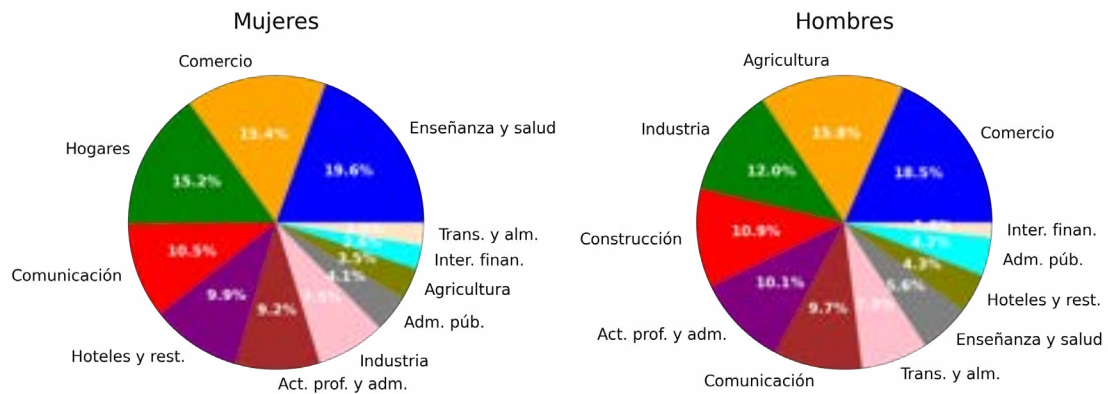


1/ Incluye explotación de minas y canteras, suministros de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado, suministros de agua, evacuación de aguas residuales y gestión de desechos y contaminación, intermediación financiera y de seguros, y administración pública.

Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

Uno de los fenómenos más comunes que se observan en los mercados laborales, particularmente los de la región latinoamericana, es la segregación laboral u ocupacional por género. La segregación en el mercado de trabajo hace referencia a la representación de hombres y mujeres en dos sentidos: trabajan en sectores distintos y ocupan cargos diferentes. Costa Rica no es una excepción, y también se observa una distribución bastante distinta por ramas de actividad económica cuando se considera el sexo de las personas (Gráfico 5). Las mujeres tienden a incorporarse más en enseñanza y salud (19,6%), comercio (15,4%), hogares (15,2%), y comunicación y hoteles (10,5%) y restaurantes (9,9%). Por otro lado, las actividades que crean más puestos de trabajo para los hombres son comercio (18,5%), agricultura (15,8%), industria (12%), construcción (10,9%) y actividades profesionales y administrativas (10,1%).

Gráfico 5. Costa Rica: población ocupada por rama de actividad según sexo, 2022 (I Trimestre)

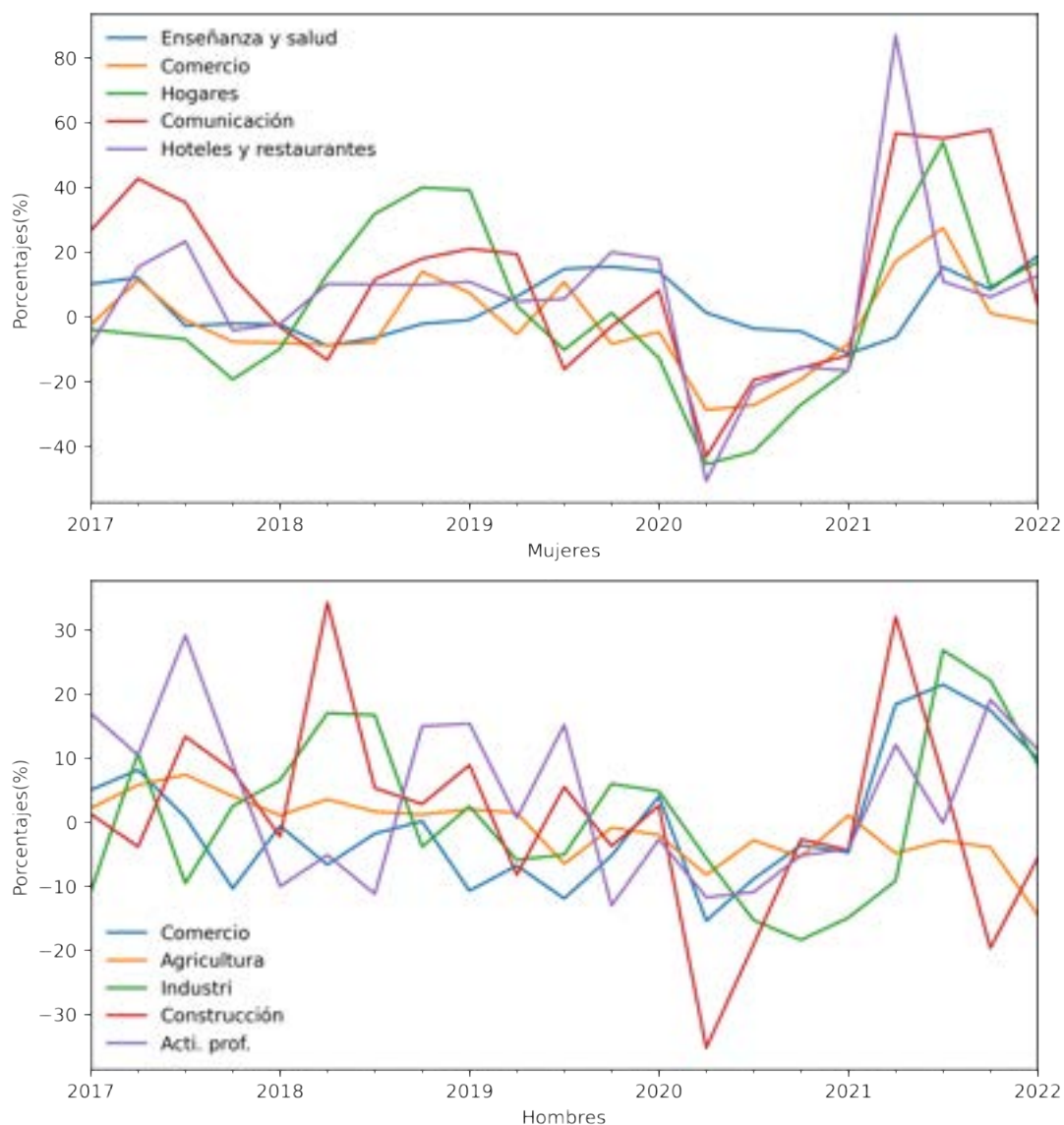


Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

Como resultado de la crisis, se dio una reducción significativa en la creación de puestos de empleo en varios sectores. Si se analiza las tasas de crecimiento del empleo por sexo y actividad económica, se puede apreciar que las caídas más dramáticas se presentaron, precisamente, en aquellas actividades en donde las mujeres tienen mayor participación. En el sector doméstico, en comunicación y en hoteles y restaurantes se observaron contracciones de los puestos de trabajo que rondaron el 50% (Gráfico 6). Afortunadamente, durante la primera mitad del 2021 se dio un fuerte efecto rebote en estas actividades. En particular, el incremento en la ocupación femenina en hoteles y restaurantes superó el 80%, aunque ya en el III trimestre de 2021 se regresó a los niveles normales.

Aunque también hubo un desaceleramiento del empleo en actividades que pueden considerarse como masculinas, este no fue tan abrupto como el de las mujeres. Caso aparte es la construcción, la cual se contrajo más de un 35%.

Gráfico 6. Costa Rica, tasa de crecimiento interanual del empleo por actividad según sexo, 2016-2022



Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

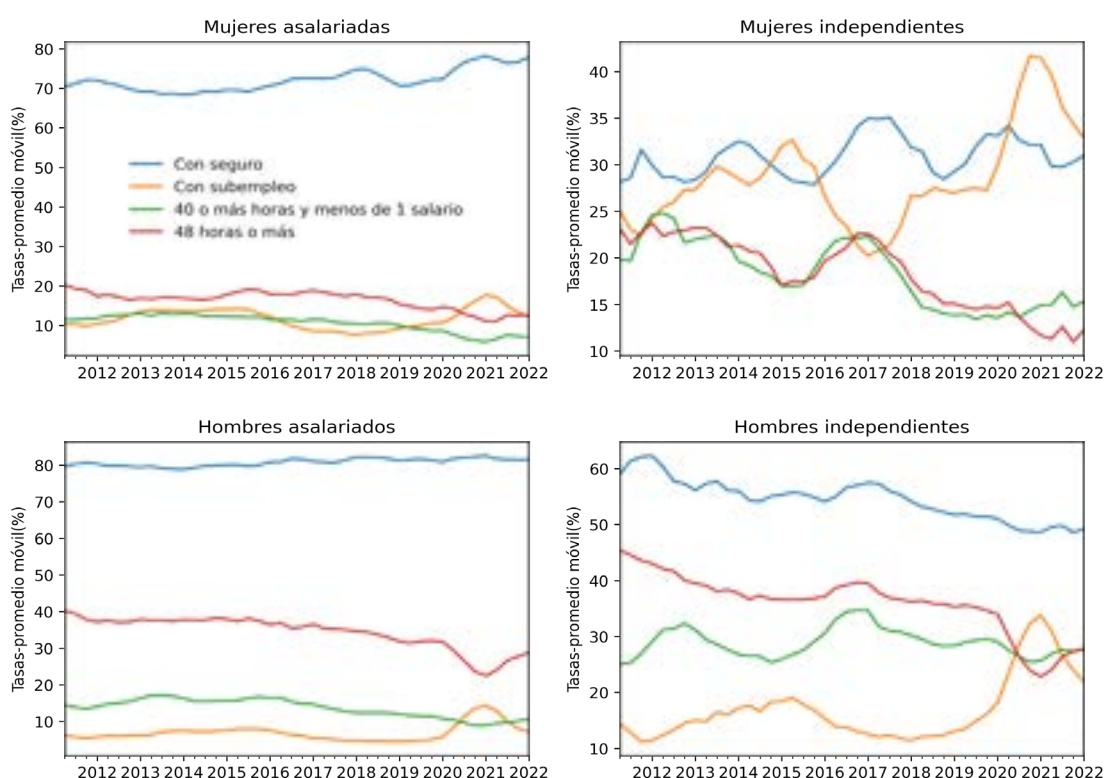
Aparte de la falta de oportunidades de trabajo que enfrenta un sector importante de la población, también es preocupante que las condiciones laborales de aquellas personas que sí consiguen empleo estén empeorando. Como se acaba de mencionar, aunque el grupo de población ocupada con alta calificación puede verse beneficiado por los cambios tecnológicos recientes, aquel de baja calificación no tiene otra opción más que incorporarse al mercado laboral en circunstancias desfavorables.

Por ejemplo, el empleo informal y el subempleo (personas que trabajan menos de 40 horas semanales pese a que desean y pueden trabajar más) aumentaron considerablemente en

2020 y esa tendencia continuó durante el 2021 (Gráfico 7). Aunque este incremento ha sido más marcado entre las personas que trabajan de manera independiente, también se ha visto un desmejoramiento del subempleo entre las personas asalariadas. Vale la pena notar que este movimiento ya se venía notando desde antes del inicio de la pandemia. A partir del pico en 2021, las personas ocupadas que sufren de subempleo han disminuido en todos los grupos (el descenso ha sido más marcado entre las personas independientes).

El nivel de aseguramiento, pese a crecer entre personas asalariadas, ha disminuido en el caso de los hombres independientes (de un 62%, desciende a cerca de un 50%), y ha sido bajo y bastante fluctuante entre las mujeres cuenta propia (se ha mantenido alrededor del 30%).

Gráfico 7. Costa Rica: población ocupada según condición de empleo por sexo, 2010-2022



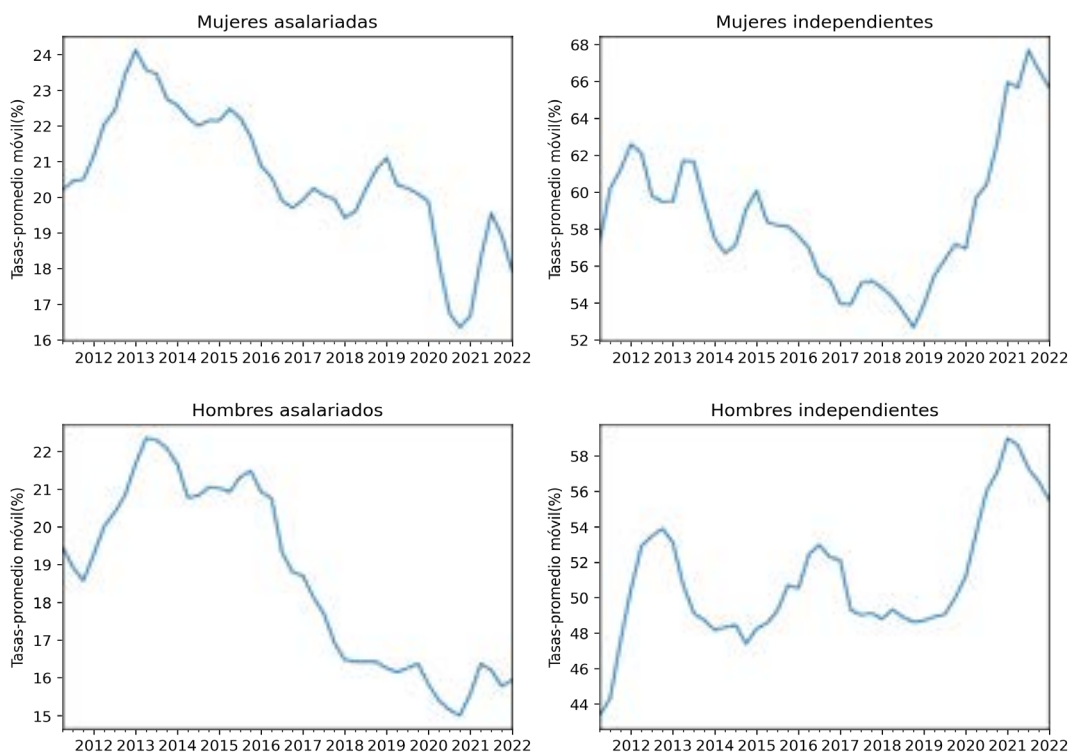
Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

Existen otros indicadores, sin embargo, que sí están experimentando una leve mejoría. Por ejemplo, el porcentaje de la población ocupada que tiene un puesto donde se trabaja más de 40 horas semanales con un salario inferior al mínimo se ha mantenido estable entre las personas asalariadas y ha disminuido entre las independientes (aunque se va visto un leve repunte a raíz de la pandemia). Al igual que ha decrecido notablemente la proporción de personas que laboran jornadas de más de 48 horas semanales.

Dicho eso, es claro que los problemas estructurales del país han generado que una parte importante de población se esté incorporando a puestos cada vez más precarios. Si bien es cierto que más personas encuentran trabajo, al hacerlo en la informalidad o en el subempleo, su promedio de ingresos se reduce más, lo que, a su vez, reduce el promedio de la economía en conjunto. Esto se vio acentuado por la crisis sanitaria, la cual disparó la proporción de mujeres y hombres independientes que ganan menos de un salario mínimo, al 68% y 56% (desde un

50% previo a la pandemia), respectivamente (Gráfico 8). Con el inicio de la normalización de la actividad económica en 2022, parece que los ingresos de la población trabajadora comienzan a finalmente a recuperarse.

Gráfico 8. Costa Rica: proporción de la población ocupada que gana menos de un salario mínimo por sexo, 2010-2022



Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

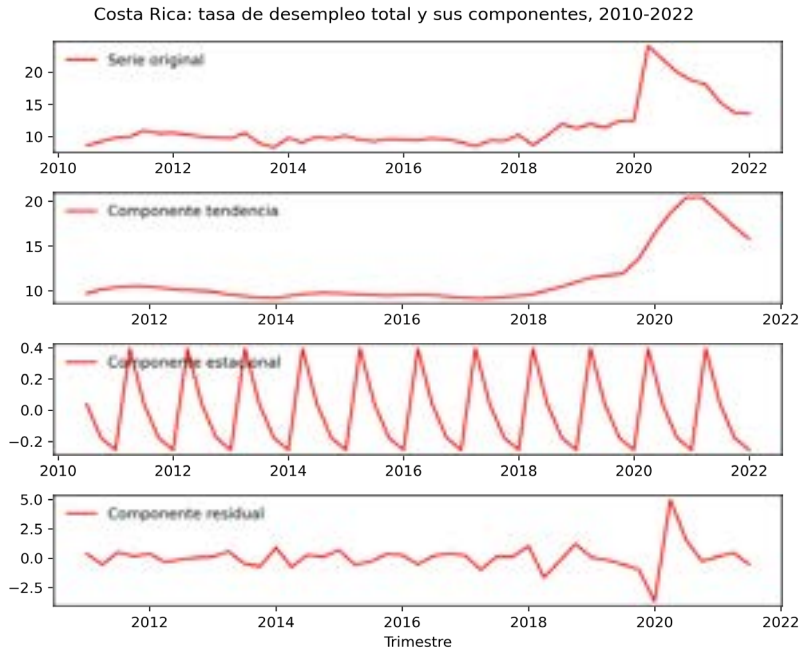
2.1.3 Perfil de la población desocupada

Antes de la pandemia por el COVID 19, Costa Rica ya tenía una situación complicada en lo que se refiere al desempleo. En el primer trimestre de 2022, la población desempleada del país se compone por 330 mil personas, lo que significa una tasa de desempleo de 13.6%. En el peor momento de la pandemia, ese número se elevó hasta alcanzar 551 mil personas desempleadas, o una tasa de 24% (Cuadro 1).

Un fenómeno interesante es que con la crisis no necesariamente las personas que perdieron su trabajo se identificaron como desocupadas, sino que más bien salieron del mercado laboral y pasaron a la condición de inactivas. La tasa de no participación laboral de los hombres creció casi 4 puntos porcentuales con respecto al año 2010. En números absolutos, la población fuera de la fuerza de trabajo alcanzó un máximo de 1,64 millones de personas en 2020 (Cuadro 1).

Ahora bien, si se analiza la tasa de desempleo en sus distintos componentes (tendencial, estacional y residual), se puede apreciar que la tendencia de este indicador ya venía en franco crecimiento desde inicios de 2018 (Gráfico 9). Cuando pareció alcanzar un pico en el último trimestre de 2019, llegó la pandemia y la tasa subió a niveles sin precedentes en la historia reciente del país. Como se indicó, el desempleo se ubica ahora en 13,6% (todavía lejos de los niveles prepandemia), pero parece estar estancándose y, si le quitamos el componente estacional, en realidad la tendencia apunta a un desempleo más cercano al 15%.

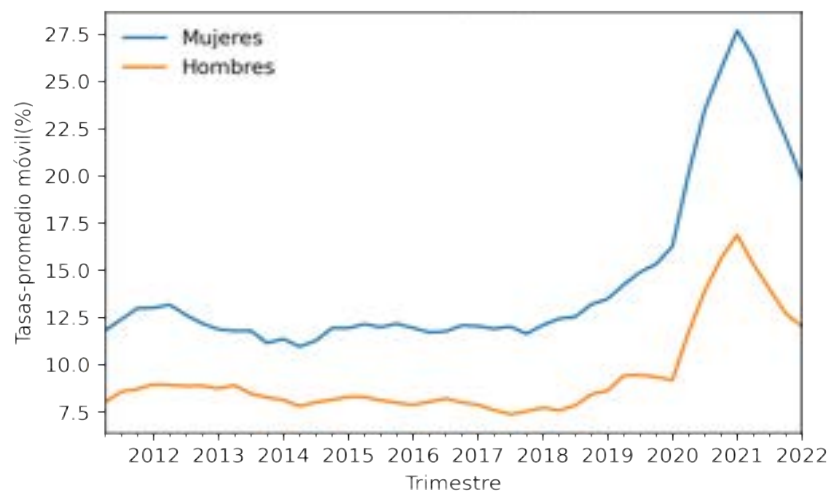
Gráfico 9. Costa Rica: tasa de desempleo total y sus componentes, 2010-2022



Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

El desempleo se está ensañando particularmente con las mujeres (Gráfico 10 y Cuadro 1). Por lo general, durante el período de referencia, las tasas de desempleo que sufren las mujeres han sido bastante superiores a las de los varones. Justo antes de la crisis, en el 2019, la tasa de desempleo femenina (15%) era 5,1 puntos porcentuales mayor a la masculina (9,9%). Esta brecha creció de manera significativa en el peor momento de la crisis, cuando prácticamente una de cada tres mujeres que querían trabajar estaban desempleadas (para el tercer trimestre de 2020, la tasa de desempleo masculina se estimó en 17,4%, mientras que la tasa de desempleo femenina fue de 29%). La incidencia del desempleo ha disminuido paulatinamente durante 2021-2022, sin embargo, todavía sigue afectando a un porcentaje relativamente alto de la fuerza del trabajo, particularmente en comparación con el promedio de la década pasada.

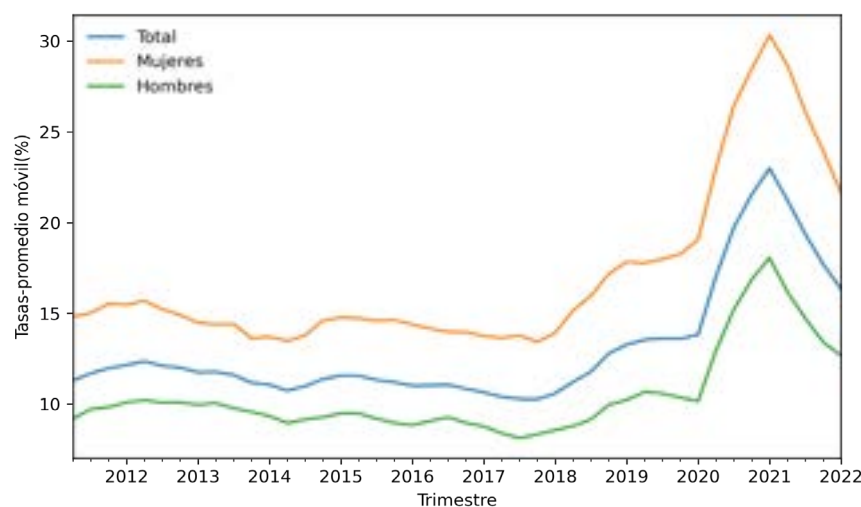
Gráfico 10. Costa Rica: tasa de desempleo por sexo, 2010-2022



Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

Un nivel de desempleo alto no solo es problemático porque es un espejo del desperdicio de talento humano, sino también porque puede provocar un efecto desalentador para las mujeres. Al analizar la tasa de desempleo ampliada (Gráfico 11), los datos revelan que este indicador es mayor entre las mujeres. Si bien esto era de esperarse, lo llamativo es que la tasa de desempleo ampliada masculina no varía mucho respecto a la abierta, lo que señala un nivel menor de desaliento entre ellos. Dicho de manera inversa, las mujeres reportan un mayor grado de desaliento; en promedio, en cada trimestre de los últimos 10 años, un 3% de ellas desistió de participar en el mercado laboral porque pensaban que no iban a encontrar un empleo. Por lo tanto, cuando se analiza la baja participación de las mujeres, además de la influencia del trabajo no remunerado, también se debe considerar la falta de oportunidades que enfrentan las mujeres.

Gráfico 11. Costa Rica: tasa de desempleo ampliada, 2010-2022

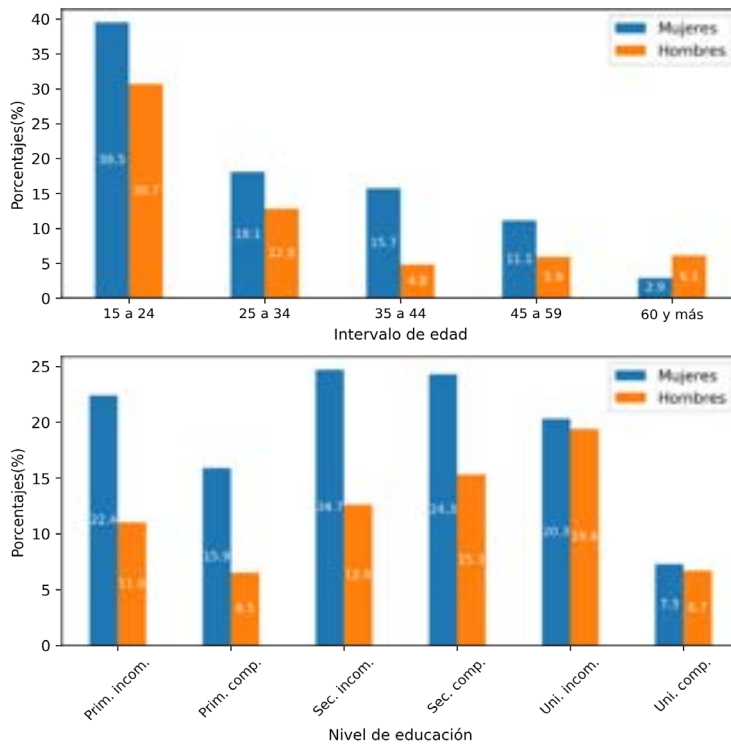


Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

Está por verse si continúa la recuperación del empleo. Lo más importante de reconocer es que, si no se atacan los factores estructurales que provocan este fenómeno, las altas tasas de desempleo seguirán atacando a segmentos numerosos de la población. La incidencia heterogénea del desempleo entre distintos grupos poblacionales es una característica para tener en cuenta, pues el impacto de la pandemia, como lo demostró la crisis económica mundial del 2008 – 2009, fue diferenciado y se ensañó con aquellas personas que ya estaban en condición más vulnerable (OIT, 2020a, pág. 3).

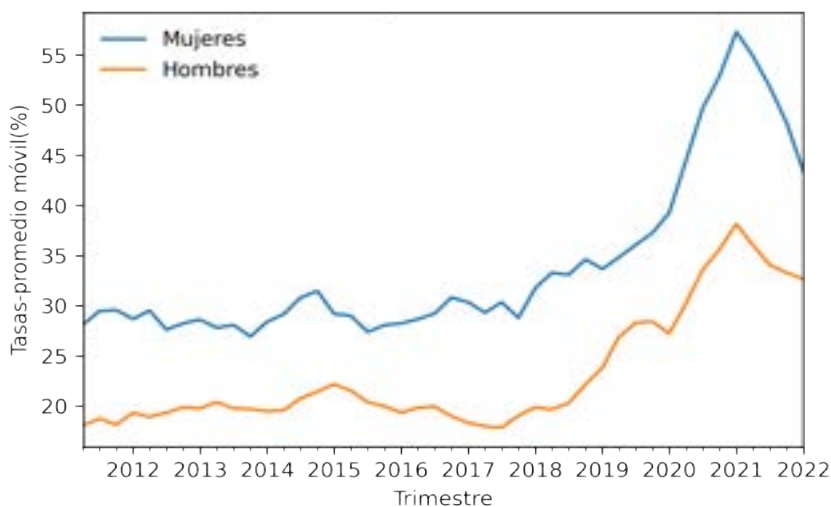
Un grupo poblacional especialmente afectado por el desempleo es el de las personas más jóvenes. Las tasas para quienes tienen entre 15 y 24 años son las más altas de todos los grupos etarios, en particular, las mujeres jóvenes (Gráfico 12). De acuerdo con la información más reciente, un 40% de las mujeres de 15 a 24 años que buscan empleo están desocupadas. Entre los hombres jóvenes ese porcentaje es 30%. Al igual que en el caso de hombres y mujeres, la brecha en el desempleo entre personas jóvenes y adultas se ha venido ampliando de manera consistente.

Gráfico 12. Costa Rica: tasa de desempleo por intervalo de edad y nivel de educación por sexo (I trimestre de 2022)



También es importante notar que el alto nivel de desocupación juvenil no puede atribuirse exclusivamente al desarrollo de la pandemia, pues este indicador venía creciendo de manera significativa desde el 2018 (Gráfico 13). Esta tendencia puede estar apuntando a la falta de oportunidades laborales que enfrentan las personas jóvenes en vista de su poca experiencia o a la escasa calificación con la que tratan de conseguir un trabajo (aunque ya se analizó que esto puede estar cambiando). En el caso de las mujeres, habría que sumar también el impacto que tienen las tareas domésticas y los cuidados sobre sus posibilidades para incorporarse al mundo del trabajo con un mejor perfil de empleabilidad. Cuanto más desigual es la distribución de las tareas domésticas dentro del hogar, mayor será la brecha de género en la participación laboral.

Gráfico 13. Costa Rica: tasa de desempleo de los jóvenes de 15 a 24 años por sexo, 2010-2022



Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2022.

En cuanto a la desocupación por nivel educativo, los datos indican que, salvo por aquellas personas que cuentan con estudios universitarios completos, las tasas de desocupación son bastante altas en todos los niveles de educación (Gráfico 12). Entre las mujeres, durante el I trimestre de 2022, el mayor desempleo se da en los grupos de mujeres que tienen educación secundaria (completa e incompleta) y universidad incompleta (25% y 20% respectivamente); en contraste, solo el 7,3% de las universitarias con título están desempleadas. En el caso de los hombres, habría que destacar que la mayor tasa de desocupación fue en el grupo de universitarios sin título (19,4%) seguido del de secundaria completa (15,3%). Solo el 6,7% de aquellos que tienen estudios universitarios completos sufre de desempleo.

Es importante recordar que cerca del 50% de la población ocupada tiene un nivel educativo igual o superior a la secundaria completa y que, por otro lado, un 60% de la población desempleada cuenta con educación secundaria incompleta o menos. Esto es un tema muy importante porque el país tiene importantes deudas en materia de acceso, cobertura y calidad educativa.

En el informe Estado de la Educación se destaca que, de acuerdo con datos del Ministerio de Educación Pública, en el año 2020 las tasas de escolaridad de los distintos niveles educativos mostraban importantes discontinuidades entre el paso de un ciclo a otro: en tercer ciclo se da una tasa de escolaridad de 75% y en la educación diversificada de solo el 54%. De manera complementaria, los datos del INEC muestran que en ese mismo año: "... menos del 60% de las personas con edades entre los 18 y 22 años señala haber finalizado la secundaria. Este porcentaje se ubica por debajo del 50% cuando se trata de personas que provienen de hogares con climas educativos bajos." (Programa Estado de la Nación, 2021, pág. 35)

Además, hay un tema muy serio de calidad: "Los desempeños generales de los estudiantes de 15 años que participan en esta prueba [PISA] siguen siendo relativamente bajos, sobre todo para alfabetización matemática, en la que un 60% de la muestra está por debajo del nivel 2, que se considera mínimo para participar de la sociedad del conocimiento" (Programa Estado de la Nación, 2021, pág. 36). Las huelgas en los años 2018 y 2019, sumadas a las medidas tomadas por la pandemia y aspectos como la brecha digital, causan un mayor rezago en aprendizajes fundamentales en español y matemática.

Estos elementos son fundamentales porque el país debe definir políticas estratégicas en un contexto complejo, en el cual hay menos población joven que ingresa al mercado laboral y que deberá sostener a una creciente cantidad de adultos mayores. Las políticas educativas, formativas, de capacitación continua y recapitación son fundamentales para mejorar la empleabilidad, la productividad de las empresas y el crecimiento de la economía.

A manera de resumen de esta sección, "... para el 2018, el mercado recobra la participación, tanto de las mujeres como los jóvenes, pero la absorción en el empleo no recobra los niveles semejantes al 2013-2014, esto se traduce en aumentos paulatinos en la tasa de desempleo. En el 2020, la pandemia intensifica los aumentos en la tasa de desempleo y se registra la tasa de ocupación más baja registrada en la serie [2010-2020], por la situación que acontece y la poca absorción de empleos del mercado laboral dada la emergencia. A partir del III trimestre [del año 2021] se va recobrando la economía sin llegar a los niveles anteriores registrados." (INEC, 2021)

2.2 Dinamismo económico y apuestas estratégicas

La pandemia por el COVID-19 ha tenido claras repercusiones en los flujos de comercio mundial y en las economías de los países. Costa Rica ha tenido que enfrentar una serie de desafíos como la afectación de las cadenas de suministros y la implementación de medidas sanitarias para la contención del virus que han tenido un impacto en el dinamismo de los sectores productivos. Sin embargo, la economía ha mostrado una gran resiliencia e incluso algunos sectores han mostrado un comportamiento especialmente positivo en este contexto, destacando casos como el de la industria médica y los servicios intensivos en conocimientos.

A continuación, se analiza el aporte de las distintas actividades económicas al PIB, la evolución de los sectores exportadores, el comportamiento de la inversión extranjera directa y temas de encadenamientos productivos. Esta caracterización se basa en datos primarios y secundarios, pero además se ve enriquecida por un proceso de consulta a instituciones clave en el país. Toda la información recogida es clave para comprender la selección de industrias para el estudio y el posterior análisis de necesidades formativas.

2.2.1 Economía Nacional: sectores ganadores durante la pandemia

En el segundo trimestre del año 2020, como consecuencia de la crisis sanitaria y económica provocada por la Pandemia del COVID 19, el PIB registró una caída interanual de 7,6% y, como se destacó en el apartado anterior, la tasa de desempleo aumentó a 24,4% en el trimestre móvil concluido en el mes de julio. Sin embargo, para finales de ese mismo año, se registraba una reducción del desempleo al 21% y la tasa interanual pasó a un -4,7.

Por componentes del gasto, esa contracción económica se explica tanto por la caída de la demanda interna (fundamentalmente en el consumo de los hogares y en la inversión) como externa (principalmente el desplome en la exportación de servicios vinculados al turismo y al transporte de mercancías). Por actividad económica, claramente los servicios fueron los más afectados en este contexto, por las medidas sanitarias aplicadas para tratar de contener la pandemia, como el cierre de fronteras, la restricción vehicular y el cierre obligatorio de establecimientos.

Como se aprecia en el cuadro 2, el impacto fue mayor en los servicios de alojamiento y restaurantes (-40,7), transporte y almacenamiento (-22,3%), construcción (-10,5%) y comercio (-10%). Por otro lado, las actividades relacionadas a manufactura y servicios de información y comunicación registraron cifras positivas en este contexto.

Cuadro 2. Costa Rica: PIB y valor agregado según actividad económica. Variación interanual en porcentajes. 2019-2020

Actividad/ Año	PIB	Agricultura	Manufactura	Construcción	Comercio	Transporte	Hoteles y restaurantes	Servicios empresariales	Otros ¹
2019	2,2	-1,2	1,9	-8,3	-0,5	1,3	2,2	4,7	3,5
2020	-4,5	-0,9	3,3	-10,5	-10,0	-22,3	-40,7	-0,9	-2,2

¹ Incluye las actividades de minas y canteras, electricidad y agua, información y comunicaciones, financieras y seguros, inmobiliarias, administración pública, educación y salud, artísticas y de entretenimiento, hogares como empleadores, otros servicios personales e impuestos a los productos y las importaciones.

Fuente: (BCCR, 2021a, pág. 29)

En el caso de la actividad “servicios de información y comunicaciones”, el crecimiento en la demanda de servicios de telecomunicaciones (celular e internet), consecuente con el incremento en la modalidad del teletrabajo, los programas de educación remota, el aumento del comercio electrónico, los servicios digitales y las transferencias electrónicas, incidieron en su comportamiento positivo (2,3%). Por otro lado, el crecimiento de la “manufactura” (3,3%), estuvo determinado por la producción de empresas amparadas a regímenes especiales de comercio y en particular por las empresas de dispositivos médicos, cuyo comportamiento más que compensó la caída en la producción de las empresas del régimen definitivo (afectadas por eventos como la restricción comercial dispuesta por el Gobierno panameño –especialmente sobre productos de origen agropecuario- y los bloqueos alrededor del país en protesta a la negociación con el FMI).

Con la información disponible a enero de 2021, el BCCR estimó una recuperación económica gradual para el bienio, con una tasa de crecimiento real del PIB de 2,6% en 2021 y 3,6% en 2022. Esa recuperación y el crecimiento proyectados se sustentan en el efecto positivo de la mejor coyuntura externa, condiciones crediticias expansivas para reanudar los proyectos de inversión que se habían detenido o postergado el año anterior y la recuperación de la confianza de los agentes económicos con el avance de la campaña de vacunación (BCCR, 2021a, pág. 12).

Siempre en el ámbito de proyecciones, por actividad económica, si bien se espera una recuperación generalizada en todas las actividades, el crecimiento económico **estaría liderado por la manufactura y los servicios empresariales**. La actividad manufacturera crecería por el impulso de la demanda externa de productos elaborados por empresas del régimen especial y, en menor medida, por la mejora esperada en la demanda interna por la recuperación de la actividad agrícola y de la construcción. Adicionalmente, los servicios empresariales crecerían en promedio 3,1% en este bienio, por el impulso de las actividades de consultoría, administrativas y de apoyo a empresas, así como de los servicios de publicidad, seguridad e investigación (pág. 69).

En la revisión realizada al Programa Macroeconómico en julio de 2021, destaca que las proyecciones de crecimiento son significativamente mejores a lo previsto, como consecuencia del mejor desempeño de la economía costarricense durante ese año y la mejora en las perspectivas para la economía mundial. La estimación de crecimiento del PIB para 2021 pasa de 2.6% a 3.9%.³ En general todas las industrias se recuperan, salvo construcción, con una fuerte aceleración en manufactura (BCCR, 2021c). En esta revisión, se confirma el liderazgo de las industrias de manufactura, información y comunicaciones y servicios empresariales (cuadro 3).

Cuadro 3. Costa Rica: PIB y valor agregado por industria, en volumen. Variación interanual en porcentajes^{1/}

	Promedio 2016-2020	Variación %			Aporte p.p.		
		2020	2021	2022	2020	2021	2022
PIB	3,4	-4,1	3,9	3,7	-4,1	3,9	3,7
Agricultura	1,9	0,3	2,3	2,3	0,0	0,1	0,1
Manufactura	1,9	4,0	10,5	6,2	0,5	1,3	0,9
Construcción	-1,5	-4,6	-1,3	3,8	-0,2	-0,1	0,2
Comercio	3,6	-9,7	5,8	2,8	-0,9	0,5	0,2
Transporte	4,2	-22,5	5,8	4,5	-1,0	0,2	0,2
Hoteles y restaurantes	2,9	-44,9	6,7	15,3	-1,5	0,1	0,3
Serv. Empresariales	6,9	-0,3	3,0	3,0	0,0	0,4	0,4
Resto ^{2/}	3,5	-1,9	2,5	3,0	-1,0	1,4	1,4

1/ Estimación II semestre del 2021.

2/ Minas y canteras, electricidad y agua, actividades inmobiliarias, información y comunicaciones, intermediarios financieros y seguros, administración pública, educación y salud, actividades artísticas, de entretenimiento, recreativas, hogares como empleadores y otros servicios; e impuestos sobre importación y productos. Fuente: (BCCR, 2021c, pág. 100)

3 Con este resultado, el país alcanzaría el nivel de producción trimestral previo a la pandemia en el cuarto trimestre de este año, pese a que el país, a diferencia de otros en el mundo, no pudo aplicar una política de agresivos estímulos fiscales. Asimismo, la senda del crecimiento continuaría en el próximo año, con una variación prevista en la actividad económica de 3,7%

En el tercer trimestre del año 2021, la recuperación económica se ha extendido a la mayoría de las industrias productivas del país. Sin embargo, en algunas actividades económicas los niveles de producción aún son inferiores a los registrados en la prepandemia: hoteles y restaurantes, administración pública y otros servicios (que incluyen las actividades artísticas, de entretenimiento y deportivas, entre otras).⁴

De manera general, el BCCR confirma que se ha logrado "... un crecimiento robusto. En agosto de 2021, la tendencia ciclo del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) aumentó 11,6% con respecto al mismo mes del año previo y por cuarto mes consecutivo crece a tasas de dos dígitos. Además, el crecimiento medio de enero a agosto del 2021 en comparación con el del mismo periodo del 2020 se ubicó en 6,4%. Se debe tomar en consideración que en el 2020 la producción experimentó una fuerte contracción derivada de la crisis sanitaria. Por lo tanto, inevitablemente las tasas de crecimiento interanual contienen un "efecto base" o rebote. Una forma de aislar ese factor es calcular la variación de la actividad económica en el más corto plazo. Si se utiliza la variación trimestral anualizada de la serie ajustada por estacionalidad, se obtiene que la producción creció 11,7 % en el trimestre que termina en agosto 2021 y por quinto mes consecutivo crece a una tasa de dos dígitos [...]. Ello indica que la recuperación ha mantenido hasta agosto un fuerte impulso." (BCCR, 2021b, págs. 2-3)

Sin embargo, en el año 2022 se enfrenta un panorama bastante complejo. En el Informe de Política Monetaria del Banco Central, con datos al mes de abril de 2022, se indica que el año arranca con un contexto internacional sumamente complicado, ya que la mayor parte del primer cuatrimestre ha estado marcada por el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania. Si bien ambos países son economías relativamente pequeñas y poco vinculadas a las cadenas globales de suministro más sofisticadas, son exportadoras importantes de materias primas (petróleo, gas, granos básicos, metales) e insumos (fertilizantes). Además, el impacto económico más importante de la guerra viene por disrupciones directas a la producción, por sanciones y por respuestas de compradores occidentales para evitar riesgos reputacionales.

En general, esta situación se ha traducido en una mayor inflación y menor crecimiento de la economía mundial. En el contexto interno, la combinación de los canales comercial y financiero lleva a presiones adicionales sobre la inflación, tasas de interés y sobre el tipo de cambio, así como a un menor nivel del PIB.

Al mismo tiempo, se debe recordar que el panorama en torno a la pandemia es incierto. Si bien se han flexibilizado medidas, el monitoreo continúa.

En ese informe, el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) del 2021 se revisó al alza en 0,2 p.p., para ubicarlo en 7,8%. En los primeros meses del 2022 continuó el dinamismo en la producción, impulsado por el consumo de los hogares, la inversión privada y el comercio exterior. Incluso al primer trimestre del 2022 el PIB registró una variación de 6,9% interanual, cifra que es superior en 5,3 p.p. respecto al mismo trimestre del año 2019.

Sin embargo, a nivel de proyecciones, el crecimiento de la economía para el 2022 se revisa a la baja como resultado de la desaceleración de la economía internacional y del incremento en los precios de las materias primas, así como de una mayor incertidumbre global. Pasa de 4,5 en octubre de 2021 a 3,4 en abril de 2022.

Por actividad económica, se refleja en un menor dinamismo en actividades como la construcción y hoteles y restaurantes, ante la caída en la inversión pública y la desaceleración en el ingreso de turistas.

⁴ La caída en los servicios de administración pública es producto de las medidas de austeridad fiscal aplicadas por parte del Ministerio de Hacienda, en el marco de la aplicación estricta de la regla fiscal.

Cuadro 4. Producto Interno Bruto por actividad económica. Variación anual (%)

	IPM abril 2022 Variación %			IPM enero 2022 Variación %		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
PIB	7,8	3,4	3,9	7,6	3,9	4,0
Agricultura	3,8	2,2	2,5	3,6	2,8	2,5
Manufactura	13,3	3,8	5,2	12,8	4,5	6,0
Construcción	5,4	0,8	2,0	5,8	2,4	3,7
Dest. Privado	12,8	2,3	2,1	10,9	2,3	2,7
Dest. Público	-27,9	-9,8	0,7	-17,1	3,0	9,8
Comercio	8,3	2,8	3,0	8,9	3,0	3,0
Transporte	23,9	4,9	3,7	23,3	5,1	3,8
Hoteles y Rest.	21,1	14,5	22,0	17,6	19,2	20,9
Ser. empresariales	8,5	4,2	5,5	9,1	4,9	4,8
Resto ^{1/}	5,0	2,8	2,6	4,6	3,1	2,6

1/ Minas y canteras, electricidad y agua, actividades inmobiliarias, información y comunicaciones, intermediarios financieros y seguros, administración pública, educación y salud, actividades artísticas, de entretenimiento, recreativa; Hogares como empleadores, e impuestos sobre importación y productos.

Fuente: (BCCR, 2022, pág. 88)

En particular, en el caso de la industria manufacturera, en el 2021 se registra un crecimiento interanual del 3,1%, impulsado en buena medida por las exportaciones de las empresas del régimen especial (principalmente de insumos médicos) así como también del régimen definitivo. Para el bienio 2022-2023, se estima para la actividad de Manufactura un crecimiento medio de 4,5%, positivo, pero más moderado con respecto al 2021 (13,3%), sustentado en la evolución prevista de la economía de los socios comerciales, así como del crecimiento esperado de la demanda interna vinculada con las actividades agropecuaria y de la construcción.

El dinamismo de los servicios empresariales estaría determinado por la evolución esperada de las actividades internas y vinculadas al comercio exterior. Particularmente destacan los servicios de consultoría, publicidad, apoyo a empresas y alquiler de vehículos y agencias de viajes. Para el bienio 2022-23 se estima un crecimiento promedio del 4,9% por año.

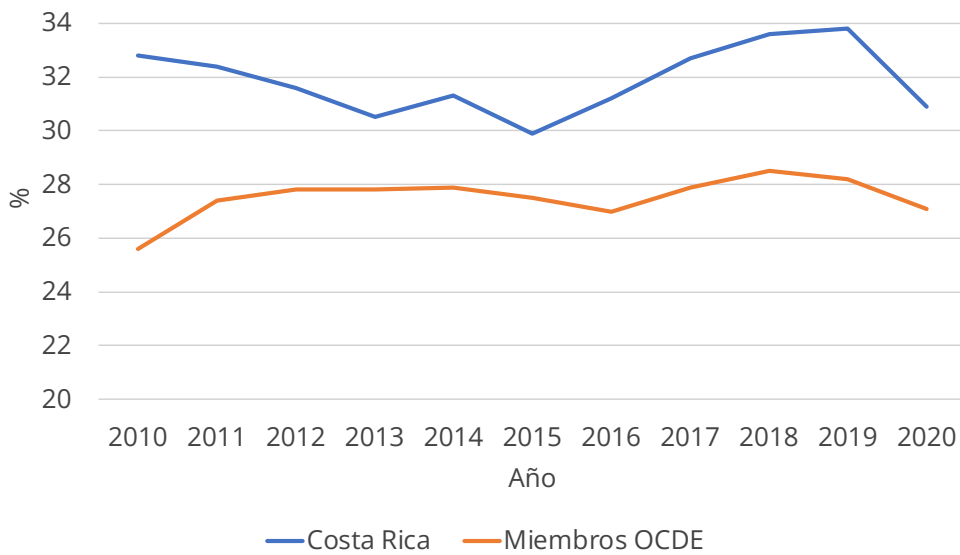
Destaca que la actividad de Información y comunicación crecería 5,0% y 4,5% en el 2022 y 2023, respectivamente, por el aumento en los servicios de programación y consultoría informática. Además, se espera un aumento en la producción de los servicios de telefonía móvil e internet.

2.2.2 Evolución de exportaciones de bienes y servicios

La pandemia provocó una disrupción en la economía global que no tiene precedentes y que ha tenido claras repercusiones en los flujos de comercio mundial. Costa Rica tuvo que enfrentar una serie de retos ligados a la implementación de las medidas sanitarias de contención y a la afectación en las cadenas de suministro. No obstante, la economía mostró resiliencia y cerró el año 2020 con números positivos en términos de exportaciones (PROCOMER, 2021, pág. 5).

Datos del Banco Mundial muestran la importancia de las exportaciones de bienes y servicios en Costa Rica, como porcentaje del PIB, ubicándose incluso por encima del promedio de países de la OCDE. Por eso, a continuación, se analiza su evolución.

Gráfico 14. Costa Rica y países miembros de la OCDE: exportaciones de bienes y servicios como porcentaje (%) del PIB, 2010-2020

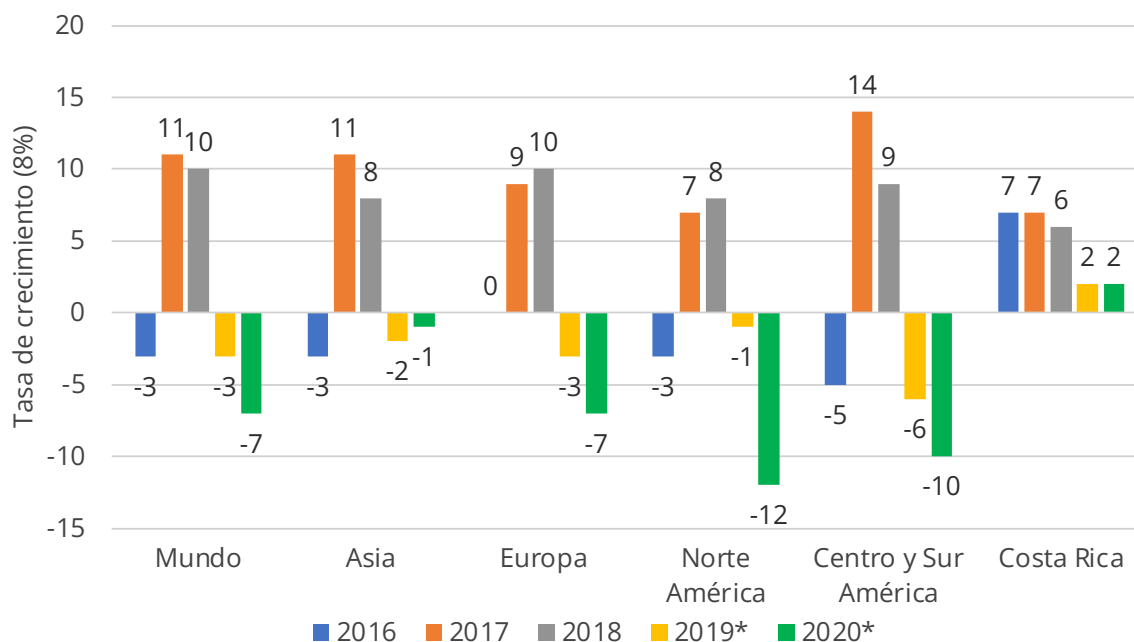


Fuente: Banco Mundial. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NE.EXP.GNFS.ZS?end=2020&locations=OE-CR&start=2010>

Exportación de bienes

Producto de la pandemia, las exportaciones mundiales de bienes sufrieron un decrecimiento de 7,4%, si se le compara con las cifras de 2019. Sin embargo, si bien los flujos de exportaciones por región muestran decrecimientos del orden de hasta 12% (Norteamérica); en el caso de Costa Rica se registró un crecimiento positivo de 2% (gráfico 15).

Gráfico 15. Mundo: Crecimiento del valor de las exportaciones de bienes por región de origen 2016-2020/ Variación porcentual



¹/Cifras preliminares, sujetas a revisión. En el caso de Costa Rica las exportaciones fueron ajustadas con las disposiciones del MBP6; mientras que las cifras mundiales, cumplen con los estándares de acuerdos internacionales establecidos por las Naciones Unidas.
Fuente: (PROCOMER, 2021, pág. 3)

La Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER), indica que las exportaciones de bienes en 2020 registraron un valor de US\$11 688 millones, superando en 1,9% el valor exportado en 2019 (US\$ 11.469 millones) y en un 14,1% el promedio del valor exportado observado en los últimos siete años (US\$ 10.241 millones).

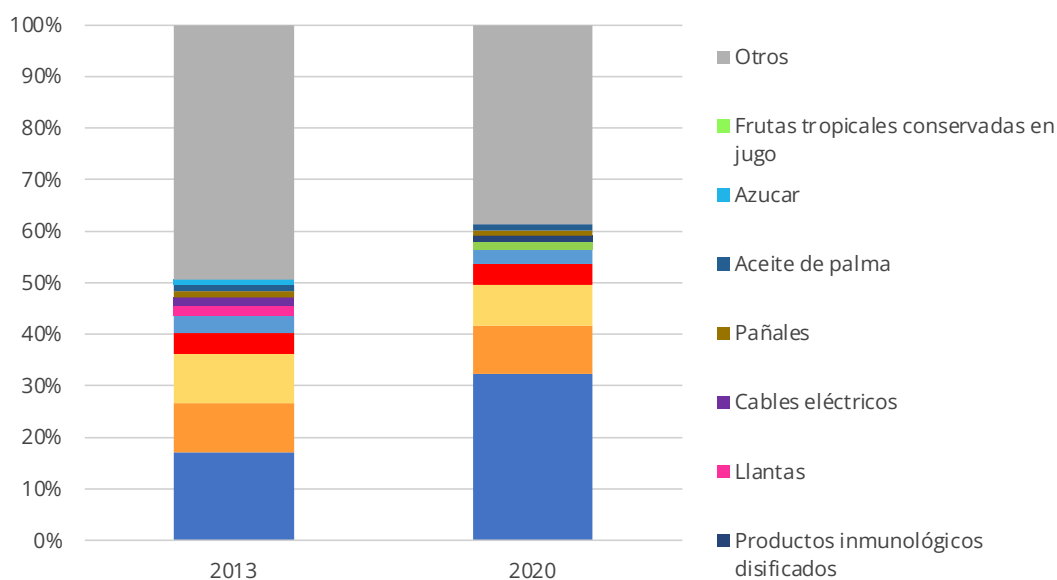
Durante ese periodo, si bien todos los sectores mostraron un aumento en el valor total de sus exportaciones, la participación relativa cambió. Se identifica un aumento de un 8% en el caso del sector de manufactura (pasando de representar el 51% al 59% entre 2013 y 2020) y una disminución en los sectores agrícola (de un 32% a un 27%) y alimentario (de un 17% a un 14%).

El crecimiento general de las exportaciones totales en el periodo 2013-2020 se explica principalmente por el incremento en su valor.⁵ Incluso en años recientes (2019-2020) el volumen de las ventas decreció un 2%, debido a que el país ha pasado a exportar bienes con mayor nivel de sofisticación, como dispositivos médicos que han adquirido mayor valor en el tiempo. Por ejemplo, el precio por tonelada vendida de estos productos ha aumentado significativamente su valor cuando se compara 2013 con 2020, al pasar de US\$67 mil a US\$121 mil.

Tal y como se aprecia en el gráfico 16, los dispositivos médicos se mantienen como el producto de mayor exportación, pasando de representar un 17% del total exportado en 2013, a un 32% en 2020. Este comportamiento se explica por dos factores fundamentales: a) el país se ha convertido en un receptor de inversión extranjera de empresas que suplen la demanda internacional del sector de equipo de precisión y médico; y b) ha incrementado el valor de estos bienes. Siguen en importancia productos como el banano, la piña y las preparaciones alimenticias.

⁵ Aunque en el periodo 2016-2017 también se registró un aumento en el volumen de las exportaciones.

Gráfico 16. Principales productos exportados, 2013 y 2020¹

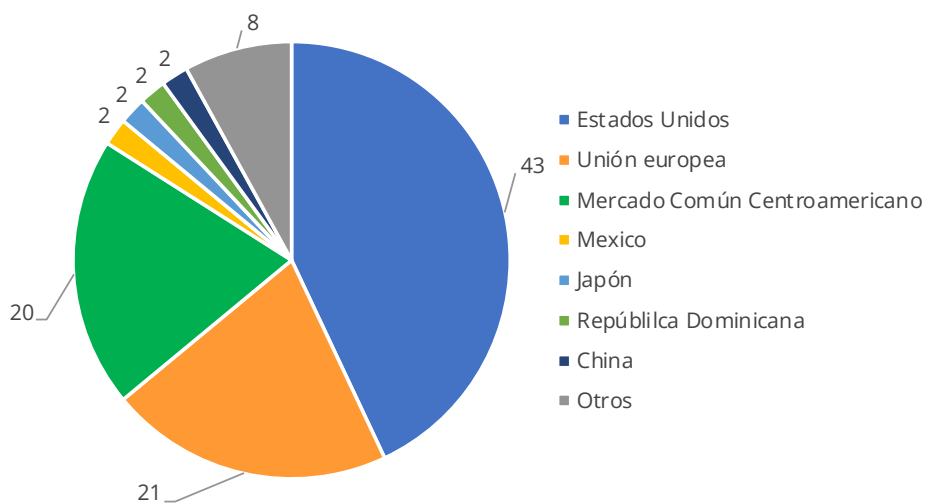


1/ Datos preliminares sujetos a revisión
Fuente: elaboración propia a partir de (PROCOMER, 2021, pág. 7)

En términos de crecimiento absoluto en el valor, los cuatro productos de exportación con mayor crecimiento en 2020 fueron dispositivos médicos (+US\$319 millones), banano (+US\$70 millones), café (+US\$ 52 millones) y partes y accesorios de máquinas (+US\$41 millones).

Entre los socios comerciales de Costa Rica, Estados Unidos se sigue posicionando como el principal comprador de bienes, con una participación relativa del 43%. Destaca también la Unión Europea, que se posiciona como segundo socio en importancia para el 2020 con un 21%, seguido del Mercado Común Centroamericano (MCCA) con una participación relativa del 20% del total en 2020. El restante 17% de las exportaciones del país se encuentra repartido entre México (2%), Japón (2%), República Dominicana (2%), China (2%), CARICOM (1%), Corea (1%) y Canadá (1%), así como otros destinos que incluyen más de 100 países distintos (6%).

Gráfico 17. Costa Rica: Exportaciones por socio comercial, 2020¹



1/ Datos preliminares sujetos a revisión
Fuente: elaboración propia a partir de (PROCOMER, 2021, pág. 10)

“Gracias al arduo trabajo de todo el sector exportador, [de] **enero a diciembre del 2021**, las exportaciones de bienes costarricenses tuvieron un repunte de **24% en relación con el 2020**, el mayor crecimiento de los últimos 15 años en el país, con un valor total exportado de **US\$14.553 millones.**” (Procomer, 2022). Siempre liderado por los productos de dispositivos médicos.

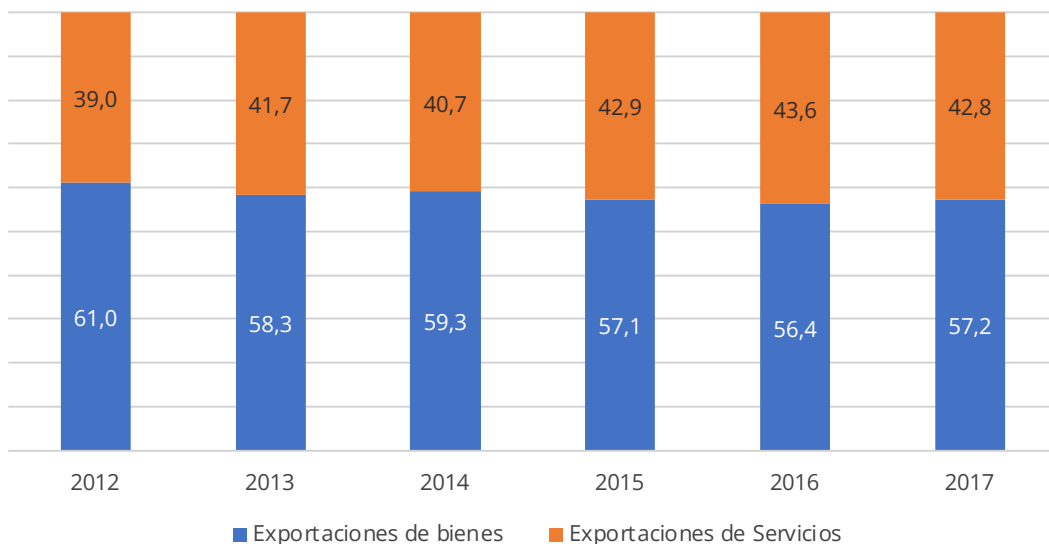
Exportación de Servicios

Entre los años sesenta y ochenta la economía costarricense dependía claramente de las industrias agrícola y manufacturera. Sin embargo, el modelo de apertura económica en el ámbito comercial y financiero adoptado a inicios de la década de los noventa propició el aumento en los flujos de inversión extranjera directa (IED), el auge de los regímenes especiales (zona franca y perfeccionamiento activo) y la firma de tratados comerciales con distintos países. Este enfoque de mayor inserción a los mercados externos resultó, entre otras cosas, en una mayor importancia relativa de las actividades de servicios en la estructura productiva del país y en las exportaciones.

Además, en años recientes, el desarrollo de las tecnologías de información y la comunicación han proporcionado una mayor versatilidad al sector servicios, permitiendo su oferta y entrega por canales digitales. Estas tecnologías han facilitado, por ejemplo, el traslado de investigaciones, de programas informáticos o la contabilidad de las empresas.

La actualización del año de referencia de las Cuentas Nacionales del Banco Central de Costa Rica al 2012 y su posterior actualización al 2017, evidenció que, en ese año, los servicios llegaron a representar alrededor del 47,2% del Producto Interno Bruto (PIB). De esta forma, las exportaciones de bienes y servicios, que son un componente importante en la demanda agregada de la economía costarricense han reflejado este cambio estructural. En el año 2017 las exportaciones de bienes y servicios sumaron 11.252 millones de colones, de los cuales el 42,8% correspondió a servicios.

Gráfico 18. Costa Rica: Exportaciones totales separadas por bienes y servicios, porcentajes. 2012-2017



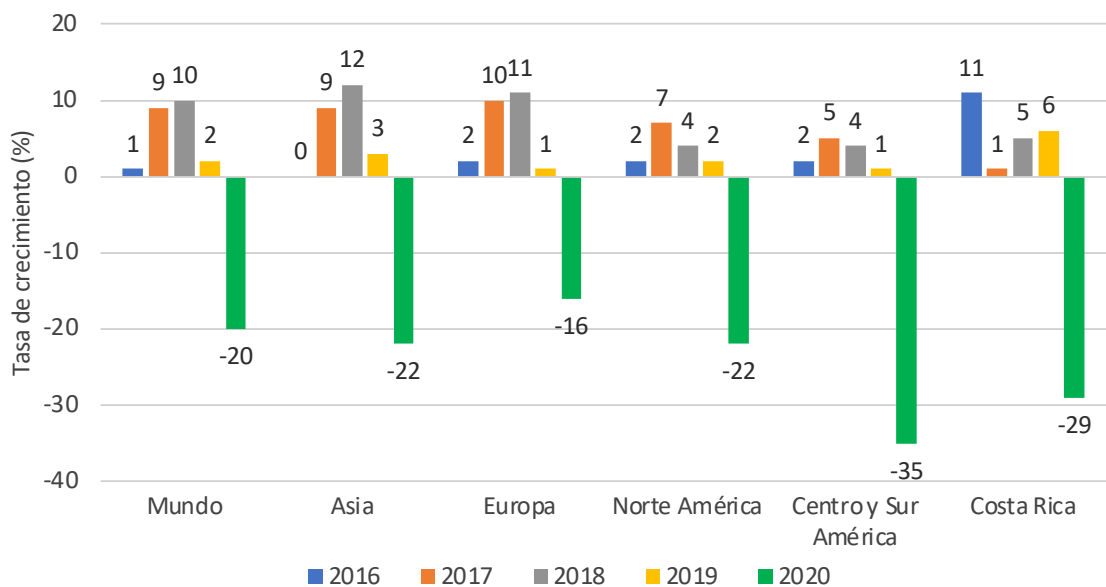
Fuente: (Pierce, 2021, pág. 6)

Del total de exportaciones de servicios de Costa Rica para el año 2017, el 54,2% tenía como destino a los Estados Unidos, 16,8% a Europa, 11,9% al resto de América, 5,2% a Centroamérica y un 1,8% a otros destinos. El 10,1% restante, no fue posible identificar el destino.

En 2019, las exportaciones de servicios, como porcentaje del total de las exportaciones del país, prácticamente duplicaron el promedio de las exportaciones de servicios de los países de la OCDE (46% frente a 27%) (CINDE, 2019, pág. 6). Para esa fecha, Costa Rica había logrado robustecer con éxito las ventas al exterior de servicios de alto valor agregado (servicios empresariales e informática), sin que esto hubiese significado una caída del sector de viajes (turismo, educación, negocios y salud) (PROCOMER, 2021, pág. 14).

En el año 2020 las exportaciones de servicios sufrieron una caída de 29% respecto al año anterior, lo que representó un decrecimiento mayor que el promedio mundial (20%). Su participación en las exportaciones totales (bienes más servicios) pasó de 46% a 37%, fundamentalmente por el impacto de la pandemia en los sectores de viajes y transporte.

Gráfico 19. Mundo: Crecimiento anual de las exportaciones de servicios, por región de origen, 2016 – 2020¹

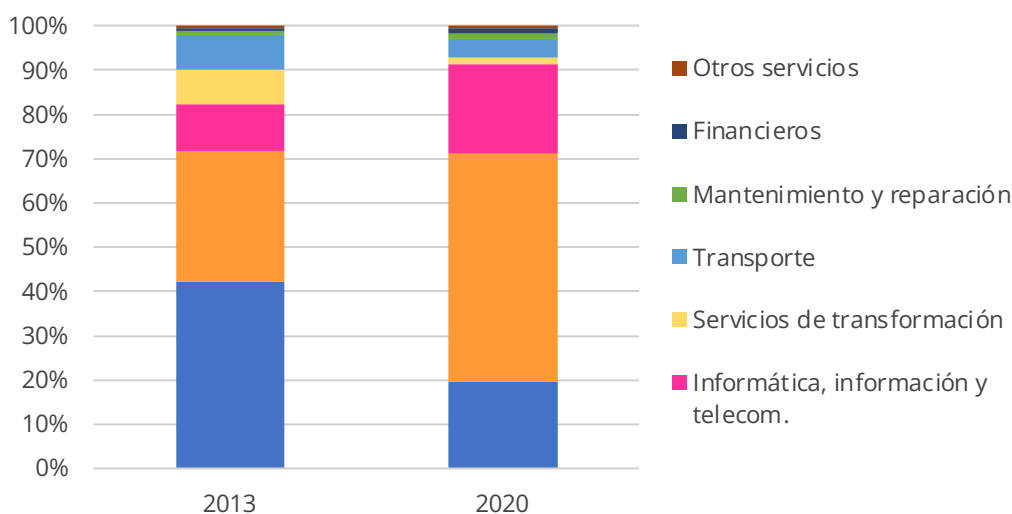


¹/Cifras preliminares, sujetas a revisión.
Fuente: (PROCOMER, 2021, pág. 4)

Sin embargo, el buen desempeño del sector exportador de plataforma empresarial y actividades como los centros de soporte técnico, los centros de servicios empresariales, el desarrollo de software, la animación digital e ingeniería se mantuvieron en el 2020, lo cual fue esencial para disminuir el impacto negativo en el sector servicios (PROCOMER, 2021, pág. 13).

En este sentido, es fundamental señalar que, entre los años 2013 y 2020, las exportaciones de servicios experimentaron cambios en su composición, los más recientes incluso asociados a la pandemia. El sector de viajes forma parte de los más afectados por las restricciones sanitarias, experimentando un fuerte declive en sus ventas (gráfico 20).

Gráfico 20. Costa Rica: exportaciones de servicios, participación relativa según servicio, 2013-2001



1/Cifras preliminares, sujetas a revisión. Fuente: (PROCOMER, 2021, pág. 14)

Los servicios empresariales y los de informática, información y telecomunicaciones han crecido de manera robusta en los últimos años -incluso por encima del crecimiento del sector-, con lo cual su participación dentro de las exportaciones ha variado considerablemente. En el 2020, el sector de servicios empresariales y de informática, información y telecomunicaciones pasó de 42% a 72%, creciendo un 3,9% respecto al 2019. Mientras que el sector de viajes pasó de una participación del 40% a una del 20% (pero se espera retome su tendencia secular de largo plazo en los próximos años).

“... las exportaciones de servicios al III trimestre del año anterior [2021] presentan un incremento de 6%, llegando a la suma de \$6.451 millones, \$369 millones más que el mismo periodo del 2020. Al analizar los datos excluyendo la categoría de viajes, el crecimiento es de un 9%.

*Esta recuperación de los servicios se atribuye al buen desempeño de servicios intensivos en conocimiento tales como los empresariales, tecnologías de información y comunicación, así como los de transformación; los cuales han tenido un crecimiento promedio anual 2019-2021 (III trimestre) de **4%, 11% y 54%**, respectivamente.” (Procomer, 2022)*

Un análisis realizado por el Departamento de Investigación Económica del Banco Central, con base en la matriz insumo producto, sugiere que los servicios tienen características que podrían funcionar como un seguro ante choques adversos, ya que “... la transformación hacia servicios ayudó a limitar el impacto de la pandemia. Esto podría explicarse ya que muchas de sus labores pueden llevarse a cabo en modalidad de teletrabajo, no requiere de un flujo de insumos como si lo hace la manufactura y su demanda puede ser más flexible tanto en el tipo de servicios como en los diversos países suplidos.” (Brenes, 2021, págs. 27-28)

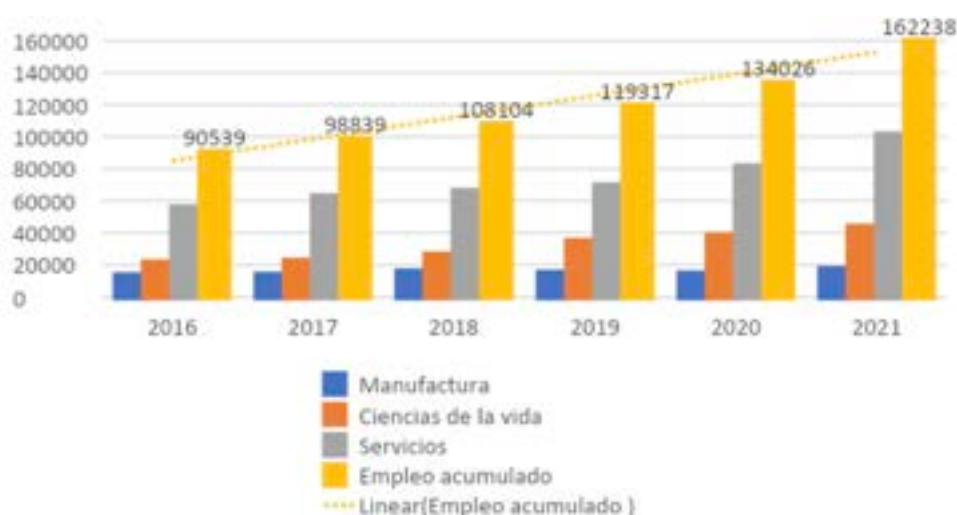
De manera complementaria, Pierce, Ramírez y Sandí destacan que las exportaciones de servicios son una apuesta estratégica porque han generado importantes resultados y tienen gran potencial de crecimiento por las características del país, del talento humano y la penetración tecnológica.

“Las exportaciones de servicios han constituido para el país una oportunidad de inserción exitosa en los mercados internacionales y de desarrollo económico. En definitiva, es una de las industrias con mayor potencial y crecimiento, debido a diversos factores como las cualidades del recurso humano, la coincidencia horaria con principales mercados y la estabilidad política y económica del país. Adicionalmente, los avances en las tecnologías de información y telecomunicaciones facilitan la exportación de servicios y a su vez su producción, variedad y calidad. Todo lo cual ha redundado en una mayor diversificación en los servicios brindados y en la forma de suministro, en particular aquellos canalizados mediante tecnologías de la información y comunicación (TIC).” (Pierce, 2021, pág. 3)

2.2.3 Evolución de la Inversión Extranjera Directa (IED) en Costa Rica

De acuerdo con CINDE, en el año 2021 la IED logró generar un total de 22.461 empleos, con una ganancia neta de empleos de 19.725 (básicamente en los sectores de ciencias de la vida y servicios – ver gráfico 21), para un acumulado de 162.238 empleos.

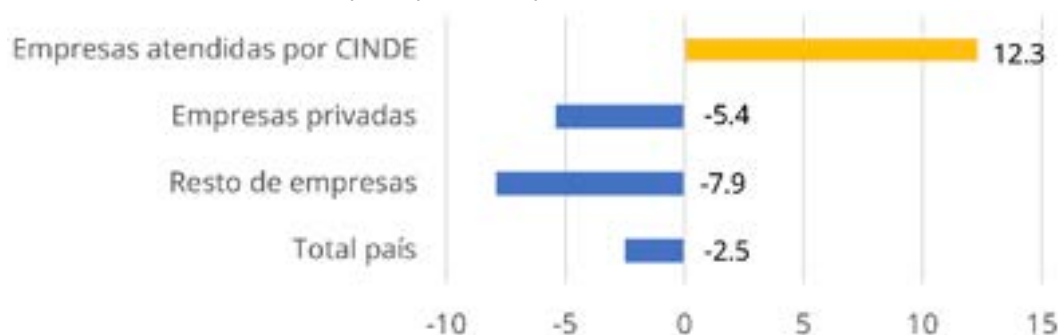
Gráfico 21. Costa Rica: crecimiento del empleo en las empresas apoyadas por CINDE, 2016-2021



Fuente: (CINDE, 2022, pág. 13)

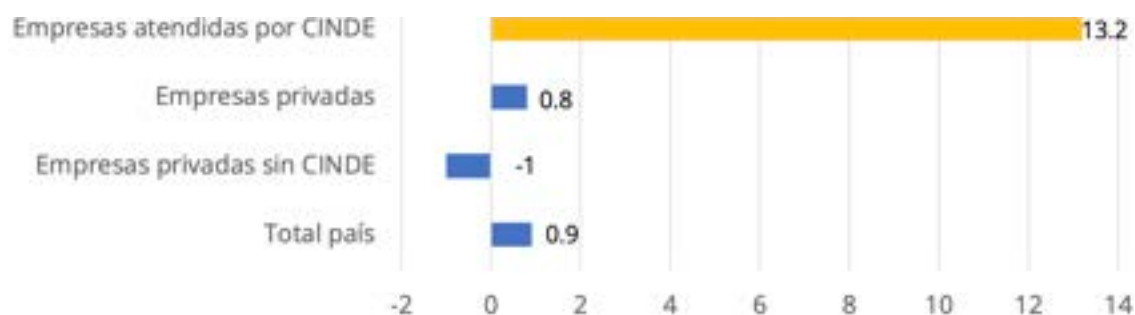
Los trabajos en estas empresas cumplen con la normativa nacional y presentan salarios competitivos (cuadro 4), contribuyendo así a la generación de empleo formal en el país. Justamente las empresas multinacionales aportaron la mayoría de los empleos formales creados en el país en el primer año de pandemia (12.3% - ver gráfico 22).

Gráfico 22. Costa Rica: tasa de crecimiento anual del empleo formal, por tipo de empresa, año 2020



Fuente: (CINDE, 2021, págs. 12-13)

Gráfico 23. Costa Rica: tasa de crecimiento anual del empleo formal, promedio 2016-2021



Fuente: (CINDE, 2022, pág. 14)

Cuadro 5. Costa Rica: salario base mensual, para compañías de Ciencias de la Vida y Servicios, 2021

CIENCIAS DE LA VIDA			
Posiciones en dispositivos médicos		Posiciones en biotecnología	
Posición	Salario Base Mensual (US\$) Percentil 50 ^{al}	Posición	Salario Base Mensual(US\$) Percentil 50 ^{al}
Gerente de Producción	5279	Ingeniero de calidad SR	5279
Encargado de compras SR	2741	Encargado de compras SR	2741
Ingeniero de Proceso / Planta	2210	Ingeniero de calidad	2210
Ingeniero de Calidad	2201	Supervisor de laboratorio	2201
Supervisor de Calidad de Proceso	2181	Microbiólogo	2181
Mecánico de precisión SR	1326	Supervisor de calidad de proceso	1326
Técnico especializado	1105	Técnico en microbiología	1105
Mecánico de precisión JR	854	Analista de calidad/laboratorista	854
Operario Especializado de Planta	738	Técnico especializado	738
Operario de Maquinaria semi calificado	661	Técnico Electrónico	661

SERVICIOS			
Posiciones en dispositivos médicos		Posiciones en biotecnología	
Posición	Salario Base Mensual (US\$) Percentil 50 ^{a/}	Posición	Salario Base Mensual (US\$) Percentil 50 ^{a/}
Gerente de servicios de finanzas	5784	Jefe de desarrollo de Sistemas	4242
Supervisor de Shared Services	3328	Arquitecto Sr	3817
Analista SR de tecnología	2313	Desarrollador de Software SR	3254
Analista SR de Finanzas	2545	Consultor de negocios SR	3158
Team leader de Shared Services	2207	Ingeniero de soporte técnico SR	3553
Analista SR de recursos humanos	1619	Ing. de aseg. de la calidad de sistemas SR	2779
Analista Shared Services SR	1719	Jefe de proyectos /análisis	2727
Analista de tecnología	1664	Jefe de soporte técnico	3049
Analista Shared Services	1254	Arquitecto JR	2701
Analista JR de recursos humanos	1187	Desarrollador de software	2344
Analista JR de tecnología	1425	Consultor de negocios JR	2076
Analista Shared Services JR	1009	Ing. de aseg. de la calidad de sistemas JR	1672
Analista JR de Finanzas	961	Ingeniero de soporte técnico	1619
		Desarrollador de software	1675
		Técnico de soporte	1285

Tipo de cambio US\$ 1 = 608 colones.

a/: Salario mensual sin Cargas Sociales, correspondiente al segundo cuartil (mediana). Significa que el 50% de los salarios están por debajo de ese valor y 50% por encima.

Fuente: (CINDE, 2021a, pág. 4 y 5) (CINDE, 2021b, pág. 4 y 5). Basados en: PriceWaterhouseCoopers Costa Rica. Encuesta salarial para el primer semestre del 2021.

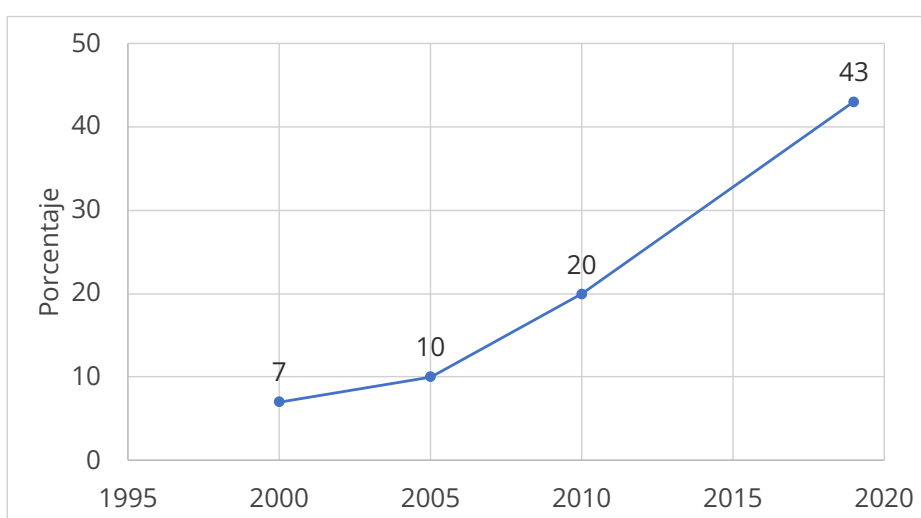
En su “Informe de impacto 2021”, CINDE destaca algunos datos importantes sobre la generación de empleo incluyente desde las empresas de IED en el país:

- 86% del empleo en el sector servicios es de personas graduadas de colegios públicos y el 92% en el caso de manufactura.
- 17% es el promedio anual de crecimiento de empresas de IED fuera de la GAM en los últimos 5 años (para un total de 3.660 empleos acumulados).
- 48% de los nuevos empleos netos del 2020 son ocupados por mujeres

- 43% de mujeres en puestos gerenciales en multinacionales del sector servicios y 33% en empresas de Ciencias de la Vida.

Estas empresas, además de impactar directamente en la población mediante la generación de empleos de calidad (salarios, seguridad social y derechos laborales según la normativa nacional), contribuyen a la economía al fomentar encadenamientos productivos de alto valor y favorecer la integración de las empresas nacionales con las cadenas de producción internacionales. En el 2019, 43% de los insumos de las empresas de zonas francas fueron comprados a un total de 11.000 proveedores locales y en el año 2020, CINDE identificó y remitió a PROCOMER 30 potenciales encadenamientos más, con el fin de consolidar ecosistemas locales que permitan responder a las nuevas tendencias de nearshoring.

Gráfico 24. Costa Rica: Compras locales del Régimen de Zonas Francas como porcentaje de las compras totales. 2000-2020



Fuente: (CINDE, 2021, pág. 33)

La IED se suele asociar a corporaciones multinacionales (CMN) con empresas altamente eficientes que pueden incidir en el incremento de la productividad de las compañías domésticas, mediante la transferencia de conocimiento y las exigencias de calidad. Respecto a este último tema, en el caso de Costa Rica, una investigación realizada en el año 2019 encontró que:

“Los impactos del evento de interés en la empresa doméstica se manifiestan desde el año de la primera transacción con una CMN (año del evento de interés), con un crecimiento promedio (en relación con el año anterior) de 15.9% en ventas, 6.3% en el número de empleados y 9.3% en costos de insumos. La mejora continua en los próximos dos años hasta alcanzar en el cuarto año después del evento (con respecto al año anterior al evento), ventas 33.4% más altas, 25.6% más trabajadores, 21.7% más activos, y costos por insumos 23.4% mayores. [Al analizar] los impactos de los proveedores dividiendo por sector tecnológico, de lo cual se encuentra que los proveedores en el sector manufacturero mejoran su productividad en casi el doble de lo que mejoran los proveedores en el sector de servicios o ventas. Esto se puede explicar con el hecho que a las multinacionales les interesa otorgar mayor ayuda (aporte de conocimiento) a aquellos proveedores que aportan un insumo más complejo y que cuyas imperfecciones pueden afectar el producto final.” (Ureña, 2019, págs. 2-3)

Se convierten entonces en un catalizador para el escalamiento y la innovación para las empresas costarricenses.

Finalmente, es importante destacar que para enfrentar los retos que introdujo el COVID-19, en el ámbito de la IED se logró establecer una estructura de gobernanza que proporcionó muy buenos resultados, a través de la colaboración público-privada. Con el liderazgo del Ministerio de Comercio Exterior (COMEX), se estableció un vínculo directo con la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) para implementar los protocolos y lineamientos pertinentes. Se llevaron a cabo reuniones bisemanales con la participación personal de COMEX, miembros de CINDE, PROCOMER y más de 26 cámaras empresariales, quienes trabajaron en grupos por temáticas de abordaje: sectores comerciales, logística, migración, empleo, talento y zona franca. La estrategia incluyó acciones de apoyo directo a las multinacionales en temas como comunicación, así como monitoreo de las tendencias globales y atención al clima de inversión.

Como parte de los resultados asociados a esta estrategia destacan los siguientes:

- Un crecimiento de las exportaciones de servicios en \$4.956 millones (+7% en servicios corporativos y 5% en Servicios TIC), con un 100% de personas colaboradoras operando en modalidad de teletrabajo.
- Un crecimiento de las exportaciones de ciencias de la vida en \$3.900 millones (+8% de crecimiento), sin cierre en operaciones locales (CINDE, 2021, págs. 34-35).

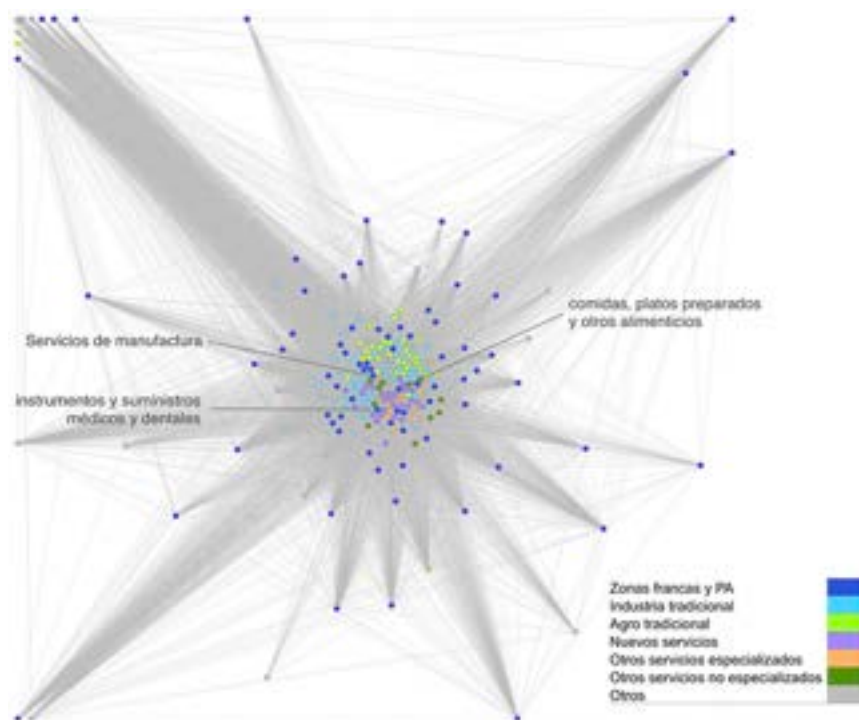
2.2.4 Encadenamientos productivos

Un análisis realizado para el Informe Estado de la Nación, basado en la matriz insumo producto 2012, clasifica a la mayor parte de los productos que interactúan en la economía costarricense en 6 grandes grupos o sectores. La Red analizada consta de 259 productos y el sector que más agrupa es el de zonas francas y Perfeccionamiento Activo (PA) con un 30%. El segundo sector con más productos es el de la industria tradicional con 25%, seguido por el agro tradicional con 12%, los nuevos servicios con 11%, otros servicios especializados 6% y otros servicios no especializados con 4%. El resto de los productos se clasifican en categorías con proporciones más reducidas en cuanto a la cantidad de productos.

La red muestra un alto grado de interacción entre los nodos de ciertos sectores que se concentran en la zona central de la red: agro tradicional, industria tradicional, nuevos servicios, otros servicios especializados y servicios de comercio. Al alejarse del centro aparecen, a mayor distancia y dispersos, nodos de zona franca y PA, que tienen una menor vinculación con el resto del sistema de relaciones. Sin embargo:

“Algunos productos de zona franca se posicionan en el centro del grafo y tienen una mayor proximidad estructural con otros nodos que interactúan en la zona central, por ejemplo, los productos de comidas, platos preparados y otros alimenticios, instrumentos y suministros médicos y dentales, así como servicios de manufactura, entre otros.” (González, 2017, pág. 27)(ver ilustración 1).

Ilustración 4. Red de productos que interactúan en la economía costarricense



Fuente: (González, 2017, pág. 25)

Estos resultados concuerdan además con los hallazgos del Vigésimo Segundo Informe Estado de la Nación, que identifica algunos productos de zona franca y PA que tienen una fuerte capacidad de arrastre en la economía, por ejemplo, el caso de instrumentos y suministros médicos y dentales. Productos con este rol son denominados impulsores, pues demandan insumos intermedios de otras industrias para la elaboración de bienes finales. De ahí que sugieren que “... una estrategia productiva de alto impacto en el empleo debería focalizarse en los sectores abastecedores y de arrastre, que representan el 51% del empleo total.” (PEN, 2016, pág. 113)

Un análisis realizado para el Informe Estado de la Nación, basado en la matriz insumo producto 2012, determinó que los sectores con mayores encadenamientos (denominados “clave”) representan solo el 22% de la producción, el 32% del empleo, y tienen los menores niveles de productividad. En cambio, las actividades que tienen bajos encadenamientos hacia adelante y hacia atrás (independientes) son las que concentran la mayor parte del empleo (35%) y la producción (38%), y exhiben un nivel de productividad medio. Por su parte, los segmentos impulsores, que son fuertes demandantes de insumos, aportan el 19% de la producción y el 18% del empleo, pero su productividad promedio por trabajador es relativamente baja.

“Estos resultados muestran la importancia de desarrollar políticas públicas que consideren las dificultades estructurales de la economía y las necesidades específicas de cada sector, dado que un programa que impulse los encadenamientos no necesariamente generará mejoras en el empleo y la productividad.” (PEN, 2018, pág. 122)

En este informe se sugiere, que es necesario mejorar políticas de educación, formación y capacitación, para incrementar la oferta de mano de obra calificada, pero también para hacerla más ajustada a las necesidades de los subsectores **clave e impulsores, como los servicios de información e informática y las industrias de dispositivos médicos**. Asimismo, señala la importancia de diseñar políticas que atiendan las necesidades de los sectores tradicionales, con una institucionalidad preparada para ese fin (PEN, 2018, pág. 127).

Tabla 5. Abordaje metodológico de los encadenamientos productivos para el análisis de la estructura de la economía costarricense*

Tipo	Detalle	Productos, por tipo de régimen
Clave	Incluye a los sectores que encadenan hacia atrás y hacia adelante. Demandan insumos intermedios de otros sectores y sirven para la elaboración de otros bienes finales.	<p>Régimen especial: Servicios de información, programación y consultoría informática; servicios de investigación científica y desarrollo; pescados, crustáceos y moluscos conservados, productos de caucho.</p>
		<p>Régimen definitivo: Caña de azúcar; ganado bovino; leche cruda; servicios de comercio, servicios de telefonía, servicios de la construcción, servicios jurídicos, de intermediación monetaria y financiera; suministro de comidas y bebidas, servicios especiales y generales de la construcción.</p>
Estratégico	Sirven de insumo intermedio para la producción de bienes finales, por lo que se considera que “empujan” a la economía.	<p>Régimen especial: Limpieza de edificios y cuidado del paisaje y mantenimiento; alquiler y arrendamiento de licencias, derechos de autor, patentes y franquicias; naranja y productos de papel.</p>
		<p>Régimen definitivo: Servicios de alquiler de inmuebles no residenciales y otros inmobiliarios; servicios de intermediación financiera; servicios administrativos, otras actividades de apoyo a las empresas y de apoyo de oficina; servicios de información e informática; servicios de consultoría en gestión financiera, recursos humanos y afines; energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado; café en fruta y arroz.</p>
Impulsor	Demandan insumos intermedios de otras industrias para la elaboración de bienes finales (capacidad de arrastre).	<p>Régimen especial: Instrumentos y suministros médicos y dentales; servicios de apoyo de oficina y otras actividades de apoyo a empresas; servicios de consultoría en gestión financiera, recursos humanos, mercadeo y afines.</p>
		<p>Régimen definitivo: Edificaciones residenciales y no residenciales, construcción de proyectos de servicio público y otras obras de ingeniería civil, cemento, cal y yeso; cerveza, malta y bebidas no alcohólicas y agua embotellada; café oro, carnes, flores y follajes; melón; productos lácteos, piña, productos de panadería, servicios de peluquería y tratamientos de belleza, servicios de alojamiento; servicio de internet.</p>

Independiente	Tienen bajos encadenamientos con el resto de la producción, dado que demandan y ofrecen pocos insumos para la elaboración de otros bienes finales.	Régimen especial: Servicios de manufactura; otros servicios profesionales, científicos y técnicos; aceites vegetales crudos y refinados; otros productos de plástico; componentes y tableros electrónicos y computadores; motores y generadores transformadores eléctricos
		Régimen definitivo: Banano, chayote, plátano, servicios de manufactura, servicios de enseñanza; servicio de alquiler de vivienda; servicios de atención de salud humana y asistencia social, servicios públicos generales del gobierno; servicios a la comunidad en general; servicios de transporte terrestre de pasajeros; servicios artísticos, de entretenimiento y recreativos.

* Un mismo producto puede estar en distintos grupos de encadenamiento según el régimen del que proviene, lo cual podría obedecer a las diferencias en los respectivos marcos institucionales. Es el caso de los servicios de información, programación y consultoría informática, que en el régimen especial pertenecen al grupo clave, mientras que en el régimen definitivo forman parte del grupo estratégico.

Fuente: Elaboración propia, a partir de: PEN, 2016, p.152 - PEN 2018, p.123.

2.2.5 Apuestas estratégicas para Costa Rica: dinamismo económico y generación de empleo

Para aportar a la construcción de visiones futuras de desarrollo productivo y confirmar la selección de subsectores, era fundamental conocer la visión de instituciones clave sobre temas de planificación de mediano y largo plazo, sobre la evolución de los sectores productivos y las industrias de mayor dinamismo, así como principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que estas enfrentan. Es por esto que, entre los meses de octubre y noviembre del año 2021, se efectúan entrevistas a personas funcionarias de las siguientes instituciones:

Tabla 6. Instituciones consultadas en el marco de la investigación, octubre-noviembre 2021

Institución	Función
Banco Central de Costa Rica (BCCR)	Sus principales objetivos son el control de la inflación y la promoción de la eficiencia del sistema de pagos internos y externos, entre otras tareas. Presenta actualizaciones y series históricas de sus principales indicadores económicos, además de información relacionada de fuentes externas. Publica documentos de investigación elaborados por sus profesionales y por el Departamento de Investigación Económica en conjunto con investigadores de otros centros nacionales e internacionales.
Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)	Creado mediante la Ley No. 7839 del Sistema Estadístico Nacional (SEN), como Institución Autónoma de derecho público, con autonomía funcional y administrativa consagrada en el artículo No 188 de la Constitución Política. Es la institución responsable de la gestión de las estadísticas nacionales para orientar las decisiones que promuevan el desarrollo del país.

Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE)	<p>Organización privada, apolítica y sin fines de lucro, encargada del asesoramiento de empresas de alta tecnología para establecerse en el país. Se posiciona como un socio estratégico para alcanzar una productividad sostenible e impulsar la inversión con propósito.</p>
Ministerio de Comercio Exterior (COMEX)	<p>Ente rector que define, diseña e implementa las políticas públicas de comercio exterior e inversión extranjera para que cada vez más costarricenses se beneficien de la inserción en la economía global</p>
Ministerio de Economía industria y comercio (MEIC)	<p>Propicia y apoya el desarrollo económico y social por medio de políticas que faciliten el fortalecimiento de la competitividad de los sectores industria, comercio y servicios, especialmente las micro, pequeñas y medianas empresas (PYME), fomentando los encadenamientos productivos, mejorando la capacidad estatal de administrar el comercio, velando por la competencia justa, la mejora regulatoria, la calidad y el apoyo al consumidor.</p>
Ministerio de Planificación (MIDEPLAN)	<p>Orienta el desarrollo nacional y mejora la gestión pública a corto, mediano y largo plazo, asesorando a la Presidencia de la República en la toma de decisiones, elaborando insumos estratégicos de calidad, propiciando el debate nacional y coordinando el Sistema Nacional de Planificación.</p>
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT)	<p>Promueve, incentiva y estimula la creación de condiciones apropiadas para que la investigación, la innovación, el conocimiento y el desarrollo tecnológico del país, apoyen el crecimiento económico y a una mejor calidad de vida en los costarricenses.</p>
Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS)	<p>Institución rectora y ejecutora de la política laboral y de seguridad social, dirigida a la sociedad costarricense; vigilante del trabajo decente, el desarrollo, inclusión, equidad y justicia social. Desde la Dirección Nacional de Empleo ofrece servicios públicos de intermediación de empleo, dirigidos a personas en condición de desempleo, subempleo o bien, que buscan mejores oportunidades laborales.</p>

Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER)

Es una entidad pública no estatal, que tiene a su cargo la promoción de las exportaciones costarricenses. Es responsable de diseñar programas relativos a exportaciones e inversiones, apoyar a COMEX para administrar los regímenes especiales de exportación, promover y proteger los intereses comerciales del país en el exterior, centralizar y agilizar los trámites de importación y exportación, y dar seguimiento a las estadísticas del comercio exterior.

Fuente: elaboración propia, 2022.

A diferencia del estudio realizado por los socios (CICR-INA-AED-KAS) en el año 2019, en el que las instituciones consultadas citaron una variada gama de políticas públicas con perspectivas fundamentalmente de corto y mediano plazo, en esta oportunidad, la mayoría de las personas citaron como referente nacional para la planificación de largo plazo a la “Estrategia Económica Territorial para una Economía Inclusiva y Descarbonizada 2020-2050 en Costa Rica”. Al describirla, se reconoce un amplio proceso de levantamiento de información y la calidad de los datos generados, lo que es considerado como un factor clave para mejorar la planificación, implementación y evaluación de políticas públicas. Incluso algunas estrategias sectoriales, como el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2027, la han considerado para su formulación.

La Estrategia Económica Territorial se basa en el análisis de información geoespacial, así como en diversas metodologías y técnicas de prospectiva para procurar la utilización de las potencialidades del territorio costarricense. El ejercicio parte de la identificación de actividades económicas base (actuales generadoras de ingresos), para proponer actividades apuesta y actividades nacientes.

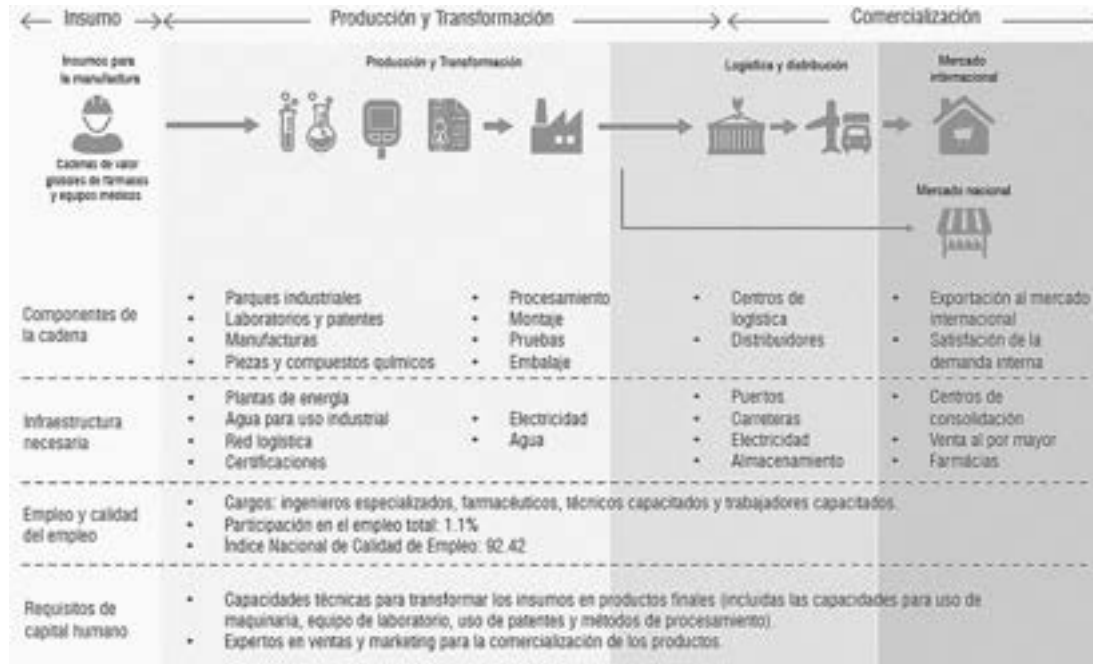
Los espacios económicos base o consolidados, se definen como aquellos que capturan en la actualidad las dinámicas de generación de ingreso y empleo en el país, de manera que permiten que se focalice la inversión en el territorio para alcanzar los objetivos del horizonte de corto y mediano plazo (por su aporte significativo a las exportaciones con una dinámica productiva consolidada y sus posibilidades para mejorar o generar condiciones habilitantes para nuevas actividades productivas). Esas actividades además comprenden 6 de los 13 sub-clusteres que se incluyen como apuestas para el futuro:

1. Agricultura
2. Química y extractiva
3. **Farmacéutica y equipo médico**
4. TICs (manufactura)
5. Turismo
6. **Servicios modernos o Economía de conocimiento**⁶ (MIDEPLAN, 2020, pág. 62).

⁶ Las 681 firmas evaluadas comprendieron los siguientes rubros de la Economía del Conocimiento: servicios informáticos (40% del total), financieros (3%), de consultoría (27%), profesionales (21%), de apoyo (4%), y StartUps relacionadas a la prestación de servicios (5%).

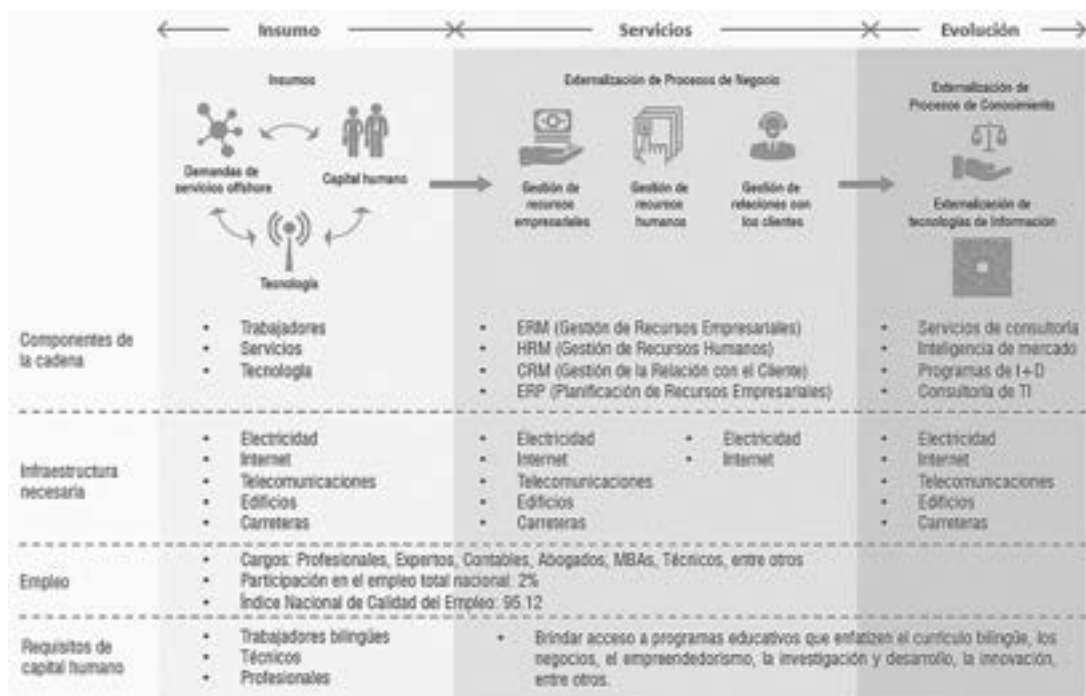
En el documento sobresale que los sub-clústeres de Equipo médico y Servicios modernos representan la mayoría de la matriz exportadora. A nivel de sub-clúster, se evaluaron las cadenas de valor de estas actividades base, a modo de definir sus espacios económicos, comprender sus lógicas productivas, y definir posibles intervenciones (ver ilustraciones 5 y 6).

Ilustración 5. Costa Rica: Análisis de la cadena de valor farmacéutico y equipo médico



Fuente: (MIDEPLAN, 2020, pág. 108)

Ilustración 6. Costa Rica: análisis de la cadena de valor de economía del conocimiento



Fuente: (MIDEPLAN, 2020, pág. 116)

En el mes de abril del año 2022, justo una semana antes del cambio de administración, se aprobó el Plan Estratégico Nacional 2050 (PEN), que es el instrumento de planificación de mayor jerarquía en el país.⁷ Este documento se basa en la Estrategia Territorial y, por ende, reconoce la importancia de estos sectores (MIDEPLAN, 2022).

Finalmente, durante el proceso de consulta, al preguntar sobre industrias estratégicas por su aporte al crecimiento económico y la generación de empleo en el corto y mediano plazo, hubo gran coincidencia en la industria de dispositivos médicos y el área de servicios intensivos en conocimientos, destacando especialmente la industria de servicios TIC, por su impacto directo, pero además por su rol fundamental para que otros servicios y bienes puedan ser definidos, mejorados, producidos y comercializados haciendo uso de la digitalización. También fue importante la sugerencia de apuestas para el largo plazo, para las cuales habría que preparar las condiciones necesarias, como la bioeconomía, la alta tecnología y las energías limpias o alternativas. Además, relacionado con estas apuestas país, se reiteró la importancia de la reducción de la brecha digital y la inversión en capital humano altamente calificado, así como en innovación y desarrollo.

2.2.6 Sectores seleccionados

De acuerdo con la caracterización realizada, tenemos que las industrias de dispositivos médicos y servicios TIC, cumplen con los criterios establecidos para la selección en la metodología del estudio:

- En el contexto tan desafiante que ha enfrentado Costa Rica en los últimos años, estas industrias han mostrado una gran resiliencia e incluso han aumentado su aporte a la economía y la generación de empleo formal. Además, se espera que continúen impactando de manera positiva en los próximos años, por lo que aparecen como apuestas estratégicas en la “Estrategia Económica Territorial para una Economía Inclusiva y Descarbonizada 2020-2050 en Costa Rica” y en el “PEN 2050”, como industrias base y clave para el desarrollo futuro.
- Generan empleo de calidad y con una expectativa de sostenibilidad gracias a la institucionalidad de apoyo, el régimen especial en el que participan gran cantidad de sus empresas y los socios internacionales con los que trabajan.
- El alto dinamismo que experimentaron estas industrias durante el periodo de la pandemia permitiría conocer la implementación de tecnologías y metodologías de trabajo asociadas a la resiliencia y la productividad.
- Se han convertido en un importante aporte a la diversidad económica: colaborando en disminuir la dependencia de productos agrícolas.
- Estas industrias son las que se han venido impulsando desde la institucionalidad destinada al comercio exterior.
- La CICR tiene relaciones de proximidad con ambos sectores, directamente (como en el marco del Clúster de Ciberseguridad) o a través de AED y CINDE.

⁷ De acuerdo con la Ley de Planificación Nacional (Ley N°5525 y su reglamento 37735-PLAN), el PEN es una herramienta vinculante de planificación con visión de largo plazo, formulada bajo la coordinación técnica de MIDEPLAN, con el apoyo de las diferentes instituciones, sectores y subsistemas del Sistema Nacional de Planificación (SNP) y la participación ciudadana, para expresar los objetivos, políticas, metas y lineamientos que se requieren implementar para alcanzar el desarrollo del país.

En este capítulo se analiza la demanda de talento humano en las industrias priorizadas: dispositivos médicos y tecnologías de la información y la comunicación. Se trata de un ejercicio de caracterización de la realidad nacional con una visión evolutiva que procura incluir perspectivas futuras, de manera que permita identificar factores clave para alcanzar los escenarios deseados.

Se inicia presentando una descripción general de la coyuntura nacional, destacando retos y oportunidades en el marco de una economía basada en conocimientos. Con esta visión, se profundiza en la evolución de las industrias elegidas y se analiza oferta y demanda de talento humano.



DEMANDA DE
TALENTO HUMANO
EN LAS INDUSTRIAS
DE DISPOSITIVOS
MÉDICOS Y
SERVICIOS TIC

CAPÍTULO 3

3.1 Contexto nacional: retos y oportunidades en una economía basada en conocimientos

Desde mediados del siglo XIX, en Costa Rica se han impulsado tres modelos de desarrollo económico distintos, cuya implementación marca el mercado laboral actual. A continuación, sus principales características:

1. El modelo agroexportador (desde mediados del siglo XIX y hasta mediados del siglo XX): se caracterizaba por la exportación de pocos productos agrícolas –café y banano– a los mercados internacionales, principalmente de Estados Unidos y Europa. Las ventajas comparativas del país se basaban en la explotación de recursos naturales tales como los suelos, el agua y el clima; utilizando mano de obra rural poco calificada.
2. El modelo de sustitución de importaciones (desde el ingreso al Mercado Común Centroamericano -MCCA- en 1963): es propuesto como una alternativa al modelo agroexportador, que exponía al país a frecuentes y muy marcadas fluctuaciones en los precios de los pocos productos agrícolas de exportación. Con este básicamente se buscaba sustituir las importaciones por bienes de producción local, con el impulso de la industrialización. Se basaba entonces en el mercado local, una mano de obra urbana más calificada y en capital tanto local como extranjero.
3. El modelo de promoción de exportaciones, apertura e inserción en la economía internacional (desde mediados de los años 80): surge como alternativa a la alta volatilidad del modelo agroexportador y las limitaciones del modelo de sustitución de importaciones (como el tamaño mercado interno). Busca la inserción, comercial y financiera, de la economía costarricense en la economía internacional, aprovechando las ventajas comparativas del país mediante las innovaciones tecnológicas, el uso de mano de obra calificada, la inversión extranjera directa y el acceso a mercados externos.

En el marco del modelo de apertura, las exportaciones no solo han crecido, sino que también se han diversificado, desde el punto de vista del destino de las exportaciones y del origen de las importaciones; así como del de los bienes y servicios exportados e importados. El sector empresarial ha debido enfrentar una mayor competencia en los mercados internacionales (exportación) y en el mercado local (importaciones); la inversión extranjera directa ha permitido complementar el ahorro nacional, crear empleo con salarios elevados, capacitar recursos humanos e incorporar nuevas tecnologías. El modelo ha permitido también mantener características importantes del modelo agroexportador (aumentando la exportación de productos agrícolas) y del modelo de sustitución de importaciones (creciendo la importancia de las exportaciones al MCCA).

Esto genera que coexistan “sectores tradicionales poco dinámicos de baja productividad, en donde los trabajadores andan en búsqueda de empleo y, de otro lado, los sectores dinámicos, de “punta”, de alta productividad, en donde son los empresarios los que andan a la “caza” de mano de obra calificada” (Lizano, 2015, pág. 9). Esto es todavía más evidente en años recientes, dado el notable crecimiento de la exportación de bienes y servicios intensivos en mano de obra calificada hacia el mercado internacional, apostando por una economía basada en conocimientos (ver tabla 7).⁸

⁸ Para su estímulo, por ejemplo, el MICITT ha presentado en mayo de 2022 la Política Nacional de Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento (PNSEBC) 2022-2050.

Tabla 7. Principales características de los modelos de desarrollo de Costa Rica

Criterio	Modelo agroexportador	Modelo de sustitución de importaciones	M. promoción de exportaciones
Mercado	Internacional	Local / Centroamérica	Internacional
Desarrollo	Hacia afuera	Hacia adentro	Hacia afuera
Factores de producción	Recursos naturales (agua, tierra, clima)	Capital nacional y extranjero	Conocimiento Innovación
Mano de obra	Rural, poco calificada	Urbana, poco más calificada	Urbana y rural, poco y alta calificación
Empresarios	Nacionales y extranjeros	Nacionales y extranjeros	Nacionales y extranjeros
Incentivos	Leyes cafetaleras, Contratos y Ley bananera, crédito e infraestructura	Ley de Desarrollo y protección arancelaria	Ley de zonas francas, Certificados de Abono Tributario, Contratos de Exportación, Apertura comercial: Organización Mundial del Comercio, Tratados de Libre Comercio
Organización institucional (estatal)	Instituto del Café, Banca estatal, Corbana	MEIC, CNP, CODESA, banca y monopolios estatales	COMEX, PROCOMER, apertura de monopolios estatales
Organización institucional (privada)	Cámara de Cafetaleros	Cámara de Industrias, ASOBANA	Cámara de Exportadores, Banca privada, CINDE
Innovación	Apreciable, en productos tradicionales (proyectos para mejora de la productividad y competir en el mundo)	Poca	Apreciable, en nuevos productos

Fuente: (Lizano, 2015, pág. 8)

Como se señaló en el capítulo anterior, actualmente sobresalen en la exportación de bienes los equipos médicos de mayor complejidad (clase 3)⁹, que dependen de la innovación y el uso de tecnologías, y se encuentra en proceso la consolidación una economía basada en servicios intensivos en conocimientos, con un significativo aumento de las categorías de servioempresariales e informática, información y telecomunicaciones.

Sin embargo, desde hace algunos años se han dado discusiones importantes en torno a la necesidad ajustar algunos elementos del modelo, para que pueda escalar con un mayor impacto en la sociedad. Destacan, por ejemplo, la necesidad de impulsar una política marco para el fomento de sectores estratégicos y la mejora de la pertinencia del sistema educativo (Lizano, 2015) (Hernandez & Villalobos, 2016).

Economía basada en conocimientos

La economía basada en conocimientos comprende al conjunto de actividades económicas que requieren del uso de la información y el conocimiento humano para generar valor y ofrecer a la sociedad nuevos productos y servicios, que pueden ser aprovechados por todas las ramas de la producción (educación, investigación y desarrollo, alta tecnología, informática, telecomunicaciones, robótica, nanotecnología, etc.).

Para el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, consiste en “... instituir procesos de vinculación y transformación social y productiva, apoyados en el uso intensivo del conocimiento y el acceso democrático a los beneficios de la ciencia, la innovación, la tecnología y las telecomunicaciones.”

Las sociedades que basan su desarrollo en este tipo de economías incentivan la inversión en capital humano, mejorando las competencias para inventar e innovar con el fin de generar nuevos conocimientos y promover ideas que se conviertan en productos y servicios. Se trata de una apuesta por el desarrollo a partir del aumento del conocimiento y en detrimento del aumento de los recursos tradicionales (maquinaria, infraestructuras, etc.).

Fuente: elaboración propia, a partir de: CITATION Nav18 \l 5130 (Navarro, 2018)
CITATION MIC22 \l 5130 (MICITT, 2022)

En el primer caso, si bien en este contexto se reconoce a la Estrategia de Desarrollo Territorial al 2050 como un esfuerzo muy importante, no es clara la alineación de toda la institucionalidad a este marco de política, ni su conocimiento por todos los actores del mercado laboral (puede haber afectado el cambio de administración). En cuanto a la educación, este es el momento idóneo para hacer un replanteamiento integral de la política educativa, para enfrentar los grandes retos que deja el “apagón educativo” y así brindar mayores oportunidades a las futuras generaciones.

Si bien en el marco del modelo de promoción de exportaciones se ha generado un cierto dualismo entre las empresas nacionales (con menor apoyo financiero e institucional); frente a las multinacionales de exportación (con beneficios fiscales, institucionalidad de apoyo, en ocasiones más evolucionadas desde el punto de vista tecnológico y digital); ambas enfrentan retos mundiales asociados a la calidad, la innovación, el uso de tecnologías y la digitalización, que permitan satisfacer las necesidades de clientes cada vez más exigentes. Actualmente es im-

9 Los dispositivos médicos se clasifican según el grado de riesgo que representan para las personas. Los de clase III se introducen al organismo y permanecen en el cuerpo durante periodos mayores a 30 días. Han aumentado su producción debido al avance médico tecnológico.

pensable para cualquier organización, no tener como parte vital de su estructura herramientas tecnológicas para el óptimo desarrollo de su modelo de negocio y, por ende, personas con competencias para utilizarlas de manera óptima.

En este mismo sentido, aunque queda mucho camino por recorrer, existen cada vez más empresas nacionales de distintos tamaños, con producción de calidad mundial, algunas directamente exportadoras o con potencial exportador, otras que son parte de la cadena de valor de grandes empresas o con potencial para serlo.

Frente a este panorama, las instituciones y empresas consultadas durante el proceso de investigación coinciden en la necesidad de generar talento humano de clase mundial, con competencias blandas y técnicas avanzadas. **Se debe evitar el dualismo en la educación, creando profesionales de dos categorías.**

En el contexto del COVID-19, justamente la innovación, el uso de tecnologías y la digitalización fueron esenciales para la resiliencia de las empresas de todos los tamaños. **El uso de las tecnologías se vio potenciado durante la pandemia, pero llegó para quedarse:** plataformas virtuales de comunicación, la nube, el comercio electrónico, el análisis de datos, la automatización de procesos, el diseño basado en usuarios, la investigación y desarrollo, etc.

En cierta manera se podría decir que las tecnologías se están apropiando del mundo tangible: están en la prestación de servicios, el manejo de inventarios, el desarrollo de procesos productivos, analítica de datos, etc. Empresas de servicios en áreas como contabilidad, finanzas y recursos humanos, pueden atender demandas de diferentes latitudes gracias a las tecnologías de la comunicación y además están automatizando parte de sus funciones y servicios (por ejemplo, mediante inteligencia artificial se lleva la gestión de inventarios, finanzas, recursos humanos y se realiza atención básica a los clientes).

En el caso de la manufactura, no solo se digitalizan y automatizan procesos, sino que muchos de los productos se diseñan utilizando tecnologías disruptivas y contienen un alto contenido tecnológico (por ejemplo, destaca el desarrollo del e-Health o e-Salud, que incluye desde la gestión de registros médicos, hasta el uso del internet de las cosas para crear dispositivos médicos que proporcionen un flujo continuo de datos precisos para tomar mejores decisiones de atención). Además, ha llevado a que muchas de las empresas del sector industrial brinden servicios corporativos (investigación y desarrollo, compras, calidad, soporte técnico, calibraciones, etc.). De manera que también se hace difícil diferenciar sectores.

En este sentido, hay empresas que utilizan las TIC para el diseño y entrega de sus productos y servicios y otras que se dedican a producir las tecnologías. Además, en términos generales, los trabajos van a ser cada vez más interdisciplinarios y requieren un conjunto de competencias que permitan a las personas mantener su empleabilidad alta y estar preparados para contextos de cambio (resiliencia).

Es por eso que las personas en proceso de formación, de todos los niveles y áreas de conocimiento, para lograr una exitosa inserción y progreso en el mercado laboral, requieren de más y mejores competencias básicas (además de la lectoescritura y matemáticas elementales, se debe incluir la alfabetización medioambiental y digital), blandas (como la capacidad de análisis y la resolución de problemas) y técnicas avanzadas (incluyendo la investigación, el desarrollo y el uso de tecnologías necesarias para cada actividad económica en específico) (ver ilustración 7).

En este sentido, la OIT ha definido una serie de competencias esenciales para la vida y el trabajo en el siglo XXI, que comprenden un conjunto de competencias no técnicas, como las

sociales y las emocionales, cognitivas y metacognitivas, habilidades básicas a nivel digital y para la generación de empleos verdes, transferibles entre ocupaciones y profesiones, así como entre trabajos de bajo y alto nivel (OIT, 2021a, pág. 27).

Recuadro 3. Competencias y aprendizaje a lo largo de la vida para el futuro del trabajo.

En el VI reporte presentado por la OIT en el marco de la 109ª Conferencia Internacional del Trabajo, destaca cómo la pandemia por el COVID-19 demostró la importancia de las competencias para una respuesta rápida a la crisis y una recuperación a largo plazo.

En particular, el trabajo y el aprendizaje en línea llamaron la atención sobre la necesidad de competencias digitales, desde la alfabetización digital para estudiantes, maestros y personas trabajadoras para estudiar y realizar labores en línea, hasta las competencias digitales para trabajos emergentes asociados a la revolución 4.0.

En segundo lugar, la pandemia puso de manifiesto la importancia de determinadas competencias básicas, como la comunicación, el aprender a aprender, el trabajo en equipo, la resolución de problemas, la toma de decisiones, el pensamiento crítico e innovador, la planificación y organización, la negociación y resolución de conflictos y la autogestión, que pueden ayudar a las personas a manejar el estrés durante la crisis, superar las interrupciones profesionales y encontrar nuevos trabajos.

Por último, pero no menos importante, se necesitarán habilidades técnicas especializadas y metacognitivas para los caminos de transición hacia nuevos empleos en la economía tecnológica y digital avanzada del futuro.

Fuente: CITATION OIT212 \p 46 \l 5130 (OIT, 2021b, pág. 46)

Ilustración 7. Competencias para el siglo XXI



Fuente: elaboración propia, a partir de (OIT, 2021b)

Este perfil interdisciplinario y con competencias para la adaptabilidad a varios entornos, requiere una base académica alta y de calidad. De ahí que el país tiene retos mayúsculos, por un lado, debe fortalecer la educación básica, desarrollando competencias esenciales para el mundo laboral y la vida en sociedad. Por otro, debe diseñar opciones para atraer y retener a las personas jóvenes en el sistema educativo y desarrollar sistemas flexibles para que puedan continuar la educación a lo largo de su vida.

Asociado a este grado de exigencia, desde el gobierno se coincide además en dos grandes retos: el multilingüismo y la digitalización. Mucha de la tecnología tiene proveedores y manuales en otros idiomas (principalmente inglés), se trabaja con socios internacionales y en todo puesto se debe utilizar algún tipo de software o tecnología de información para el desarrollo de las actividades cotidianas (desde correos electrónicos y calendarios digitales, hasta recepción y cierre de órdenes de trabajo, extracción y análisis de datos, etc.), pero muchos exigen el uso de tecnologías más sofisticadas como la automatización y la robótica.

En el recuadro 4 se concluye este apartado con algunos retos fundamentales para contribuir a la consolidación y crecimiento de la economía del conocimiento en Costa Rica, con un enfoque de competitividad, igualdad de oportunidades y garantizando el aprendizaje a lo largo de la vida.

Recuadro 4. Retos para contribuir a la consolidación y crecimiento de la economía del conocimiento

Algunos elementos para estimular una economía del conocimiento más competitiva para todas las personas:

Visión. Hace falta de una política de desarrollo productivo que realmente alinee a toda la institucionalidad, con visión nacional, mundial y estratégica. Alrededor de esta se deben organizar la educación y la formación, el fomento del emprendimiento y la asociatividad, el sistema de financiamiento y el capital de riesgo, el entorno tecnológico y la infraestructura, la investigación y el desarrollo. Todos en igualdad, sin servicios de segunda categoría.

Cultura STEAM. Antes de pensar en la caja de herramientas técnicas que se debe proporcionar a las personas, hay que mejorar la actitud. Las personas no terminan de entender las oportunidades que tienen gracias a la economía del conocimiento, las tecnologías y la digitalización. Se debe desarrollar una cultura STEM, que no significa que todas las personas deban ser ingenieras o matemáticas, sino que todas deben saber que hay problemas, que hay que analizarlos, identificar opciones para atenderlos y plantear soluciones (para lo cual deben ser excelentes hablando y escribiendo español primero, después en un segundo idioma). Para esto es vital, entre otras cosas, trabajar en la formación docente, para promover este enfoque, con convencimiento y de manera totalmente inclusiva (hombres y mujeres).

Flexibilidad educativa. El contexto del COVID creó un mundo “paralelo” en el que fue posible atraer a muchas personas a la educación y la formación profesional, sin lidiar con la “burocracia pública”, generando una caja de herramientas que, si bien no es de la educación formal, es válida en el mercado laboral. Este mundo es el de las plataformas de educación en línea, las certificaciones y las nanogrados o nanocarreras. ¡Incluso de la experiencia!

Calidad educativa. Se tiene que mejorar la calidad docente, la pertinencia de la oferta y la complementariedad y reconocimiento entre niveles. Para garantizar el derecho a la educación a lo largo de la vida.

Empleabilidad a lo largo de la vida. Los cambios tecnológicos, medioambientales y culturales, hacen que la adaptabilidad y el aprendizaje continuo sean competencias blandas indispensables. Incluso fueron clave para afrontar y ganar en la Pandemia.

Fuente: elaboración propia, a partir de entrevistas realizadas entre octubre y noviembre de 2021.

Fuente: CITATION OIT212 \p 46 \l 5130 (OIT, 2021b, pág. 46)

3.2 DISPOSITIVOS MÉDICOS

3.2.1 Evolución del sector

La industria de dispositivos médicos forma parte del sector denominado Ciencias de la Vida, que incluye además a empresas de las áreas de biotecnología y farmacéutica. Por su aporte a la economía y a la generación de empleo, el sector en su conjunto fue declarado de interés público con el año 2020 (ver recuadro 5).

Si bien la primera empresa de dispositivos médicos se estableció en el país en el año 1987, el crecimiento de la industria durante los primeros años fue lento, ya que al año 2000 solamente se registraban un total de 8 empresas. El crecimiento y el dinamismo del sector se dio en los siguientes 15 años, cuando gracias al apoyo decidido del gobierno, sobre todo a través de CINDE, se logró la atracción de numerosas empresas de renombre internacional que le permitieron llegar al primer lugar de exportación industrial en Costa Rica y generar un aporte muy significativo al PIB (gráfico 25). Para el año 2015 ya se habían establecido en el país un total de 68 empresas de dispositivos médicos y se había pasado de producir dispositivos de Clase I a Clase III¹⁰, en áreas como la médico-estética, cardiovascular, endoscópica, dental y administración de medicamentos, entre otros.

En la actualidad se registra un total de 79 empresas en esta industria (ver tabla 8), muchas de las cuales han ampliado operaciones en años recientes. Además, se prevé la llegada de otras y se nota un papel creciente de startups. Esto da cuenta de la importancia de contar con el talento humano que permita al sector trabajar en la actualidad y continuar creciendo en el futuro.

Recuadro 5. Ciencias de la Vida es declarada de interés público

En el año 2020 Costa Rica declara de interés público a la industria de las Ciencias de la Vida y Bienestar, bajo el decreto N° 42334 S-COMEX-MCSP.

Esto al considerar que el sector es una fuente importante de empleo, que la innovación en tecnologías de salud genera un alto valor agregado de suma importancia para la economía nacional y que se cuenta con talento humano altamente calificado para laborar en la industria.

Se establece que “Los Ministerios de Salud, Comercio Exterior y coordinación con el Sector Privado, a través de sus respectivas personas jerarcas, deberán elaborar una estrategia conjunta para fomentar la atracción y ampliación de inversiones en el campo de las ciencias de la salud y el bienestar.”

Fuente: elaboración propia, a partir del Decreto °42334S-COMEX-MCSP.

Los productos y servicios de estas empresas se utilizan en los mercados de América, Europa, Asia y Oceanía, convirtiendo a Costa Rica es el segundo país exportador de dispositivos médicos en América Latina y ubicándolo entre los principales 7 proveedores al mercado estadounidense.

Para consolidar y potenciar el crecimiento del sector, en el año 2019, con el apoyo de CINDE, las empresas de la industria establecieron el Clúster de Dispositivos Médicos, que se formaliza en el año 2022 a través de una asociación sin fines de lucro. Para cumplir con sus objetivos de corto, mediano y largo plazo, el Clúster ha priorizado sus acciones en cinco áreas de trabajo: empresas, gobierno, emprendedores (startups), inversionistas de capital y, por supuesto, academia.

¹⁰ Clase III. Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana. Su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión.

Tabla 8. Empresas de la industria de dispositivos médicos en Costa Rica, 2022

Nombre de la empresa y año de establecimiento en el país	
1. Abbott Vascular, 2010	42. MicroVention a Terumo Co., 2011
2. AbbVie, 1999	43. Moog Medical, 2009
3. ADMEDES, 2020	44. NACS, 2020
4. Advant Medical, 2018	45. National Building Maintenance, 2013
5. Align Technologies Global Park, 2001	46. Nelipak, 2005
6. Align Technology, 2001	47. Oberg Industries, 2002
7. Apollo Endosurgery, 2014	48. Okay Industries, 2012
8. Applied Medical Precision, 2012	49. OraMetrix (Dentsply Sirona), 2019
9. ATL Technology, 2013	50. Pacific Barcode, 2021
10. Baxter Healthcare, 1987	51. Philips, 2010
11. Bayer Medical, 2012	52. PolyOne, 2012
12. Biomerics CRI, 2013	53. Precision Coating, 2015
13. Biomerics NLE, 2020	54. Precision Concepts Medical, 1991
14. Boston Scientific, 2004	55. Prent, 2012
15. Byte, 2020	56. Production Automation Corp., 2016
16. Cardinal Health, 2017	57. Resonetics, 2015
17. CASS, 2014	58. Sachs Chemicals, 2015
18. Cirtec Medical, 2020	59. SMC Ltd, 2011
19. Coloplast A/S, 2018	60. Smile Direct, 2016
20. Confluent Medical, 2010	61. Smith & Nephew, 2002
21. CooperMedical (Former CooperSurgical), 2017	62. Smith Sterling, 1994
22. Coopervision, 2012	63. Specialty Coating Systems, 2006
23. Creganna Medical, 2008	64. Spectrum Plastics (Former Kelpac Medical), 2001
24. CRx Lifesciences (Enhanced Compliance), 2019	65. Sterigenics, 2010
25. DeRoyal, 2002	66. Steris, 2008
26. Edwards Lifesciences, 2016	67. TE Connectivity (TE Medical Co.), 2013
27. Establishment Labs, 2015	68. TEGRA Medical, 2010
28. Freudenberg Medical, 2019	69. Tekni-plex / Natvar, 2012
29. G.Rau, 2012	70. Theragenics, 2014
30. Heraeus Medical Components, 2016	71. Thermo Fischer Scientific Coyol, 2018
31. Hologic, 2004	72. Thermo Fischer Scientific Flexipark, 2011
32. Horizons Intl., 2005	73. Thermo Fisher Scientific Ultra, 2016
33. ICU Medical, 1999	74. Utitec Medical, 2005
34. Implant Concierge, 2018	75. Viant Medical, 2004
35. International Precision Molds, 2006	76. Viax Dental Lab, 2014
36. Itek, 2016	77. Visional Technology, 2019
37. Jiang Huai, 2017	78. VWR, 2014
38. Medtronic, 2011	79. Wright Medical, 2010
39. Merrill's Packaging, 2010	
40. MicroPort Orthopedics, 2013	
41. Micro Technologies, 1999	

Fuente: CINDE.

Estas empresas se enfrentan al reto de reinventarse constantemente, debido a la acelerada transformación global de la industria, donde la *e-health*¹¹, la automatización, el internet de las cosas y el uso de nuevos materiales estarán marcando las pautas de trabajo para los próximos años.

Este es un sector basado en el uso de la tecnología, la innovación y la producción bajo altos estándares de calidad, de manera que se vuelve cada vez más especializado, complejo y lleno de oportunidades de crecimiento. Es por ello que las empresas con-

11 La Comisión Europea define e-Health como: "... el uso de las modernas tecnologías de la información y la comunicación para satisfacer las necesidades de los ciudadanos, pacientes, profesionales de la salud, proveedores de atención médica, así como los responsables políticos".

sultadas afirman que el sector ha evolucionado de manera notable, pero todavía se esperan cambios importantes: el futuro está en el diseño y desarrollo. Ruta en la que ya avanzan varias empresas.

Estos son algunos ejemplos del cómo las tecnologías emergentes están presentes en la industria de dispositivos médicos en Costa Rica:

- 1. UX/UI: mejorar la experiencia digital y la interacción con el mundo físico.**
Establishment Labs desarrolla el escáner 3D de última generación “Divina TM”, en colaboración con el Megalab de Intel Costa Rica. El dispositivo captura imágenes de cuerpo de la mujer y simula el resultado para el cliente, según sus necesidades en términos de tamaño, el material y la calidad.
- 2. IoT: Dispositivos médicos interrelacionados transfiriendo datos a través de la red.**
Para facilitar la vida de pacientes y cirujanos por igual, Establishment Labs creó Q-ID, un chip del tamaño de 12mm colocado dentro del implante, para leer, localizar y extraer características detalladas de los pacientes y los productos.
- 3. Impresión 3D: creación de un objeto físico a partir de un modelo digital tridimensional.**
MicroPort Orthopedics en Costa Rica diseña accesorios quirúrgicos para cirugía, adaptados a las necesidades de cada paciente, que se utilizan en los reemplazos de rodilla y cadera. Estos diseños son enviados a Estados Unidos para la impresión 3D y la entrega a los centros médicos.
- 4. IA/Machine learning: uso de computadoras para entender la inteligencia humana.**
Boston Scientific Costa Rica elaboró un algoritmo que interpreta los datos de múltiples sensores embebidos dentro de sus desfibriladores. Este, a su vez, produce un diario para el paciente, que se envía a un médico y es capaz de recibir una alerta cuando las cosas cambian más allá de un cierto rango.
- 5. Robótica: máquinas programables capaces de llevar a cabo una serie de acciones de forma autónoma.**
Microtechnologies Costa Rica ofrece soluciones de ingeniería avanzadas en los mercados de semiconductores, automotriz, médico e industrial. Desde diseños y materiales disruptivos hasta ensamblajes automatizados complejos. La convergencia de esta tecnología con el análisis de datos ha abierto un nuevo mundo de posibilidades para la precisión, la integridad de producto y la viabilidad de la cadena de abastecimiento.
- 6. I+D: la búsqueda de nuevos conocimientos para crear nuevos productos y servicios.**
Philips Costa Rica cuenta con un laboratorio dedicado a la investigación y desarrollo de dispositivos médicos. Desde ahí se realizan pruebas y caracterizaciones de materiales y procesos implícitos en la manufactura de productos para la terapia guiada por imágenes. Además, se brinda soporte general a la compañía a nivel de investigación y desarrollo. Este modelo tiene como eje transversal la **innovación sostenible. También trabajan en la transformación hacia la digitalización en armonía con el medioambiente.**
- 7. Analítica de datos: el descubrimiento de patrones dentro de grandes conjuntos de datos.**
En el 2018, la compañía farmacéutica mundial Merck Sharp & Dohme (MSD) estableció un centro de gestión de datos en Costa Rica, desde donde se procesa información sobre estudios clínicos, se lleva un registro de los casos de efectos adversos causados por medicamentos vendidos a nivel mundial y se analizan los datos detallados de los diarios personales de cada paciente, para detectar y reportar eventos adversos tales como efectos secundarios o reacciones no deseadas de nuevos productos (CINDE).

Finalmente, como se señaló de manera previa, muchas de las empresas de la industria de dispositivos médicos ahora también forman parte del sector servicios. Por ejemplo, la operación local de la Empresa ICU medical posee un centro integrado de servicios corporativos que da soporte a las operaciones en América Latina y Europa en las áreas de investigación y desarrollo, compras, calidad, soporte técnico, calibraciones, salud ocupacional, seguridad, finanzas, recursos humanos y tecnología de la información. También la empresa MicroPort, cuenta en Costa Rica con un centro de servicios que desarrolla funciones de contabilidad y finanzas, compras, servicio al cliente, recursos humanos, tecnologías de la información y asuntos regulatorios, entre otros.

TALENTO HUMANO

3.2.2 Demanda

Consideraciones metodológicas

Para el análisis de la demanda laboral, se utilizaron 4 fuentes de información:

- Revisión documental sobre el sector
- Información de demanda de CINDE

Análisis de vacantes: 74 puestos disponibles entre el 17 y el 23 de agosto, en 7 de las 10 empresas líderes en exportación de acuerdo con PROCOMER (Abott Medical, Baxter, Boston Scientific, Edwards Lifesciences, Microvention, Phillips, Smith & Nephew).

Entrevistas aplicadas a 4 empresas del top 10 exportador de PROCOMER (Phillips, ICU Medical, Edwards Lifesciences, Allergan).

Datos del 2018 reflejan que el sector emplea talento humano de alta calificación: un 5% de personas con preparación técnica del Instituto Nacional de Aprendizaje, un 52,5% con preparación de colegios técnicos o académicos, 20,8% con preparación universitaria y solamente un 21,2% con escuela primaria (Arias B., 2020, pág. 28).

Durante el proceso de consulta, las empresas indicaron tener dificultades de contratación en los niveles de alta y media cualificación. Sobre todo, debido a la alta competencia por el talento humano (Ver recuadro 6).

Recuadro 6. Empresas de dispositivos médicos en Costa Rica: dificultades para contratación y medidas para afrontarlas

Todas las empresas consultadas manifestaron dificultades para la contratación de personal en los niveles de media y alta cualificación. Como principales causas sobresalen: 1) la alta competencia por el talento humano, 2) la insuficiente cantidad de personas con las competencias requeridas y 3) la falta del nivel de inglés requerido. Para afrontar esta situación, entre las medidas adoptadas destacan: 1) la capacitación a su personal nuevo y al que ya tienen en planta, 2) el aumento de salarios y 3) la subcontratación de ciertos servicios.

En los puestos de alta cualificación se exige educación universitaria (tanto en el área de manufactura como en otros procesos empresariales), inglés medio o avanzado y, dada la complejidad de los procesos, los estándares de calidad y las características de los productos con

los que se trabaja, es esencial la experiencia laboral para ser contratado. Si bien la cantidad de años varía de acuerdo al puesto, se llega a solicitar hasta 8 y 10 años de experiencia (el 80% de las vacantes analizadas solicitan experiencia previa).

Asociado a este tema, como parte de las vacantes analizadas se identifican oportunidades para que estudiantes de ingenierías puedan realizar pasantías en empresas de dispositivos médicos (en puestos como ingeniería de manufactura, diseño de productos y calidad). Además, una empresa en específico destacó la relevancia de la formación dual, con experiencias puntuales con estudiantes en áreas de ingeniería mecatrónica e ingeniería industrial. *“Ingenieros de dual tienen un rendimiento 300 veces superior, aprenden más rápido, son más orientados a la acción y son más resilientes. Desarrollan mejor sus habilidades blandas, por ejemplo, la capacidad para explicar y defender proyectos. Lo cual es muy débil a nivel universitario académico. Además, desarrollan la experiencia requerida.”*

En el nivel de cualificación alta, en el proceso de manufactura, se identifica una coincidencia en la demanda en los puestos denominados como “Ingenieros de calidad” e “Ingenieros de manufactura, fabricación y procesos”. En estos se solicita como requisito Licenciatura universitaria en alguna ingeniería o ciencia (Industrial, Producción, Electromecánica, Química, Electrónica, Materiales). Lo cual coincide en gran medida con lo que muestra CINDE en el top 10 de carreras universitarias de mayor demanda, que se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Top 10 de carreras universitarias en el sector de ciencias de la vida.

Top 10 de Carreras Universitarias Sector Ciencias de la Vida	
1.	Ingeniería Industrial
2.	Ingeniería Mecánica
3.	Ingeniería en Producción
4.	Calidad
5.	Administración de Empresas
6.	Ingeniería Electromecánica
7.	Ingeniería Electrónica
8.	Ingeniería en Mantenimiento Industrial
9.	Ingeniería en Materiales
10.	Contabilidad

Fuente: (Talent Place by CINDE, 2022)

En estos puestos, sobresale la importancia del nivel avanzado en inglés y de las certificaciones internacionales (especialmente en calidad, gerencia de proyectos y manufactura esbelta). Sin embargo, respecto a este último tema, en las empresas consultadas indican que las certificaciones pueden ser desarrolladas una vez en el puesto de trabajo, para lo cual tienen definido un esquema interno para facilitarlas a sus colaboradores. En el caso del inglés, insisten en la falta de un nivel adecuado en la población egresada de las universidades, por lo que también han tenido que definir oferta o establecer mecanismos para fortalecer este ámbito (ver recuadro 6).

Estos trabajos se pueden realizar mediante teletrabajo o modalidad mixta, para lo cual se considera fundamental fortalecer competencias asociadas como el trabajo por objetivos, la gestión del tiempo, el uso de tecnologías digitales, de metodologías para la evaluación del desempeño y la seguridad de los datos. En el ámbito de competencias blandas destacan la resolución de problemas y la orientación a la calidad como las de mayor importancia. Finalmente, destacar que las personas en estos puestos requieren de competencias en tecnologías asociadas a la revolución 4.0, fundamentalmente: Analítica de datos, Machine Learning y Big data, Nuevos materiales, Investigación & desarrollo y Trabajo en la nube.

Tabla 10. Características del puesto de ingeniería de calidad

Nombre del puesto: Ingeniería de calidad Proceso al que pertenece: producción Nivel académico: Licenciatura universitaria				
Funciones	Certificaciones	Competencias para teletrabajo	Competencias blandas	
<p>Principal:</p> <p>Garantizar el aseguramiento de la calidad en los procesos relacionados con la fabricación de los subensambles y productos terminados y su cadena de suministros, incluido el cumplimiento de los requisitos y/o procedimientos reglamentarios para los productos.</p> <p>Secundarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que se elaboren planes de calidad apropiados y que exista un sistema de calidad adecuado, tanto para nuevos productos como para la fabricación continua • Validar análisis de riesgos, planes de control y procesos de supervisión de sistemas de calidad: análisis de tendencias, evaluación de impacto y seguimiento • Revisar planes y registros de calibración, controles ambientales y planes y registros de capacitación • Organizar y ejecutar auditorías internas para productos, con el fin de evaluar la efectividad del Sistema de Gestión de Calidad vinculado a los controles de producción • Aprobar qué procesos necesitan validación/ revalidación después de cambios y verificar procesos, planes y registros. 	<p>Quality Engineer Certification (CQE)</p> <p>Quality Auditor Certification (CQA)</p> <p>Six Sigma o similar</p>	<p>Se puede desarrollar modalidad mixta, para lo cual se requiere competencias en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo por objetivos • Uso de tecnologías y herramientas digitales • Metodologías para la evaluación del desempeño (KPI's o métricas específicas) • Gestión del tiempo • Conocimientos sobre seguridad de los datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Orientación a la calidad • Resolución de problemas • Trabajo en equipo • Adaptabilidad • Aprendizaje permanente 	
		Tecnologías 4.0		Idioma
		<ul style="list-style-type: none"> • Analítica de datos, Machine Learning y Big data • Nuevos materiales • Investigación & desarrollo 		<p>Inglés avanzado</p>

Fuente: elaboración propia, a partir de cuestionarios aplicados y análisis de vacantes. 2022

Tabla 11. Características del puesto de ingeniería de manufactura

Nombre del puesto: Ingeniería de procesos, manufactura o fabricación Proceso al que pertenece: producción Nivel académico: Licenciatura universitaria			
Funciones	Certificaciones	Competencias para teletrabajo	Competencias blandas
<p>Principal:</p> <p>Identificar, diseñar e implementar mejoras en procesos, herramientas y equipos de los sistemas de manufactura que conlleven a procesos productivos predecibles, confiables, estables y eficientes de acuerdo con las características de los productos, aplicando las mejores prácticas de administración de proyectos y excelencia operacional.</p> <p>Secundarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar actividades relacionadas a tecnología de procesos • Ejecutar estrategias de validación de software • Crear y revisar la documentación de manufactura • Identificar y ejecutar mejoras en los procesos • Liderar e implementar mejoras de reducción de costos • Aplicar principios de Lean Manufacturing 	<ul style="list-style-type: none"> • Project Management (Project Management Professional o PMP – Scrum, Agile) • Manufactura esbelta: LEAN Six sigma • SAP (Systems Applications Products) • ISO (International Organization for Standardization) 	<p>Se puede desarrollar modalidad mixta, para lo cual se requiere competencias en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión del tiempo • Metodologías para la evaluación del desempeño (KPI's o métricas específicas) • Trabajo por objetivos • Uso de tecnologías y herramientas digitales • Conocimientos sobre seguridad de los datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas • Orientación a la calidad • Adaptabilidad • Comunicación asertiva • Trabajo en equipo
		<p>Tecnologías 4.0</p> <p>En orden de relevancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analítica de datos, Machine Learning y Big data • Nuevos materiales • Investigación & desarrollo • Trabajo en la nube 	

Fuente: elaboración propia, a partir de cuestionarios aplicados y análisis de vacantes. 2022

Cabe mencionar, que al ser grandes empresas también se presenta demanda importante a nivel profesional en el área comercial (en puestos como inteligencia de negocios), a nivel de gestión del talento humano y en el área de TI (ingenieros en prueba, desarrollo e implementación de software; machine learning y arquitectura en la nube). A esta demanda en el ámbito de tecnologías, se le debe sumar la tercerización de servicios que se presenta en el siguiente capítulo, lo cual demuestra la importancia que cobran la digitalización y las tecnologías 4.0 en esta industria.

En el ámbito de demanda futura, tanto en las vacantes analizadas como en los cuestionarios aplicados, aparece el puesto de “Ingeniería de plásticos” como una figura para la cual no hay oferta educativa específica en el país, pero si se identifica en otros países. Por otro lado, en el grupo focal que se realizó con representantes de la industria TIC, se destacó la importancia futura del “Safety Critical” en la industria de dispositivos médicos.

En lo que respecta al nivel técnico, se identifica una alta demanda en los puestos de mantenimiento industrial (donde se solicitan estudios técnicos en electricidad, electromecánica, electrónica, mecánica o refrigeración) y calidad (laboratoristas/microbiología), seguidos de moldeo de plásticos, mecánica de precisión, calibraciones y, aunque pocos, aparecen vacantes para especialistas en servicios al cliente. En la tabla siguiente también se nota una importante coincidencia con las carreras técnicas identificada por CINDE.

Recuadro 7. Safety Critical como oportunidad para la industria biomédica

A medida que los dispositivos médicos se vuelven más complejos, la seguridad es un elemento esencial para el diseño y desarrollo. Garantizar el uso seguro de dispositivos médicos y soluciones de salud **digital** para pacientes y cuidadores es una tarea fundamental para que los fabricantes eviten situaciones adversas.

“Safety Critical” comprende hardware, software y aspectos humanos necesarios para realizar una o más funciones de seguridad en el diseño de productos, en las que una falla causaría un aumento significativo en el riesgo para las personas o el medio ambiente. Personas con competencias en este ámbito podrían hacer más atractivo la industria biomédica del país.

Fuente: elaboración propia, a partir del grupo focal, 2022.

Tabla 12. Top 10 de carreras técnicas en el sector de ciencias de la vida.

Top 10 de Carreras Universitarias Sector Ciencias de la Vida

1. Calidad
2. Mecánica de precisión
3. Electromecánica
4. Transformación de plásticos
5. Mantenimiento Industrial
6. Electrónica
7. Electrotécnica
8. Contabilidad
9. Metrología
10. Mecánica

Fuente: (Talent Place by CINDE, 2022)

Es importante señalar que, en el caso del personal de nivel técnico responsable del mantenimiento industrial, ya no basta con la mecánica, sino que se busca preferiblemente técnicos en electromecánica o electrónica, esto asociado a las características de las industrias 4.0. Incluso en el tema de tecnologías, es indispensable el manejo de Controladores Lógicos Programables o PLC (por sus siglas en inglés), comúnmente utilizados por aquellas industrias que buscan dar un salto significativo en la automatización de sus procesos. Además, esta tecnología recibe y genera datos que pueden ser almacenados en la nube (para optimizar los procesos de comunicación y para maximizar la eficiencia de los procesos) y que pueden servir, por ejemplo, para realizar mantenimientos preventivos.

Tabla 13. Características del puesto técnico en mantenimiento industrial

Nombre del puesto: técnico en mantenimiento industrial Proceso al que pertenece: producción Nivel académico: título técnico					
Funciones	Certificaciones	Competencias para teletrabajo	Competencias blandas		
<p>Principal:</p> <p>Realizar mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos y sistemas, basado en el conocimiento técnico, así como contribuir a la optimización de los procesos, siguiendo los procedimientos regulatorios existentes y realizando las labores definidas en el programa de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de la planta.</p> <p>Secundarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con los planes de mantenimiento preventivo y predictivo establecido. • Atender de manera adecuada situaciones que a nivel correctivo se puedan presentar. • Velar por el adecuado uso y mantenimiento de los equipos y herramientas bajo su responsabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Project Management (Project Management Professional o PMP – Scrum, Agile) • Manufactura esbelta: LEAN Six sigma • SAP (Systems Applications Products) • ISO (International Organization for Standardization) 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo por objetivos • Gestión de tiempo • Metodologías para la evaluación del desempeño • Uso de tecnologías y herramientas digitales • Aspectos de saneamiento, distanciamiento físico (como restricciones al uso comunitario de herramientas y áreas, limpieza regular de los equipos y de las instalaciones) y salud psicológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas • Adaptabilidad • Servicio al cliente • Trabajo en equipo • Aprendizaje permanente 		
				Tecnologías 4.0	Idioma
				<ul style="list-style-type: none"> • Automatización (PLC) • Análisis de datos • Trabajo en la nube 	<p>Inglés básico a nivel de habla, escritura y escucha.</p> <p>Inglés intermedio a nivel de lectura</p>

Fuente: elaboración propia, a partir de cuestionarios aplicados y análisis de vacantes. 2022

En el caso de los técnicos en control de calidad, es importante destacar que desde el 2016, en coordinación con CINDE, la Universidad de Costa Rica crea una especialidad técnica para preparar a estos profesionales en microbiología. Las empresas consultadas indican que la oferta es de muy buena calidad, pero hay pocas personas egresadas pese a la alta demanda.

Tabla 14. Características del puesto técnico en control de calidad

Nombre del puesto: técnico en control de calidad – técnicos de laboratorio en microbiología Proceso al que pertenece: laboratorios Nivel académico: secundaria completa				
Funciones	Certificaciones	Competencias para teletrabajo	Competencias blandas	
<p>Principal: Brindar soporte técnico a los laboratorios de calidad</p> <p>Secundarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coordinar y realizar pruebas de control de calidad. • Registrar correctamente datos, escribir y revisar informes y comunicar los resultados de manera precisa, rápida y oportuna. • Liderar el análisis de fallas del producto e involucrar la asistencia requerida si es necesario. • Coordinar la recepción, aceptación y disposición del material. • Identificar y priorizar problemas de calidad identificados por métricas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los principios de excelencia operativa y mejora de procesos. 		<ul style="list-style-type: none"> • Orientación a la calidad • Servicio al cliente • Comunicación asertiva • Adaptabilidad 	
	Tecnologías 4.0	Idioma		
	<ul style="list-style-type: none"> • Automatización (PLC) • Análisis de datos • Trabajo en la nube 	Inglés avanzado		

Fuente: elaboración propia, a partir de cuestionarios aplicados y análisis de vacantes. 2022

En los casos de técnicos en moldeo de plástico y metrología, se indica que la demanda también obedece a un tema de cantidad de personas disponibles. Hay programas actualizados, pero no suficientes personas para cubrir la demanda.

3.2.3 Oferta

El talento humano es esencial y por eso se han realizado esfuerzos importantes para generar oferta que atienda las necesidades del sector. A continuación, se detalla la oferta diseñada específicamente para atender las necesidades de la industria:

Tabla 15. Oferta educativa diseñada u ofrecida para atender las necesidades de la industria médica en Costa Rica

Apoyo de CINDE	Convenios con Zona Franca el Coyoil	Otra oferta pública y privada
<p>Tecnológico de Costa Rica (TEC): con el apoyo de la Universidad de Minnesota, en el año 2014 se crea la Maestría en Ingeniería en Dispositivos Médicos, primera de su tipo en Latinoamérica. El programa de estudios tiene un enfoque práctico, para formar profesionales con competencias para la Investigación y Desarrollo (I+D). Incluye como parte del programa certificaciones internacionales (SolidWorks y Minitab)</p> <p>Universidad de Costa Rica (UCR): en 2016 se inicia la entrega de un Técnico en microbiología, con 6 módulos sobre teoría y práctica de química y microbiología - para un total de 150 horas.</p> <p>Con los Colegios Técnicos Profesionales del MEP se trabaja en la generación de nueva oferta y actualización de programas en áreas como electrónica industrial, gestión de calidad y electromecánica.</p> <p>Alianzas con instituciones internacionales, como University of Wisconsin Stout y RICE University, para ofrecer cursos especializados en áreas como empaques e innovación.</p> <p>En 2020, con coordinación con el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y el clúster de empresas de ciencias de la vida, se realiza una capacitación conjunta de 500 colaboradores de empresas médicas en áreas estratégicas: manufactura médica, salud ocupacional, gestión de residuos y primeros auxilios. La mayoría en modalidad virtual.</p>	<p>Convenio firmado entre el Instituto Tecnológico de Costa Rica y Coyoil Free Zone, habilita la siguiente oferta de programas para el público en general: Inglés regular e intensivo, Técnico en Calidad, Técnico en Supervisión de Producción, Maestría en Sistemas Modernos de Manufactura, Maestría en Cadena de Abastecimiento, Maestría en Ingeniería de Dispositivos Médicos, Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica.</p> <p>Además, el TEC pone a disposición los siguientes cursos cortos: Excel, Minitab, SolidWorks, Auditoría de Calidad, Servicio al Cliente y Lean Six Sigma (Yellow belt).</p> <p>Mediante convenio con el INA se pone a disposición el siguiente curso: Buenas Prácticas en la Manufactura de Dispositivos Médicos, con una duración de 120, para desarrollar destrezas prácticas y actitudinales aplicables en los procesos de manufactura médica, según protocolos establecidos.</p>	<p>Ingeniería biomédica (ULACIT): Orientada al diseño y producción de dispositivos o sistemas médicos a partir de una gestión óptima de las capacidades de investigación e innovación tecnológica.</p> <p>Master Ejecutivo en Gerencia de Dispositivos Médicos (ULatina): Aborda los fundamentos, los conceptos, las distintas perspectivas y las técnicas para liderar y gestionar operaciones exitosas en la manufactura y desarrollo de dispositivos médicos.</p> <p>Ingeniería en Electromedicina (ULatina): Brinda principios de las mediciones biomédicas, teorías de muestreo, adquisición, procesamiento, transferencia, presentación, almacenamiento de datos y los conocimientos teóricos y prácticos que describen la interfaz entre el paciente y el equipo médico.</p> <p>Diplomado en mecatrónica (UTN): tiene como propósito generar los conocimientos técnicos necesarios para mejorar procesos y sistemas mecatrónicos en sectores industriales de manufactura (como la médica) y de servicios, mediante el uso de la tecnología, el manejo de las normas y estándares para una administración eficiente, la mejora continua y un mayor aprovechamiento de los recursos disponibles y la sostenibilidad ambiental.</p>

Fuente: elaboración propia 2022.

En cuanto al Marco Nacional de Cualificaciones, si bien no existe oferta específica para la industria de dispositivos médicos, entre los años 2020 y 2021, se generaron diversos estándares que se identificaron como de alta demanda en el estudio realizado por la CICR y los socios en 2019, así como en el actual informe:

- Electromecánica
- Electrónica industrial
- Transformación de polímeros plásticos y silicón
- Refrigeración y climatización
- Gestión de calidad

Además, desde la Ventanilla de la Cámara de Industrias, en colaboración con el INA, se ha desarrollado un primer programa para formar técnicos en mantenimiento industrial en la modalidad dual, que se desarrolla en una empresa de manufactura avanzada, pero que su replicación podría ser en otras empresas del sector industrial.

Finalmente, es fundamental recordar que las empresas tienen diseñado todo un programa de formación y actualización para sus empleados/as, que incluye certificaciones internacionales y formación continua. Además, gracias al apoyo de CINDE se han logrado sinergias importantes los Colegios Técnicos y el INA para atender su demanda técnica. Un ejemplo interesante es que actualmente las empresas del sector trabajan con CINDE y el MEP para generar oferta alineada a SACA (Smart Automation Certification Alliance).

En general, las empresas reconocen el papel clave de CINDE para que sus necesidades de talento humano sean claramente identificadas y atendidas. Muchas de las brechas son cuantitativas, pero vale la pena revisar temas cualitativos, como las deficiencias a nivel de inglés y competencias blandas, así como los conocimientos y habilidades en nuevas tecnologías.

“Competir con bienes y servicios de clase mundial implica elevar nuestros estándares a todo nivel. En síntesis, es cambiar el modelo de desarrollo, de mentalidad, y comenzar a sembrarlo desde edades tempranas.” (Tecnológico de Costa Rica, 2017)

3.2.4 Retos y oportunidades

Con el propósito de identificar criterios que permitan seguir trabajando en la mejora del clima empresarial para las compañías de la industria de dispositivos médicos, durante el proceso de investigación se consultó sobre principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Como resultado destaca que este es un sector con un panorama bastante positivo en distintos frentes. Por ejemplo, sobresalen los años de experiencia y renombre a nivel internacional y nacional del subsector y sus empresas, así como sus altos estándares de calidad, seguridad y enfoque laboral centrado en las personas, que les hacen atractivas para quienes están en formación o en búsqueda de empleo. Justamente por eso cuentan con un grupo de personas con conocimiento del sector (su funcionamiento y regulaciones) y se ha logrado formar personal especializado. Además, la pandemia mostró la capacidad de resiliencia del país y esto, junto a otras características, lo hicieron más atractivo para empresas con deseo de acercar operaciones. El apoyo de CINDE para la atracción de empresas y para la generación de condiciones necesarias para la operación y escala de operaciones, es un factor esencial, incluso diferenciador para el país en el mundo. Ha sido fundamental para mejorar la oferta de servicios de educación y formación.

Sobresalen las oportunidades para el crecimiento de las compañías transnacionales del sector (en investigación y desarrollo) y para empresas nacionales en la cadena de valor (hay mucho espacio para proveedores de insumos para la manufactura).

No obstante, se reconoce el riesgo que representa la poca flexibilidad y la falta de respuesta ágil de las instituciones educativas y de la formación técnico profesional. Asimismo, en el ámbito universitario, falta mayor cantidad de profesionales en áreas técnicas: ingenierías biomédicas, de proceso, de introducción de nuevos productos, mecánicas, etc. Además, egresados de este nivel cuentan con debilidades en habilidades blandas (sobre todo para asumir puestos gerenciales y de liderazgo, así como para puestos de investigación y desarrollo), e idiomas (muchos tienen certificaciones, pero falta práctica). Mayor detalle de los resultados en la tabla 16.

Tabla 16. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la industria de dispositivos médicos, Costa Rica, 2022

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • El país está bien posicionado internacionalmente por sus condiciones y paz social, pero el contexto de pandemia mostró además la capacidad para garantizar la continuidad de negocios. • En CR se encuentran las empresas líderes en dispositivos médicos del mundo. • El talento humano sigue siendo diferenciador, aunque se reconocen importantes retos. • Existe un importante número de personas con conocimiento del sector (p.e. sobre regulaciones ISO + FDA)¹² y se cuenta con profesionales universitarios con formación específica. • A nivel técnico, los CTP son bastante competitivos, es importante fortalecer la parte de idiomas. • Entidades como COMEX, PROCOMER y CINDE apoyan en la identificación de necesidades de formación y en la generación de opciones para cerrar brechas. • Régimen de Zona Franca les da a empresas beneficios fiscales, facilidades para infraestructura y para importar equipos y materias. • Estrategia de inversión extranjera eficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • La falta de estrategia país resta competitividad global: cuál es el branding y cómo aprovecharlo. • Talento humano es arma de doble filo, es uno de los mayores atractivos, pero somos un país pequeño y con poca población. Si no se atiende la demanda en crecimiento, no se puede atraer más empresas o empiezan prácticas “predatorias” entre compañías y esto puede generar una espiral inflacionaria en los salarios. • Se está perdiendo la calidad de la educación pública y hay una clara falta de flexibilidad: no se hace prospección y no hay estrategias para aumentar la empleabilidad con oferta complementaria y de corta duración (como certificaciones internacionales). • Poca oferta y desactualizada por parte del INA. • Rigidez de la academia para actualizar los currículos de las carreras existentes o abrir nuevas. También para ofrecer opciones rápidas de habilitación para el empleo. • Insuficiente formación emprendedora para encadenamientos y para la investigación. • El sistema educativo es de réplica y no de innovación.

¹² Regulaciones de calidad de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA).

OPORTUNIDADES

- Mejorar el clima de inversiones y la propuesta de valor de CR para la atracción de inversión
- La apertura de ciertas casas matrices para hacer I+D.
- Sacar mayor provecho de las modalidades de formación en el trabajo, como la formación dual.
- Impulsar proyectos como Future Up (uso de inteligencia artificial para predecir y recomendar rutas de aprendizaje continuo para mantener empleabilidad alta)
- Mejora de los planes reguladores a nivel cantonal para promover inversiones.
- Definir oferta pública de educación que permita a las personas cerrar las brechas académicas y técnicas de manera paralela.
- Reforma del INA (sigue siendo potencial)
- Ser parte de la OCDE
- Aprovechar la cercanía horaria y física a algunos de los principales mercados como, EE.UU y Canadá.
- Sacar mayor provecho de la tendencia mundial hacia el Nearshoring.

AMENAZAS

- Proyectos como renta global (desestimularía reinversión) e impuesto a tractores de zona franca.
- Falta de financiamiento o capital de riesgo.
- Diáspora de los costarricenses, no hay fronteras para los puestos de trabajo.
- Impacto de las huelgas y la pandemia en el sector educativo y el talento humano.
- Costos de servicios básicos: energía.
- Aspectos regulatorios: no se avanza en la simplificación de trámites.

Fuente: elaboración propia, a partir de entrevistas. 2022

3.3 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

3.3.1 Delimitación del sector

La industria de las tecnologías de la información y la comunicación es altamente dinámica por su vinculación a los avances tecnológicos; razón por la cual está en constante crecimiento y evolución. Esto hace que su caracterización sea muy compleja, pero también muy necesaria para generar las condiciones que permitan sacar ventaja de ese dinamismo, impactando la vida de las personas y el desarrollo de las actividades cotidianas de los sectores público y privado.

Desde un punto de vista estadístico, el Instituto Nacional de Estadística de España (INE) define a esta industria como el conjunto de empresas manufactureras, comerciales y de servicios cuya actividad principal está vinculada con el desarrollo, producción, comercialización y uso intensivo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. La versión más actualizada de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU-4), destaca cómo en los últimos años ha venido aumentando la demanda de datos referentes a la economía de la información y por ello sugiere una agregación de 19 actividades TIC de tres sectores económicos: manufactura, comercio y servicios.

Tabla 17. Actividades económicas TIC, según la revisión 4 de la CIIU

Manufacturas
2610. Fabricación de componentes y tableros electrónicos
2620. Fabricación de ordenadores y equipo periférico
2630. Fabricación de equipo de comunicaciones
2640. Fabricación de aparatos electrónicos de consumo
2680. Fabricación de soportes magnéticos y ópticos.
Comercio
4651. Venta de ordenadores, equipo periférico y programas de informática
4652. Venta de equipo, partes y piezas electrónicas y de telecomunicaciones.
Servicios TIC
5820. Edición de programas informáticos
61. Telecomunicaciones
6110. Actividades de telecomunicaciones alámbricas
6120. Actividades de telecomunicaciones inalámbricas
6130. Actividades de telecomunicaciones por satélite
6190. Otras actividades de telecomunicaciones
62. Programación informática, consultoría informática y actividades conexas
6201. Actividades de programación informática
6202. Actividades de consultoría de informática y de gestión de instalaciones informáticas
6209. Otras actividades de tecnología de información y de servicios informáticos.
631. Procesamiento de datos, hospedaje y actividades conexas; portales web
6311. Procesamiento de datos, hospedaje y actividades conexas
6312. Portales web
951. Reparación de ordenadores y equipo de comunicaciones
9511. Reparación de ordenadores y equipo periférico
9512. Reparación de equipo de comunicaciones

Fuente: (Naciones Unidas, 2009, pág. 312)

En la Clasificación de Actividades Económicas de Costa Rica (CAECCR-2011), las actividades de la industria se agrupan en la Sección J, denominada información y comunicación. “Esta sección abarca la producción y distribución de información y de productos culturales y el suministro de los medios para transmitir o distribuir esos productos, así como datos o comunicaciones, actividades de tecnologías de la información y actividades de procesamiento de datos y otras actividades de servicios de información.” (INEC, 2013)

En el año 2021 el INA inició un proceso para definir la cadena de valor de la industria TIC, en colaboración con el sector empresarial. En este ejercicio se ha logrado definir un total de 5 eslabones con las características que se señalan a continuación (ilustración 8).

Ilustración 8. Costa Rica: eslabones de la cadena de valor TIC



Fuente: INA, presentación realizada el 23 de mayo de 2022 al equipo de investigación, a la KAS y la CICR.

Como se aprecia en la ilustración anterior, el enfoque es más acotado que la definición que se utiliza en la CAECCR, ya que no incluye aspectos como producción audiovisual y telecomunicaciones, centrándose más en la parte de información. A partir de ese análisis de contexto, han logrado detallar la ruta ocupacional de la industria TIC, que se espera sea la base para actualizar oferta educativa y formativa.

3.3.2 Evolución de la industria TIC en Costa Rica

Desde la década de los setenta del siglo pasado, el mundo empezó a reconocer que el conocimiento en informática, computación y otras especialidades de la rama, era fundamental como sustento de una serie de actividades económicas. Por eso, en Costa Rica también se le dio gran importancia a la formación de profesionales en el campo, habilitando carreras como Ciencias de la Computación e Ingeniería en Computación en la Universidad de Costa Rica (1973) e Ingeniería en Computación Administrativa en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (1976) (PROSIC, 2006, p. 223).

En sus comienzos, los programas de software tenían funcionalidades muy sencillas y eran relativamente lentos, y, por esta razón, solo eran utilizados por las mismas personas que los desarrollaban -que solían ser matemáticos, científicos o ingenieros-, y no podían ser instalados en equipos diferentes o convencionales. En Costa Rica, el escenario se componía básicamente de empresas del sector privado como IBM y Burroughs, enfocadas principalmente en el trabajo de programación y mantenimiento porque la tecnología era muy cara y poco accesible. En esos años los egresados de las universidades se encargaban de desarrollar aplicaciones básicas: programas de facturación, pólizas de seguro, sistemas de crédito, etc. Así, la demanda de trabajo se centraba en este tipo de empresas y algunas instituciones públicas como el Instituto Nacional de Seguros, el Instituto Costarricense de Electricidad, y la Caja Costarricense de Seguro Social, que implementaban sistemas de cómputo o programas de gestión.

Esto empieza a cambiar en los ochenta, con la introducción de las “micros”, la desgravación de los impuestos y el incremento de profesionales graduados en el área, aspectos que permitieron una mayor accesibilidad del hardware para pequeñas y medianas empresas y para usuarios en general, pero también permitió el inicio de la industria del software (PROSIC UCR, 2006, pág. 224).

A inicios de la década de los noventa, con la llegada de ORACLE a Costa Rica, se implementaron acciones para estimular a las empresas incipientes a desarrollar aplicaciones con su tecnología y promover su comercio, tanto en el ámbito nacional como internacional, dándose los primeros pasos para la exportación de software. A finales de los noventa y principios del año 2000 las empresas costarricenses dedicadas a este mercado estaban creciendo entre un 40% y 60% anualmente y se volvían más competitivas (PROSIC UCR, pág. 225). Ese crecimiento se vio impactado por la explosión de la burbuja “dotcom”¹³ en 2002, que hizo que las políticas de inversión y estímulo desaparecieran en su totalidad y obligó al sector a buscar alternativas.

A pesar de este escenario, algunas ventajas comparativas como la inversión en educación, la preparación académica y profesional en informática, el surgimiento de actividad empresarial nacional en desarrollo de software, los programas de mejoramiento de la calidad y de la productividad, la presencia de inversión extranjera, la infraestructura adecuada y la experiencia previa, entre otras, permitieron que Costa Rica asumiera el liderazgo en el negocio de software para la región e incitara la competitividad local.

En esta historia, fue esencial el modelo de desarrollo seguido el país durante los últimos 30 años, enfocado en políticas para el estímulo a la exportación, que ha logrado impulsar la venta de bienes y servicios intensivos en mano de obra calificada hacia el mercado internacional. Incluso uno de los factores que distingue el desarrollo de la política de inversión extranjera directa del país, es la participación de industrias de alta tecnología, que ha sido posible gracias al entramado institucional que se ha desarrollado (con el trabajo coordinado de entidades como PROCOMER, CINDE y CAMTIC).

Pero ¿cuáles son las principales características de la industria en la actualidad? Tomando como referencia datos de PROCOMER, en 2019 las empresas TIC generaban aproximadamente 42 mil empleos (42% de ellos fuera de zona franca), la actividad dominante es el desarrollo de software, poco más del 50% de las empresas tienen al menos 11 años de operar, 7 de cada 10 empresas son de capital mayoritariamente nacional, 9 de cada 10 exportan servicios y, en su mayoría, se trata de empresas formales (PROCOMER, 2019).

Durante la pandemia se aceleró la penetración de las tecnologías, por factores como el aumento del trabajo remoto, el crecimiento del comercio online, servicios y negocios digitales, la automatización y la robotización empresarial. Esto generó importantes oportunidades de crecimiento en el mercado laboral para las empresas y personas con las competencias tecnológicas requeridas, pero también amplió brechas en aquellos sectores y poblaciones que no las tenían.

En un estudio complementario presentado por PROCOMER en el año 2022, se indica que el 78% de las empresas TIC consultadas desarrolló o acondicionó su solución tecnológica a las necesidades de la pandemia. Pero, además, se registró un importante dinamismo entre clientes de salud, dispositivos médicos, farmacéutico y la generación de soluciones MedTech, que muestra no solo la capacidad de adaptación de las empresas, sino las nuevas oportunidades en el mercado post-pandemia (PROCOMER, 2022). En cuanto a la oferta de servicios especializados en tecnologías 4.0, sobresale que un 22% de las empresas se han especializado en tecnologías 4.0, específicamente en computación en la nube (20%), integración de la industria 4.0 (19%), internet de las cosas (13%), automatización robótica de procesos (10%), big data (9%) y otros. Sin embargo, se registra un énfasis distinto por tamaño de empresas, es decir, las grandes (por número de empleados) se relacionan más a computación en la nube, Big data, Integración 4.0, automatización e internet de

¹³ Burbuja “dotcom” es un término que se refiere a un período de crecimiento en los valores económicos de empresas vinculadas a Internet. Esta corriente económica especulativa muy fuerte se dio entre 1997 y 2001. Durante este período, las bolsas de valores de las naciones occidentales vieron un rápido aumento de su valor debido al avance de las empresas vinculadas al nuevo sector de Internet y a la llamada nueva economía. Al pasar el tiempo, muchas de estas empresas quebraron o dejaron de operar.

las cosas; mientras las pequeñas, se dedican a áreas relacionadas a ciberseguridad, x-reality, inteligencia artificial, impresión 3d y blockchain.

En general, el 77% de las empresas atiende empresas grandes (+200 empleados) y el 67% a empresas de servicios. Los clientes de las empresas de servicios son en su mayoría de industrias TIC (54%), servicios empresariales (54%), Banca y finanzas (49%) y otros emergentes (salud, seguridad, comercio y logística). En cuanto a los clientes de bienes, estos son de las industrias alimentaria (42%), dispositivos médicos (39%), farmacéutico (28%) y agrícola (26%).

Información de PROCOMER y Deloitte permiten conocer algunas de las principales características del talento humano en la industria TIC: una amplia mayoría de personas trabajadoras jóvenes (70% entre 24-36 años), con una alta participación de hombres en la parte técnica (entre 70-84%), con alta cualificación (entre el 75% y el 86% con estudios universitarios), una mayoría con dominio de un segundo idioma, fundamentalmente inglés (entre el 70-83%) y con certificaciones internacionales (8 de cada 10 personas). Además, en cuanto a condiciones de trabajo, sobresalen aspectos como la estabilidad en el empleo, los salarios competitivos, las perspectivas de crecimiento y beneficios como el teletrabajo y la capacitación como características atractivas del trabajo en la industria (Ver tabla 18).

Tabla 18. Costa Rica: talento humano en la industria de Tecnologías de la Información y la Comunicación

Talento Humano TIC	
Datos de PROCOMER, 2019	Datos de Deloitte, 2021
<p>A partir de la consulta a 113 empresas, 75% de capital mayoritariamente nacional y 88% con exportación de servicios, se realiza la siguiente caracterización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mayoría de empleados directos, con expectativa de crecimiento, sobre todo en desarrolladoras de software. • Mayoría de hombres en áreas técnicas (69%) y ventas (66%). • Mayoría de personas con grado universitarios (86%) y de estos casi la mitad en áreas de TI. • 8 de cada 10 empleados fijos tienen alguna certificación internacional. • En las empresas con productos base TI o telecomunicaciones 70% de las personas tienen conocimiento de inglés. • Dispersión en demandas de capacitación, pero destacan nuevas tecnologías en el nivel técnico y ventas a nivel de gestión. • Para mejorar en la exportación, destaca interés de capacitación en administración de proyectos a nivel internacional, técnicas de negociación, información de mercados y mercadeo internacional. <p>Fuente: (PROCOMER, 2019)</p>	<p>A partir de la consulta a 32 empresas, la mitad de capital nacional y que suman 2000 colaboradores, se logra la siguiente caracterización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perfil de personas trabajadoras: 70% están en el rango de 24-36 años, el 75% tiene bachillerato universitario completo, 83% con 2 idiomas o más, el 84% hombres. • 4 categorías de puestos: gerencia (11%), líder de equipo (20%), profesionales (54%), soporte (11%). • Todos los grupos tuvieron aumentos salariales que superaron la inflación acumulada anual de 2019 y 2020. El grupo con mayor incremento salarial en los años de estudio fue el de los profesionales. • 41% de las empresas tiene dificultad para encontrar talentos. Buscan personas con certificaciones técnicas adicionales a estudios universitarios. Para conseguir el perfil requerido, la tendencia ha sido capacitar a sus colaboradores. • 31% de las empresas reporta como dificultad para encontrar talento la falta de preparación técnica y de habilidades blandas de los profesionales. • 40% de empresas reporta tener planes de crecimiento en el país. <p>Fuente: (Deloitte, 2021, págs. 4-9)</p>

Si bien la industria TIC en Costa Rica muestra un importante potencial en términos de generación de empleo de calidad, es necesario trabajar en la reducción de las brechas de género, ya que se trata de un sector altamente masculinizado (ver recuadro 9). Este fue uno de los puntos de gran coincidencia en el proceso de consulta realizado en el marco de la investigación, donde se destacó, por ejemplo, la importancia de trabajar el tema desde la formación de docentes para educación primaria y así sembrar desde edades tempranas el interés por la ciencia y tratar de erradicar estereotipos de género. En niveles posteriores, es fundamental mejorar el sistema de orientación vocacional brindando datos sobre la realidad del mercado laboral (este tema se desarrolla con mayor detalle al final de este apartado).

Recuadro 9. Las brechas de género en el ecosistema digital

Las brechas de género en el ecosistema digital hacen referencia a las diferencias existentes entre hombres y mujeres en diversos aspectos ligados a la transformación digital.

Brecha de acceso: es la diferencia en función del género en el porcentaje de personas que acceden a internet y que disponen de conectividad móvil. En la América Latina y el Caribe persisten notables diferencias, ya que en el 70% de los países hay mayores porcentajes de usuarios masculinos.

Brecha de uso y capacitación: hace alusión a las diferencias entre personas en los usos que hacen de internet y, en general, de las tecnologías digitales. En líneas generales, las mujeres cuentan con menor capacitación en tecnologías digitales.

Brecha de especialización: se refiere a la desigualdad existente en la participación en empleos digitales a todos los niveles. Al contrario que las brechas anteriores, esta persiste y se está incrementando con el paso del tiempo. Se manifiesta tanto en la menor participación de la mujer en estudios ligados a las tecnologías digitales (con un promedio del 2% de graduadas frente al 7,9% de graduados respecto del total) como en una presencia más reducida en el mercado laboral vinculado a la transformación digital empresarial (el porcentaje de mujeres trabajadoras en el sector TIC alcanza el 32% en la región).

Fuente: Elaboración propia a partir de: CITATION BID221 \p 7 \l 5130 (BID, 2022, pág. 7)

3.3.3 Evolución reciente de la industria: tecnologías emergentes, alcance e impacto

En la actualidad, es casi imposible imaginar el mundo sin dispositivos tecnológicos como computadoras, celulares, relojes inteligentes, y tablets, ya que además de servir como medios de comunicación y diversión, son la principal herramienta de trabajo de millones de personas, permitiendo realizar actividades a través de ellas que antes eran inimaginables, de manera sencilla y sin mucho esfuerzo. Esto ha sido posible por la búsqueda constante de nuevos métodos e innovaciones que mejoren el funcionamiento de estos dispositivos.

El mecanismo que le da funcionalidad a estos aparatos es el software. Sin software, las computadoras, tablets, celulares y otros dispositivos electrónicos son inservibles. El software en cualquiera de sus tipos (de sistema, aplicación o programación), en conjunto con el hardware (la parte de un sistema informático que podemos tocar), es fundamental en la comunicación en tiempo real, la conectividad de dispositivos, la digitalización de documentos, la programación de actividades, el almacenamiento de información y en muchas otras diversas actividades o procesos cotidianos que, de cierto modo, han mejorado la calidad de vida de las personas y que, posiblemente, lo seguirán haciendo.

El software ha pasado de ser una herramienta que antes estaba en manos de profesionales en matemáticas y computación, a estar al alcance de casi cualquier persona. Costa Rica no escapa a esa realidad: la gente consume y utiliza tecnología casi sin darse cuenta (en trámites bancarios, reservas de hotel, compras en farmacias o supermercados, reuniones virtuales, pagos de servicios públicos, etc.) y, por eso, se ha vuelto impensable para cualquier organización, pública o privada, pequeña, mediana o grande, no tener como parte vital de su estructura herramientas tecnológicas para el óptimo desarrollo de su modelo de negocio. Los clientes, comerciales o no, empresariales o no, esperan servicios ajustados a sus necesidades.

Es entendible, por lo tanto, que los avances tecnológicos en el área del desarrollo de software se encuentren en el epicentro de la Revolución 4.0.

Ahora bien, ¿qué tecnología o tecnologías han permitido esa democratización? La complejidad de la industria y la rapidez de las innovaciones hace complicado señalar a una o un grupo de tecnologías como las más influyentes. Aquí ya se ha hecho mención de algunas tecnologías emergentes como UX/UI, IoT, impresión 3D, inteligencia artificial, robótica, analítica de datos y Big Data, pero también se pueden señalar la ascendencia de lenguajes de programación como Python o JavaScript y el incremento de la tecnología blockchain.

Sin embargo, de todas las innovaciones que han surgido en este campo, una de las más disruptivas, y recientes, ha sido el paso de un modelo de computación centralizado a la computación distribuida (distributed computing) y, como consecuencia, la arquitectura de microservicios. “Any data, any time, any where, any device”, en español, cualquier dato, cualquier momento, en cualquier lugar, y en cualquier dispositivo.

La computación distribuida se utiliza en numerosos ámbitos, pues es un modelo informático que usa un software que permite hacer grandes cálculos de forma extremadamente rápida por medio de la distribución de la información entre muchas computadoras (a veces miles) que, a su vez, envían sus resultados a un mismo servidor. Ejemplos de esta tecnología son el cloud computing, las redes sociales, la banca online y los sistemas de juegos multijugador.

Quizás, el impacto de este avance en la industria podría ser comparado con aquel que tuvo la introducción de las computadoras personales en los ochenta, ya que no solamente ha impulsado algunas de las tecnologías recién nombradas, sino que también ha cambiado el paradigma de organización del trabajo en la industria del desarrollo de software. Esto tiene, a su vez, profundas implicaciones en la demanda de habilidades y las prácticas de contratación que siguen las empresas desarrolladoras (como se verá más adelante).

Tradicionalmente los paquetes de software se desarrollaban mediante un enfoque técnico conocido como arquitectura monolítica. Esta “consiste en crear una aplicación autosuficiente que contenga absolutamente toda la funcionalidad necesaria para realizar la tarea para la cual fue diseñada, sin contar con dependencias externas que complementen su funcionalidad. En este sentido, sus componentes trabajan juntos, compartiendo los mismos recursos y memoria”. (Blancarte, 2020)

En las arquitecturas monolíticas, por lo tanto, todo el código estaba mezclado y, algo aún más crucial, cualquier modificación que se hacía al programa afectaba al producto en su totalidad. Así, los diferentes equipos de desarrollo estaban obligados a actuar sobre un mismo código, lo que dilata los tiempos de entrega de los productos y aumenta la complejidad de la creación e implementación de los paquetes y hace tedioso el mantenimiento. Aunque este tipo de arquitectura resultaba eficaz en aplicaciones sencillas y pequeñas, resulta ser altamente inconveniente para el desarrollo de las aplicaciones modernas, las cuales constan de muchas partes y de bases de datos mucho más sofisticadas y pesadas.

Es así que, alrededor del año 2013, surgen los microservicios como un enfoque técnico para desarrollar aplicaciones con un conjunto de pequeños servicios, o unidades funcionales inde-

pendientes que se ejecutan de manera autónoma en su propio proceso y que se comunican entre sí a través de APIs¹⁴ (Ver Ilustración 9).

Ilustración 9. Arquitectura monolítica vs arquitectura de microservicios



Fuente: Arquitectura de microservicios: qué es, ventajas y desventajas Disponible en: <https://decidesoluciones.es/arquitectura-de-microservicios/>

Este nuevo paradigma permite a los distintos equipos de desarrollo trabajar de manera simultánea e independiente en distintas partes de un mismo proyecto, controlando el ciclo de vida del software y aportando valor al cliente al entregar de inmediato software de calidad. Esto se hace mediante un modelo conocido como Integración Continua y Entrega Continua (CI/CD, por sus siglas en inglés)¹⁵

Otra implicación bastante importante de este modelo es que los equipos de trabajo ya no necesitan compartir un espacio físico para colaborar entre ellos. Las operaciones de este tipo pueden llevarse a cabo con toda fluidez con colegas que pueden estar separados por muchos kilómetros, en distintas regiones de un país, o en otro país. Gracias a esto, los procesos de selección de talento humano de las empresas ahora pueden abarcar todo el mundo (procesos de contratación global).

Una de las principales innovaciones asociadas al surgimiento de la arquitectura de microservicios fueron los contenedores o containers. En esencia, los contenedores “son una forma de virtualización del sistema operativo. Un solo contenedor se puede usar para ejecutar cualquier cosa, desde un microservicio o un proceso de software a una aplicación de mayor tamaño.” (Netapp, 2022)

Entre las ventajas cruciales de los contenedores, se pueden mencionar:

- **Estandarización:** las aplicaciones que se ejecutan en contenedores se pueden poner en marcha fácilmente en sistemas operativos y plataformas de hardware diferentes.
- **Más ligeros y portátiles:** los contenedores requieren menos recursos del sistema que los entornos de máquinas virtuales tradicionales o de hardware porque no incluyen imágenes del sistema operativo.

14 El término API es una abreviatura de Application Programming Interfaces, que en español significa interfaz de programación de aplicaciones. Se trata de un conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para desarrollar e integrar el software de las aplicaciones, permitiendo la comunicación entre dos aplicaciones de software a través de un conjunto de reglas. Fuente: API: qué es y para qué sirve, disponible en: <https://www.xataka.com/basics/api-que-sirve>

15 La integración continua (CI) y la entrega continua (CD) son parte del proceso de desarrollo de software. El CI garantiza que los cambios de código numerosos se integren en un proyecto de software. Por otro lado, el CD promueve cambios en la configuración y funciones, así como la corrección de errores de forma rápida y sostenible. Ambos procesos permiten a las empresas de desarrollo completar proyectos más rápidamente, ahorrando dinero y aumentando la eficiencia. Fuente especificada no válida.

En la actualidad, la gran mayoría de proveedores de servicios en la nube como Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP), Azure, etc. ofrecen un ecosistema de herramientas que apoyan y facilitan el desarrollo y despliegue de aplicaciones que usan este tipo de arquitecturas. De esta manera, tener experiencia en el uso de estos proveedores es una de las habilidades más buscadas en el mercado actualmente.

Recuadro 10. Costa Rica: principales rasgos de la evolución del sector, con incidencia en las características del talento humano requerido

1. Paso de un modelo de computación centralizado a uno de computación distribuida. Los sistemas actualmente son accesibles desde cualquier dispositivo y localidad. Antes no había centros distribuidos ni conectividad móvil.
2. Computación ubicua, es decir, se requiere de cualquier dato, en cualquier momento, en cualquier dispositivo.
3. El centro está en el desarrollo de soluciones tecnológicas que aprovechen la disponibilidad y poder de cómputo, atendiendo las necesidades de los clientes.
4. Esto ha llevado a que las personas tengan que reentrenarse constantemente (frameworks, lenguajes de programación, seguridad, etc.) y por eso la adaptabilidad y el aprendizaje continuo son esenciales.
5. Estos cambios permiten trabajar con personas colaboradoras de todo el mundo, de manera que la contratación y la competencia del talento humano es global.
6. El trabajo en equipo es fundamental, pero trae un reto asociado muy importante: el desempeño profesional en ambientes de gran diversidad (cultural, idiomática, religiosa, etc.).
7. Aspectos como el trabajo remoto y la alta competencia por el talento dificultan la retención del recurso humano, por lo que se convierte una prioridad el generar sentido de pertenencia entre las y los empleados.

Fuente: elaboración propia, a partir de grupo focal, 2022.

TALENTO HUMANO

3.3.4 Demanda

Consideraciones metodológicas

Para el análisis de la demanda laboral de la industria TIC se utilizaron 5 fuentes de información:

- Revisión documental sobre el sector.
- Ejercicio de aplicación de técnicas de web scraping y Natural Language Processing (NLP) para la extracción y caracterización de la información de 601 vacantes publicadas en los sitios web de 13 empresas con demanda en tecnologías de la información y comunicación, de las industrias TIC y dispositivos médicos (ver ficha técnica, Tabla 19).
- Análisis manual de vacantes: 128 puestos disponibles entre el 17 y el 23 de agosto, en 9 empresas multinacionales de la industria TIC, seleccionadas de las listas de CINDE (ver Tabla 20)
- Cuestionarios aplicados a 15 empresas TIC (ver ficha técnica, Tabla 21) .
- Grupo focal con informantes clave del sector educativo y empresarial (Participantes: Cámara empresarial Cámara de Empresarios de Tecnología de Información Zona Norte, Comisión de Telecomunicaciones, Innovación y Digitalización de la UCCAEP, Comité de Enlace de Telecomunicaciones y Telemática del INA, Cedes Don Bosco, Escuela ingeniería en Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Accenture, GBSYS).
- Entrevistas con informantes clave.

Tabla 19. Ficha técnica del análisis NLP en las vacantes en las áreas de TIC

<p>Fecha de corte del ejercicio: 12 de setiembre 2022 Cantidad total de puestos analizados: 601</p>
<p>Cantidad de puestos analizados por tipo de empresa</p>
<p>TIC: 537 Dispositivos médicos: 64</p>
<p>Cantidad de puestos analizados por idioma</p>
<p>Inglés: 585 Español: 16</p>
<p>Cantidad de puestos analizados por empresa</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Accenture: 172 • IBM: 94 • Amzn Support Srvcs Costa Rica: 86 • Intel: 38 • Edwards Lifesciences: 37 • Hewlett Packard: 30 • Baxter International: 26 • Sykes: 23 • Abbott Laboratories: 21 • Philips: 17 • Citrix: 17 • Procter and Gamble: 15 • Cloudera Costa Rica SA: 14 • Amazon Web Services Costa Rica: 9 • Cloudera (Government Solutions), Inc.: 1 • Costa Rica Elimco (IBM): 1

Tabla 20. Vacantes del área TIC analizadas de manera manual, por empresa

<p>Periodo del ejercicio: 28 de julio a 16 de agosto</p>
<p>Cantidad de puestos analizados por empresa</p>
<p>8 EMPRESAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accenture: 4 • Amazon: 5 • Citrix: 4 • Hp: 4 • IBM: 60 • INTEL: 39 • Microsoft: 5 • National Instruments: 5 • Wunderman Thompson: 2

Tabla 21. Datos generales de las empresas TIC que completaron el cuestionario

Fecha de entrevistas: Julio-Agosto, 2022	Cantidad empresas: 15
Fundación de las empresas: Antes de 2010: 6 (40%) 2010-presente: 9 (60%)	Régimen de operación: Zona franca: 2 (13%) Fuera de zona franca: 13 (87%)
Cantidad de empleados: 6 a 30: 7 (47%) 31 a 99: 3 (29%) 100 o más: 3 (20%) 5 o menos: 2 (13%)	Capital de la compañía: 100% nacional: 11 (73%) 100% extranjero: 3 (20%) Participación conjunta: 2 (7%)
Participación femenina promedio en área de TI e industria 4.0: Mayor participación de mujeres: 50% Menor participación de mujeres: 0% Promedio de participación de mujeres en todas las empresas: 17%	
Ubicación geográfica:	
San José: 8 (54%) Alajuela: 2 (13%) Heredia: 2 (13%)	Puntarenas: 2 (13%) Cartago: 1 (7%)
Actividad principal:	
Desarrollo de software: 8 (54%) Automatización robótica: 3 (20%) IoT: 1 (7%) Big Data: 1 (7%)	Ciberseguridad: 1 (7%) Otro: 1 (7%)

Una primera aproximación para conocer, a grandes rasgos, la demanda de las empresas de la industria TIC se logró mediante el análisis de las palabras más repetidas en el título de las vacantes, así como en sus respectivas descripciones de los puestos (Ilustración 10).

Ilustración 10. Costa Rica: palabras más frecuentes en los títulos y las descripciones de las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022



Fuente: cálculos propios a partir del análisis mediante NLP de 601 vacantes de los sectores TIC y dispositivos médicos, 12 setiembre 2022.

Las palabras que aparecen con más frecuencia en los títulos de los puestos son las de: ingeniero(a) (*engineer*), gerente (*manager*), desarrollador(a) senior (*senior developer*), analista (*analyst*) y desarrollador(a) de software (*software developer*). Una mirada más detallada de los puestos disponibles en el periodo en estudio revela entre los títulos de mayor demanda los siguientes:

- Software Developer – Desarrollador(a) de Software
- Software Engineer – Full Stack–Ingeniero(a) de Software
- Software Architech – Arquitecto(a) de Software)
- Dev/Ops Engineer – Ingeniero(a) de Desarrollo y Operaciones
- Dev/Ops Manager – Gerente de Desarrollo y Operaciones
- Site Reliability Engineer (SRE) – Ingeniero(a) de Confiabilidad de Sitios
- Support Engineer – Ingeniero(a) de Soporte

Aunque quizás con un menor grado de especialización, este tipo de vacantes coincide con las reportadas por el grupo de empresas TIC entrevistadas, por ejemplo:

- Ingeniero(a) de Software
- Desarrollador(a) de Software Senior
- Arquitecto(a) de proyectos
- Técnico(a) en programación

Ahora bien, es importante establecer una diferencia entre el nombre del puesto y la cualificación o título requerido para optar por ese trabajo. El hecho que una vacante incluya la palabra “ingeniero”, “arquitecto”, o “gerente” en su título, se puede prestar para confusiones, pues generalmente se asocia estos términos con carreras universitarias como ingeniería en sistemas o con cualquier otra carrera afín. Pero en realidad, un puesto no necesariamente coincide con un título educativo. Incluso en este campo sucede algo bastante peculiar: una persona puede adquirir las competencias necesarias para desempeñarse como, por ejemplo, Dev/Ops Engineer, fuera del sistema universitario por medio de escuelas o institutos técnicos que ofrecen cursos de mucha más corta duración. Es más, con el surgimiento de cursos en plataformas online (gratis como YouTube, o pagadas como Coursera), las personas pueden lograr la adquisición de las competencias requeridas totalmente fuera del sistema de educación formal. Es por este motivo que, en algunas de las vacantes que buscan ingenieros(as) o arquitectos(as), el requerimiento es el de secundaria completa (como se verá con más detalle en breve).

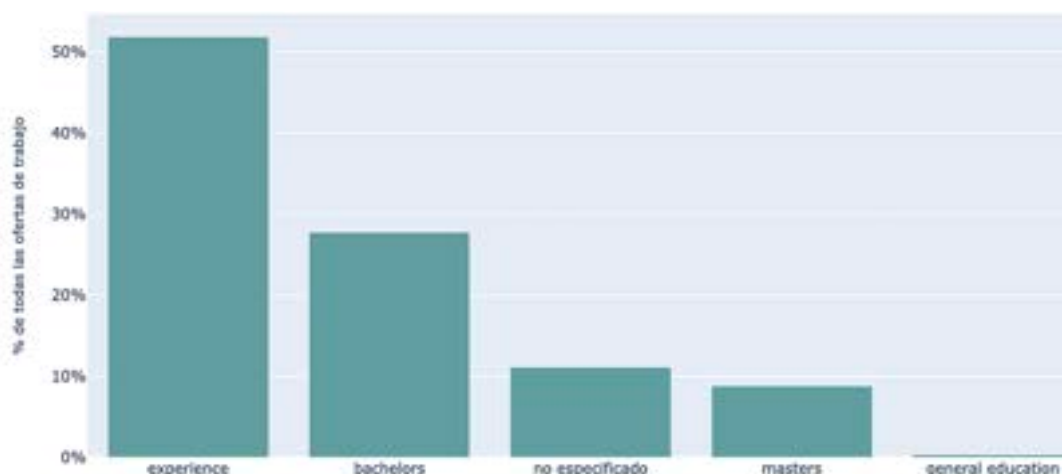
Desde luego, hay un conjunto de características y requisitos asociados a esos puestos. Del análisis de palabras más utilizadas en la descripción de los puestos (ilustración 10), sobresalen: experiencia (*experience*) -ya que está cobrando gran relevancia junto a las competencias laborales-, consumidor (*customer*) -esta es una industria muy enfocada a brindar soluciones ajustadas al consumidor final-, equipo (*team*) -asociado a las características actuales de la industria, como la computación distribuida-, conocimiento (*knowledge*) y habilidad (*ability*) -estas dos asociadas a un enfoque de formación y selección por competencias-, y datos (*data*) -una de las principales características de la digitalización y la industria 4.0-.

La palabra “experiencia” aparece en un poco más de la mitad de todos los casos estudiados en el ejercicio de NLP (52% - ver Gráfico 3) y en la gran mayoría de las vacantes analizadas de manera manual (solamente en 7 de 128 vacantes no se incluye como requerimiento). Asociado el tema de la experiencia, conviene destacar tres elementos:

- En la muestra manual de vacantes se pudo observar que en muchos casos el nivel de educación requerido es secundaria completa, dado que en el sector cobra mucha importancia el desempeño profesional, independientemente de la vía de adquisición de las competencias.
- Uno de los indicadores que emplean las empresas para evaluar la idoneidad de un candidato(a) para desempeñar un puesto, así como para determinar su nivel de entrada, son los años de experiencia laboral (este factor se explicará con mayor detalle adelante).

- Los procesos de reclutamiento y selección de personal son una prioridad para verificar aspectos como la experiencia y las competencias. Aunque éste puede variar entre las empresas, una persona aspirante a un puesto podría pasar hasta por cuatro filtros: una entrevista inicial con Recursos Humanos para verificar el cumplimiento de requisitos generales, una prueba técnica y, si aprueba, puede continuar con entrevistas a cargo de la Gerencia de Recursos Humanos (*Hiring Manager*) y con el Líder Técnico de un proyecto (*Technical Lead*).

Gráfico 26. Costa Rica: experiencia y niveles de educación más mencionados en las descripciones de las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022



Fuente: cálculos propios a partir del análisis mediate NP de 601 vacantes de los sectores TICs y dispositivos médicos, 12 setiembre 2022.

No especificado se refiere solamente a la ausencia en la descripción de la vacante, el nivel de educación podía estar incluido en otra parte de la vacante.

Un 28% de las vacantes analizadas en el ejercicio de NLP hacen referencia al grado de bachillerato universitario, ya sea requerido o deseado. Existe una inclinación natural hacia disciplinas como informática, sistemas, electrónica. Sin embargo, también son muy buscadas personas del área de ingeniería industrial, ya que suelen tener un conjunto interdisciplinario de conocimientos con los cuales tienen la capacidad de optimizar el uso de recursos humanos, técnicos e informativos.

El 9% de las vacantes mencionan el grado de master, generalmente específico para el trabajo que va a desempeñar la persona. Esto es particularmente común cuando se buscan puestos en el área de ciencia de datos o de ingeniería de datos. Alrededor de un 11% de los puestos no especifican un nivel de educación en su descripción.¹⁶

Antes de pasar a describir las competencias más demandadas, conviene explicar los distintos niveles de jerarquía que se establecen en la industria para categorizar al personal. Básicamente, la **carrera profesional** de un desarrollador de software consta de cuatro peldaños: *entry*, *junior*, *middle* (medio) y *senior* (ver tabla 22 para más detalles). Adicionalmente, en los **puestos de liderazgo y coordinación de equipos**, destacan los Arquitectos y Líderes (*Lead*).

La industria aplica esta terminología para determinar tanto el nivel salarial, como las responsabilidades de los miembros de un equipo de desarrolladores. Saber reconocer estos niveles de jerarquía, también ayuda a establecer expectativas más precisas para un puesto en particular.

¹⁶ No obstante, eso no significa que el trabajo no lo requiera, pues esta información podría estar incluida en otros campos como el de requerimientos educativos (el presente estudio solo se enfoca en la descripción de las vacantes).

Tabla 22. Niveles de jerarquía en los puestos de la industria TIC

Desarrollador(a) senior	
<ul style="list-style-type: none"> • 4-5+ años de experiencia • Resolución de problemas • Habilidad de autocorrección • Conocimiento convertido en intuición • Amplio rango de experiencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Mentor para los juniors • Coordinación del flujo de trabajo del equipo • Comprensión del valor del negocio • Visión de largo plazo de un proyecto • Sólidas habilidades blandas
Desarrollador(a) middle	
<ul style="list-style-type: none"> • 2-3 años de experiencia • Necesita poca o ninguna guía • Puede ser fuente de consejo • Escribe código de manera rutinaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Se enfoca en una pieza del rompecabezas • Colabora activamente en equipo • Tiene iniciativa e ingenio
Desarrollador(a) junior	
<ul style="list-style-type: none"> • 1-2 años de experiencia • Supervisión cercana • Necesita reglas • Enfocado en escribir código 	<ul style="list-style-type: none"> • Visión limitada de la totalidad un proyecto • Hace tareas poco complejas sin mucho impacto en el proyecto final • Motivado y con energía
Desarrollador(a) entry-level	
<ul style="list-style-type: none"> • Menos de 1 año de experiencia • Supervisión cercana • Necesita reglas • Enfocado en escribir código 	<ul style="list-style-type: none"> • Visión limitada de la totalidad un proyecto • Hace tareas poco complejas sin mucho impacto en el proyecto final • Motivado y con energía
Aprendiz o trainee	
<ul style="list-style-type: none"> • Sin experiencia laboral • Conocimiento teórico en programación 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca o ninguna exposición al desarrollo práctico de software

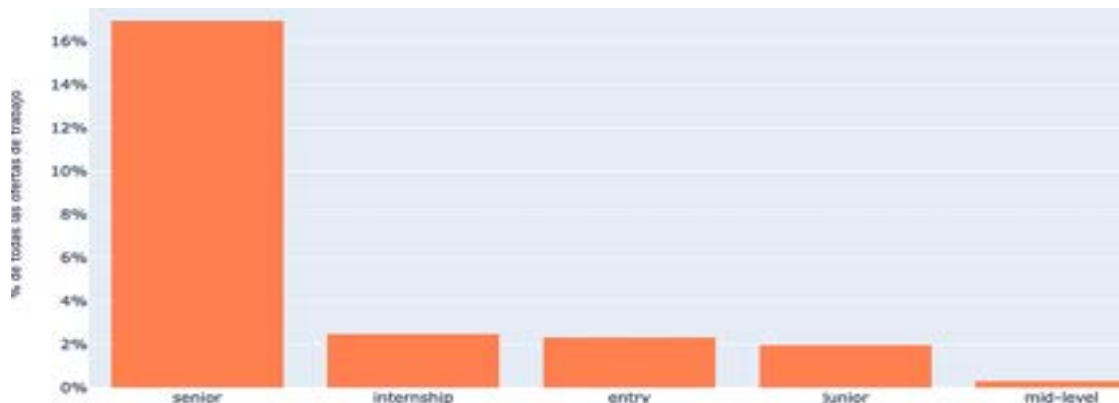
Fuente: (Altexsoft, 2018)

El nivel inicial es *entry level*, que es asignado a personas con poca o ninguna experiencia. Según los resultados del ejercicio de NLP (Gráfico 4), solo un 2% de las vacantes estudiadas corresponden a este nivel de entrada. También se pudo detectar algunas empresas que ofrecen pasantías (2%).

Las y los desarrolladores junior tienen entre 1 y 2 años de experiencia, y representan solo el 2% de las vacantes. Mientras que las referencias al nivel *middle* o *mid* (2-3 años de experiencia) son prácticamente nulas.

Por mucho, el perfil más buscado por estas empresas es el del desarrollador(a) senior (16%); es decir, individuos con un conocimiento profundo y con experiencia exhaustiva, que, además de ser solucionadores de problemas, también puedan ser mentores de sus pares dentro de la empresa. En pocas palabras, su trabajo es proporcionar las mejores soluciones a los problemas, incluso antes de que sucedan.

Gráfico 27. Costa Rica: niveles de entrada más solicitados en las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022



Fuente: cálculos propios a partir del análisis mediante NLP de 601 vacantes de los sectores TICs y dispositivos médicos, 12 setiembre 2022

Los cuestionarios aplicados a las empresas dejan ver que el campo depende fuertemente de un talento humano de alta calificación: el 71% personal cuenta con estudios universitarios, mientras que un 19% tiene educación técnica. Como se puntualizó, aunque algunas veces no se requiera de un título universitario entre los filtros iniciales, el proceso de selección puede hacer que al final se opte por candidatos(as) con un nivel de educación universitario debido a la fortaleza del proceso para desarrollar conocimientos con una visión y aplicación integral, pero también, podría tratarse de un aspecto que esté en evolución (dado que en el proceso de consulta se destacó la centralidad de la experiencia y las competencias blandas para la selección).

La adquisición de talento humano aparece como la principal preocupación de las empresas de la industria (este obstáculo fue mencionado por la gran mayoría, superando a otros como la dificultad de financiamiento). Apuntan que el mercado no genera la cantidad suficiente de personas egresadas, y que el nivel de competencias de las personas recién graduadas es insuficiente para desempeñar el trabajo adecuadamente.

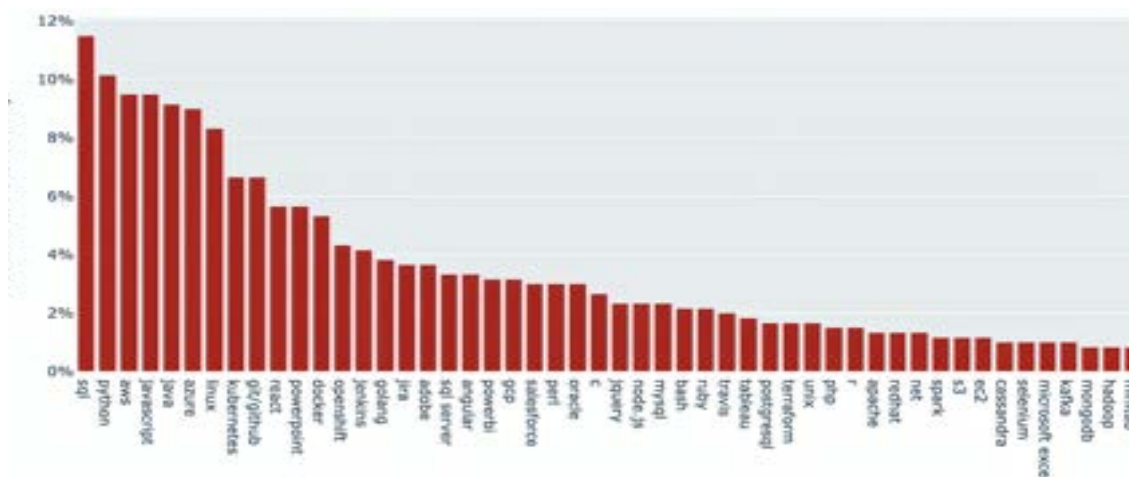
Cuando se habla las competencias demandadas en este campo, se pueden destacar 3 categorías, las dos primeras referidas a las competencias técnicas y una tercera sobre competencias blandas:

- **Stack tecnológico:** comprende las tecnologías solicitadas en las descripciones de los trabajos y pueden verse como la caja de herramientas con las que debe contar un aspirante a un puesto. Incluye, por ejemplo, conocimiento de lenguajes de programación, *frameworks* o bibliotecas de algunos lenguajes de programación, bases y almacenes de datos y herramientas de migración e integración de datos, tecnologías para desplegar y administrar contenedores de software, herramientas de control de versiones de software, etc.
- **Conocimientos y habilidades técnicas:** cubre conceptos generales de estadística, matemáticas, informática, Machine Learning, ingeniería de datos, actividades comunes en el campo, protocolos de transmisión de información y autenticación de roles.
- **Competencias blandas:** todas aquellas competencias que se relacionan con la manera en que una persona trabaja. Estas incluyen habilidades interpersonales, comunicativas, de escucha, gestión del tiempo, empatía, entre otras.

Comenzando con el stack tecnológico solicitado en las vacantes (ver anexo con el glosario de términos), las más mencionadas entre los lenguajes de programación son SQL (11%), Python (10%), JavaScript (9%) y Java (9%) – Gráfico 28. El actual ejercicio no muestra tendencias, sin embargo, datos a nivel internacional evidencian un crecimiento importante de Python y JavaScript, en

de detrimento de Java o C++. Python es muy usado en labores de *Machine Learning* e inteligencia artificial, mientras que JavaScript es muy popular para el desarrollo del *frontend* de aplicaciones web (de hecho, uno de los *frameworks* más utilizados para esta tarea es *React*—solicitado en un 6% de las vacantes—). Por su parte, el conocimiento de SQL es esencial para la administración de bases de datos relacionales (tablas que tienen una relación con otras).

Gráfico 28. Costa Rica: Stack de tecnologías más demandadas en las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022.



Fuente: cálculos propios a partir del análisis mediante NLP de 601 vacantes de los sectores TICs y dispositivos médicos, 12 setiembre 2022

Dicho esto, si bien es cierto algunas empresas se pueden inclinar más hacia el uso de un lenguaje en particular, no existe tal cosa como un lenguaje que sirva para todo (al menos no por ahora)—algunos pueden ser más apropiados que otros para una tarea específica, y viceversa. Así, lo que buscan las empresas es la **versatilidad** de su personal en el manejo de distintos idiomas de programación.

La ventaja es que cuando una persona aprende por primera vez un lenguaje en específico (sea Python, Rust, C++, JavaScript, TypeScript, etc.), no solamente está adquiriendo la habilidad de programar en ese lenguaje, sino que también adquiere la habilidad de aprender cualquier lenguaje de programación. Los conceptos aprendidos en la primera experiencia son la base sobre la cual esa persona va a ser capaz de reconocer estructuras y de hacer asociaciones de semejanzas y diferencias, entre los distintos idiomas, lo que le facilita mucho el aprendizaje (particularmente si los lenguajes pertenecen la misma familia o linaje, Object-oriented programming -OOP-, por ejemplo).

Entre los proveedores de servicios en la nube, el más frecuentemente nombrado es AWS (en un 9% de los puestos vacantes), seguido de Azure (9%) y GCP (3%).¹⁷

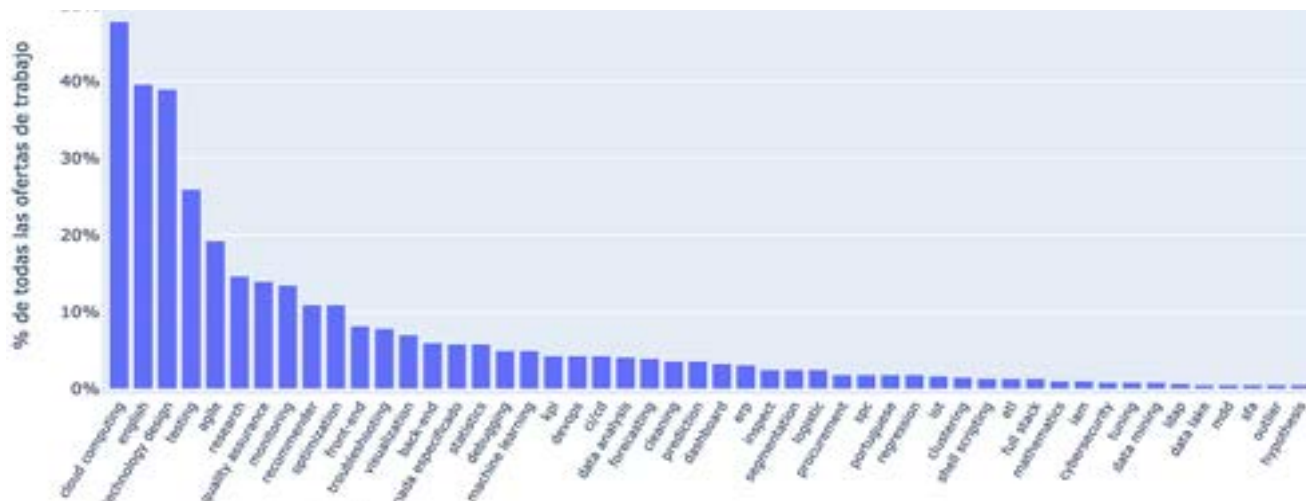
Como se mencionó previamente, el impacto del surgimiento de las tecnologías de contenedores y de microservicios también se aprecia en el gráfico, pues también se solicita conocimientos de Kubernetes, el cual es una herramienta que sirve para orquestar contenedores (7%) y Docker, que es un estándar para construir contenedores (5%).

Otra habilidad que se solicita mucho a las personas que se dedican a este campo es saber manejar herramientas de control de versiones de programas de software y de colaboración, entre ellas Git/Github (7%).

¹⁷ Se tiene que advertir que los resultados podrían estar sesgados hacia AWS por la presencia de Amazon entre las empresas. No obstante, AWS es una de las plataformas más reconocidas.

Los conocimientos técnicos que más sobresalen entre la muestra son los relacionadas con computación en la nube (48%) y el manejo del inglés (40%). Respecto al inglés, merece destacar que la gran mayoría de vacantes consultadas está en ese idioma y el 71% de las empresas entrevistadas también consideró que es fundamental. Esto es así porque es el idioma de las principales tecnologías, el que se utiliza para programación y también para trabajar con equipos multinacionales, así como para establecer relaciones comerciales (Gráfico 29).

Gráfico 29. Costa Rica: conocimientos técnicos más demandados en las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022



Fuente: cálculos propios a partir del análisis mediante NLP de 601 vacantes de los sectores TICs y dispositivos médicos, 12 setiembre 2022

Otras habilidades detectadas muy relevantes son la del diseño de tecnologías (39%)—esta implica generar o adaptar equipos y tecnología para atender las necesidades de los usuarios y/o escribir programas informáticos para diversos fines— y la de testeo (26%). También se busca que las y los candidatos tengan experiencia con metodologías para organizar el flujo de trabajo y gestionar proyectos; Agile, mencionada en un 19% de las vacantes, es un ejemplo de ellas. Por otra parte, es muy común que se solicite que las personas tengan capacidad de investigación (15%) y monitoreo (13%).

Entre las pequeñas empresas consultadas, el trabajo en la nube es visto como una habilidad clave para que las personas se puedan desempeñar en su puesto de manera adecuada (70%), junto con conocimientos de analítica de datos, Machine Learning y Big Data (70%), I&D (54%) y ciberseguridad (46%). Desde luego, también coinciden con que el manejo del inglés es clave.

Pasando a las competencias blandas, se lograron identificar cinco primordiales: la resolución de problemas (33%), trabajo en equipo y colaboración (29%), el ingenio (26%), liderazgo (21%) y fuertes habilidades de comunicación (17%) – Gráfico 30.

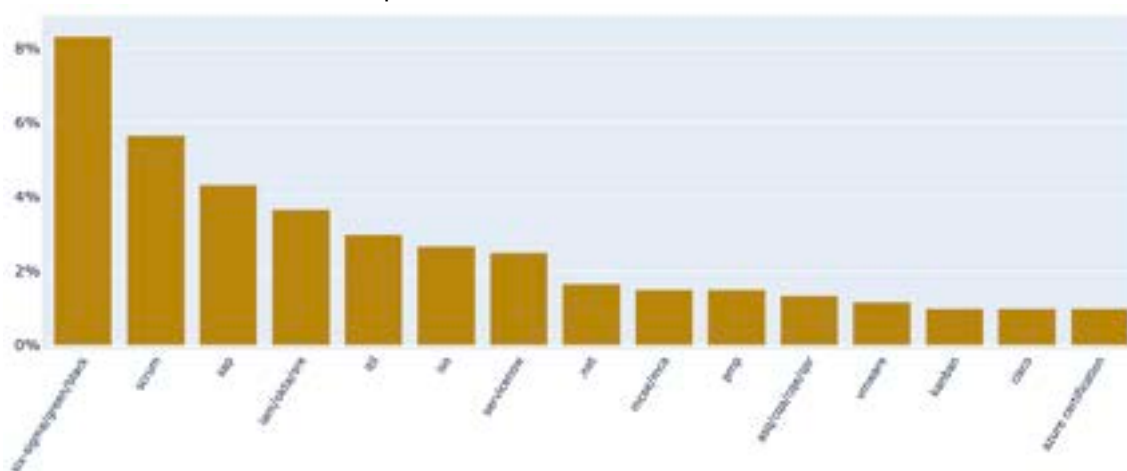
La resolución de problemas, la más mencionada, incluye el proceso identificación, diagnóstico y resolución de problemas y errores en software y/o en los procesos de trabajo.

Le sigue muy de cerca el trabajo en equipo y la colaboración entre colegas (29%). El desarrollo de una determinada tarea en la industria TIC incluye varias etapas desde su gestación

mentar proyectos nuevos continuamente, lo que puede demandar el aprendizaje de otros lenguajes de programación y/o nuevos frameworks o APIs, así como la colaboración con equipos de trabajo distintos.

En términos de certificaciones, la más destacadas en el ejercicio de NLP son Six Sigma (8%), Scrum (6%) y SAP (Systems Applications and Products - 4%) Six Sigma se orienta al análisis de procesos empresariales para reducir los desperdicios, los defectos y las irregularidades tanto en los productos como en los servicios. Scrum, por otro lado, es una metodología que permite a los equipos adaptarse de forma natural a las condiciones cambiantes y a los requisitos de los usuarios, con el cambio de prioridades integrado en el proceso. Las certificaciones SAP se refieren a una serie de aplicaciones empresariales para la mejora de la implementación, el soporte y la operación.

Gráfico 31. Costa Rica: certificaciones más demandadas en las vacantes de empresas con demanda en TIC, 2022



Fuente: cálculos propios a partir del análisis mediante NLP de 601 vacantes de los sectores TICs y dispositivos médicos, 12 setiembre 2022

También se mencionan las certificaciones de Site Reliability Engineer (SRE), que es una persona que opera servicios escalables, seguros y altamente confiables mediante la automatización y principios de DevOps, y la Identity Acces Manager (IAM), enfocada en la seguridad cibernética mediante la administración de las identidades de los usuarios y su acceso a los recursos y datos de la empresa (4% entre ambas). Además, ITIL Information Technology Infrastructure Library (ITIL), la cual es una biblioteca de mejores prácticas para administrar servicios de TI y mejorar los niveles de servicio y soporte de TI (3%).

Los cuestionarios aplicados a las empresas dejan ver que las certificaciones de Six Sigma y de Scrum son muy valoradas, pero también buscan personal certificado en algún proveedor de servicios en la nube (AWS, GCP, etc.).

Recuadro 11. Impacto de la pandemia COVID-19 en la demanda de competencias del área TIC

Uno de los temas a tratar en la investigación tiene que ver con el impacto de la pandemia COVID-19 en la demanda de competencias en la industria TIC. En este sentido, la crisis ha transformado la manera en que las personas viven el trabajo, apresurando, por ejemplo, la digitalización y el trabajo a distancia. Por lo tanto, es de esperar que también se acelere la necesidad de las empresas por adaptar procesos productivos y, como consecuencia, las competencias de las personas trabajadoras también deberán acoplarse a esa nueva realidad.

Entre los procesos por mejorar en el corto y mediano plazo, las empresas entrevistadas señalaron en primer lugar el área de ventas y marketing (mercado doméstico, exportación de marketing de consumo, gestión de relaciones comerciales, gestión de canales de venta e intermediarios, gestión de productos, servicio postventa)–64%–. Precisamente, CEPAL (2020) anticipa algunas estrategias relacionadas con la adopción de tecnologías digitales que serán fundamentales para la reactivación postpandemia:

- La nueva demanda estará basada en canales en línea y se caracterizará por un aumento de la demanda de educación en línea, salud electrónica, compras en línea, servicios de banca y seguros en línea y entretenimiento en línea.
- Las empresas deberán mejorar la experiencia de compra (seamless experience), los canales en línea de compra y atención al cliente, los medios de pago electrónicos, la privacidad de los datos y la seguridad digital.
- La nueva oferta basada en la flexibilidad, la cercanía local y la capacidad de reacción. Para ello habrá que desarrollar nuevos productos y servicios, flexibilizar y redimensionar las capacidades, optimizar el desempeño, invertir en investigación y desarrollo (I+D) y crear o renovar capacidades.

En segundo lugar, se menciona el área de operaciones (eficiencia, costos, calidad, capacidad de respuesta, tiempos de entrega, variedad de productos, mejora de procesos)–43%–, y, finalmente, la de desarrollo de bienes y servicios (diseño de nuevos productos o servicios, mejora de los existentes, innovación)–36%, en concordancia con las nuevas tendencias.

Ante estos retos, las empresas consideran que necesitan reforzar a su personal en temas de gestión de proyectos (64%), procesamiento y análisis de datos (36%) y diseño y desarrollo de nuevas tecnologías (inteligencia artificial, automatización robótica, etc. –36%).

Hablando del impacto de la pandemia sobre las características de los puestos más buscados, las personas consultadas mencionaron cambios en las rutinas de trabajo (mayor inclusión del teletrabajo o modalidades mixtas), la mayor incorporación de la tecnología en el lugar de trabajo (69%), y nuevos protocolos de trabajo (medidas de distanciamiento físico, cambio de dinámicas para trabajo en grupo y rutinas de limpieza–46%).

Para que las personas puedan adaptarse mejor a este nuevo paradigma, las empresas entrevistadas consideran que es necesario que las personas desarrollen competencias de gestión del tiempo (85%), de trabajo por objetivos (69%) y de uso de tecnologías y herramientas digitales (62%).

Fuente: elaboración propia, a partir de los cuestionarios aplicados, 2022.

Recuadro 12. Participación muy reducida de las mujeres en el campo de las TIC

Una de las preguntas del cuestionario aplicado a las empresas tenía como propósito medir la participación femenina en el área de TI e industria 4.0 (excluyendo las de administración, ventas y mercadeo, otros). Mientras que en algunos casos las mujeres representaban el 50% del personal, en la gran mayoría de se reportaron porcentajes nulos, para un promedio de solo 17% de personal femenino en el área técnica.

Este patrón, desafortunadamente, no es sorprendente. Diversos estudios señalan que las mujeres tienen un menor acceso a la formación y la aplicación de este tipo de tecnologías. Esta brecha no solo afecta a las mujeres, también incide en un aprovechamiento desigual del potencial de las innovaciones y de nuevos motores de desarrollo del mercado de trabajo (Weller, 2020).

Las oportunidades laborales que encuentran las mujeres están relacionadas con un sistema educativo en donde se mantiene una segregación en los cursos y un sesgo en las acciones de orientación vocacional. Esto conduce a que hombres y mujeres realicen distintas tareas y empleen habilidades diferentes en sus ocupaciones (BID, 2019).

De acuerdo con Naciones Unidas (ONU, 2020), las brechas de género se observan en todos los niveles educativos. Durante los primeros años, las niñas se enfocan en campos no relacionados con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés). Las niñas se desempeñan mejor en las evaluaciones de lectura, mientras que los niños lo hacen mejor en las de matemáticas. En esta última área, a partir de sexto grado comienza a ampliarse la brecha a favor de los niños, un patrón que se acentúa cuando llegan a la universidad (las mujeres se concentran en las ciencias sociales y en ciencias naturales o médicas y tienen una presencia limitada en las STEM). La diferencia se amplía aún más en el nivel de postgrado.

Si bien, las mujeres representan el 60% de las personas graduadas en carreras terciarias y universitarias en la región, solo representan el 30% de las graduadas en carreras STEM, lo que revela la baja propensión a elegir carreras correspondientes a sectores de alta productividad y que suelen tener salarios más altos (BID, 2019).

En Costa Rica, el porcentaje de mujeres graduadas universitarias en tecnologías de información y comunicación es de 20,3% y en ingeniería, manufactura y construcción representan un 35,4% (ONU, 2020). En lo que respecta a las carreras científicas, datos de la plataforma Hipatia del Estado de la Nación demuestran que las mujeres dominan las carreras de las ciencias médicas, mientras que los hombres se concentran en el área de la ingeniería y la tecnología. El (INAMU, 2020) apunta que las mujeres representan un 60,3% de las personas matriculadas en las carreras relacionadas con artes y letras y un 69,3% de las de educación y ciencias de la salud. Por el contrario, la mayor concentración de hombres se encuentra en carreras de las ciencias básicas (71,5%) e ingenierías (69,3%). También se aprecia la misma segregación en la formación técnica: las mujeres se concentran en confección de productos textiles, salud y bienestar, mantenimiento y reparación de máquinas, alojamiento y administración. Mientras que los hombres se ubican en refrigeración y aire acondicionado, operación y conducción, construcciones metálicas, vehículos automotores y bicicletas y enderezado en pintura.

Este fenómeno es multicausal. Las elecciones vocacionales tienen origen en los procesos de socialización temprana que se dan en los diferentes espacios educativos y de convivencia (familia, escuela, iglesia, medios de comunicación, entre otros). Uno de los principales factores tiene que ver con la persistencia de los roles de género tradicionales en la educación formal y en la formación profesional. En estos espacios, particularmente en la escuela, se suelen reforzar estereotipos y sesgos de género: las mujeres se perciben con menos capacidades para las matemáticas y las ciencias, lo cual se ve reflejado, por ejemplo, en los exámenes de admisión a las universidades.

Afortunadamente, en los últimos años, los programas de orientación del Ministerio de Educación Pública han incluido elementos claves para trabajar en áreas como las masculinidades y la prevención de la violencia hacia las mujeres y el desarrollo de habilidades y competencias, minimizando la intervención de roles de género relacionados a carreras y ocupaciones STEM (MEP, 2019). En cuanto al Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), para procurar la igualdad de género, se han implementado una serie de acciones, entre las que se puede citar la estrategia “Rompiendo moldes”. Esta consiste en realizar ferias vocacionales exploratorias, dirigidas a mujeres, donde las asistentes tienen contacto vivencial con las especialidades técnicas tradicionalmente masculinas. En dichas actividades se realizan sesiones de orientación, donde se les explican aspectos tales como empleabilidad, inserción y salarios (OIT, 2020).

Las iniciativas que surgen del sistema educativo son pasos importantes para reducir esta brecha, pero resultan insuficientes si no se complementan con medidas de inclusión dentro del lugar de trabajo. Las mujeres que logran formarse en áreas tradicionalmente masculinas frecuentemente enfrentan dificultades para encontrar un empleo acorde con sus cualificaciones y, cuando finalmente lo consiguen, muchas veces son excluidas de las tareas propias de su disciplina, o quedan relegadas a funciones administrativas (Vaca Trigo, 2019). Además, debido a sus diversas responsabilidades de cuidado, tienen menos posibilidades de beneficiarse del aprendizaje permanente, lo que es clave en el campo de las TIC para la adaptación a las necesidades cambiantes de la industria. En este último caso, la implementación de estrategias de formación en el lugar o de actualización profesional ofrecidas en los lugares de trabajo podría ser de gran utilidad en la reducción de las brechas.

Fuente: elaboración propia, 2022.

3.3.5 Oferta

En esta industria, tres o cuatro años en un bachillerato en ingeniería de software no le garantiza a una persona un nivel de entrada middle o senior, o incluso uno junior, porque no necesariamente las tecnologías que aprendió en la universidad o instituto de formación coinciden con las que se están implementando actualmente en el mercado. Desde luego, para alguien que se encuentra en esta situación, la solución puede ser simple, ya sea que la misma empresa le ofrezca formación para upskilling o que busque capacitarse por su propia cuenta en el stack requerido. De ahí la importancia de oferta flexible y accesible para personas y empresas.

Por otro lado, a una persona que estudia y trabaja al mismo tiempo quizá le pueda resultar más sencillo el ingreso a un puesto pues puede complementar su título universitario o técnico con su experiencia laboral.

Es importante reiterar que, si bien la experiencia medida en años y el nivel educativo de una persona sirven como indicadores para determinar su ingreso y progresión en el empleo, lo que al final va a pesar más son sus competencias técnicas y blandas aplicadas, independientemente de cómo y en cuánto tiempo las adquirió.

En la tabla 23 se incluyen algunos ejemplos de la oferta disponible a nivel nacional. Dada su amplitud y variedad, se presenta solo una muestra de toda la oferta, tomando como referencia algunas instituciones reconocidas en el ámbito.

Tabla 23. Oferta formativa seleccionada, industria TIC, 2022

Institución	Tipo de oferta	Nombre	Duración	Modalidad
Tecnológico de Costa Rica	Cursos libres	Competencias básicas en programación en Python	30 hrs.	Virtual
		Certificación Agile	28 hrs.	Virtual
		Certificaciones Six Sigma	40 hrs.	Presencial
		Marketing Digital	60 hrs.	Virtual
		Certificación Linux	8 sem.	Virtual
		PowerBI I y II	20 hrs.	Virtual
		Diseño gráfico web	8 sem.	Virtual
	Técnico diplomado	Técnico en Análisis de datos	1 año	Virtual
		Técnico en Ciberseguridad empresarial	42 sem.	Virtual
	Profesional	Bachillerato en Ingeniería en Computación	4 años	Presencial
		Maestría en Ciberseguridad	2 años	Telepresencial
		Maestría en Computación	2 años	Presencial
		Maestría en Gerencia de Tecnologías de Información	2 años	Presencial
	Universidad Cenfotech	Cursos libres	Docker	16 hrs.
PowerBI			16 hrs.	Virtual
Big Data Certificate			20 hrs.	Virtual
AWS y Azure Certificates			40 hrs. c/ certificado	Virtual
Contenedores con Kubernetes			16 hrs.	Virtual
Fundamentos de Ciberseguridad			16 hrs.	Virtual
Programación con JavaScript			-	Virtual
Machine Learning con Python			16 hrs.	Virtual
Técnico o diplomado		Desarrollo de aplicaciones Full Stack	60 sem.	Virtual
		Programa Front-End Web Development	20 sem.	Virtual
		Data engineer (beginner, intermediate, advanced)	30-50 sem.	Virtual
		Analista de datos (junior, mid, senior)	30-50 sem.	Virtual
		Ingeniero Soluciones Cloud (GCP, AWS, Azure)	55 sem. c/ certificado	Virtual
Profesional		Bachillerato en Ingeniería de Software	3 años	Presencial
		Maestría en Base de Datos con Analítica	2 años	Virtual
		Maestría profesional Ingeniería de Software	2 años	Virtual
		Maestría en Ciberseguridad	2 años	Virtual

Institución	Tipo de oferta	Nombre	Duración	Modalidad
Universidad Técnica Nacional	Cursos libres	Programación en Python	2 meses	Virtual
		Fundamentos en Ciberseguridad	2 meses	Virtual
		Fundamentos de Linux	2 meses	Virtual
	Técnico o diplomado	Técnico en Redes de Comunicación de Datos	3 cuatrim.	Pres. y virtual
		Diplomando en Ingeniería en Tecnologías de Información		Presencial
	Profesional	Bachillerato en Ingeniería en Tecnologías de Información		Presencial
Licenciatura en Ingeniería en Tecnologías de Información			Presencial	
CISCO Networking Academy	Cursos	JavaScript Essentials 1	40 hrs.	Virtual
		PCAP: Programming Essentials in Python	75 hrs.	Virtual
		Introduction to Cybersecurity	15 hrs.	Virtual
		Cloud Security	35 hrs.	Virtual
		IoT Fundamentals: IoT Security	50 hrs.	Virtual
		DevNet Associate	70 hrs.	Virtual
		Advanced Programming in C	70 hrs.	Virtual
		IT Essentials	70 hrs.	Virtual
Ministerio de Educación Pública	Técnico	<ul style="list-style-type: none"> • Informática en Redes • Informática en Soporte • Informática en Programación • Informática en Desarrollo de Software • Informática Bilingüe en Redes de Computadoras • Informática Bilingüe en Desarrollo de Software 	Diseño curricular basado en normas de competencia para los años: 10, 11, 12	Presencial
INA*	Cursos	Bases de Datos Access	50 hrs.	Virtual
		Alfabetización en seguridad digital	26 hrs.	Virtual
		Manipulación de datos con SQL	40 hrs.	Virtual
		Programación de aplicaciones móviles nativas Android	60 hrs.	Virtual
		Recursos TIC para la gestión documental	120 hrs.	Virtual
		Excel Comercial	48 hrs.	Virtual
		Gestión de proyectos basado en SCRUM	81 hrs.	Presencial
		Programación en JavaScript	81 hrs.	Presencial
		Fundamentos de servicios en la nube	45 hrs.	Presencial
		Visualización de datos con PowerBI	36 hrs.	Presencial
		Programación de macros con VBA	50 hrs.	Presencial
		Desarrollo web ASP.NET Core MVC	80 hrs.	Presencial
	Programación básica con Java	50 hrs.	Presencial	
	Programas de formación	Controlador(a) de la Calidad de Software	561 hrs.	Presencial
		Desarrollador(a) de Sitios Web	107 hrs.	Presencial
Programador(a) de Aplicaciones Informáticas		260 hrs.	Presencial	

* Se incluyen cursos indicados por el INA, aunque no se identifica la oferta en la página web de la institución.
Fuente: elaboración propia, a partir de la consulta de los sitios web de las instituciones indicadas, 2022.

Como se puede notar en la tabla anterior, la oferta para la industria es muy variada, incluyendo desde programas y cursos muy básicos, hasta capacitaciones y carreras que permiten desarrollar niveles técnicos avanzados. Es importante la disponibilidad de certificaciones, cursos para actualización en tecnologías y diplomados técnicos, que podrían permitir entradas “rápidas” al mercado laboral en la industria, para ir ganando la experiencia que se requiere para continuar en la ruta profesional.

También se debe destacar opciones como las que brindan los colegios técnicos, que incluyen pasantías e incluso incursionan con formación dual, con oferta que se alinea al Marco Nacional de Cualificaciones. En este último sentido, se nota un gran esfuerzo por poblar el catálogo con estándares de la industria TIC. Incluso en 2022 se han incluido estándares en los ámbitos de Inteligencia artificial y gestión de datos (ver tabla 24).

Tabla 24. Estándares del sector TIC en el Marco Nacional de Cualificaciones de Costa Rica, 2022

DISEÑO Y ADMINISTRACION DE REDES Y BASES DE DATOS
EC 0612 14 01 1 Instalación infraestructura física redes(2018)
EC 0612 14 01 2 Soporte dispositivos y usuarios finales (2018)
EC 0612 14 01 3 Configuración soporte a redes comunicación (2018)
EC 0612 14 01 4 Configuración soporte a redes comunicación (2018)
EC 0612 14 01 5 Tecnologías de información (2018)
EC 0612 14 02 1 Redes de Comunicación de Datos (2020)
EC 0612 14 03 3 Ciberseguridad (2020)
EC 0612 14 03 4 Ciberseguridad (2020)
EC 0612 14 03 5 Análisis Ciberseguridad (2020)
DESARROLLO Y ANALISIS DE SOFTWARE Y APLICACIONES
EC 0613 14 01 2 Desarrollo páginas Web (2018)
EC 0613 14 01 3 Desarrollo Web (2018)
EC 0613 14 01 4 Desarrollo Web (2018)
EC 0613 14 01 5 Desarrollo de software (2018)
EC 0613 14 02 3 Desarrollo aplicaciones software (2018)
EC 0613 14 02 4 Desarrollo aplicaciones software (2018)
EC 0613 14 03 3 Calidad de Software (2020)
EC 0613 14 03 4 Calidad de Software (2020)
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) NO CLASIFICADAS EN OTRA PARTE
EC 0619-32-01-4-01 Inteligencia Artificial (2022)
EC 0619-32-02-3-01 Gestión de datos para el análisis y visualización (2022)
EC 0619-32-02-4-01 Gestión de datos para el análisis y visualización (2022)

Fuente: elaboración propia, a partir de: <https://cualificaciones.cr/mnc/index.php/catalogo-nacional-de-cualificaciones>.

Sin embargo, en el proceso de consulta a empresas del sector TIC sobresalió la necesidad de capacitación en temas como gestión de proyectos, procesamiento y análisis de datos y diseño y desarrollo de nuevas tecnologías (inteligencia artificial, automatización robótica, etc.). De manera que ahí hay una oportunidad importante para aproximar oferta y demanda, contribuyendo a la mejora de la empleabilidad de las personas, la productividad de las empresas y el estímulo de la digitalización y el uso de tecnologías 4.0

Procurar el aprendizaje a lo largo de la vida y la generación de trayectorias profesionales es esencial. En este sentido, como se destacó previamente, desde el INA y en colaboración con la industria TIC, se está trabajando en la definición de rutas laborales y formativas. En este sentido, podría ser importante tomar como referentes experiencias o marcos de referencia internacionales, como el SFIA o Marco internacional de competencias en tecnologías digitales.

Finalmente, hay que sumar a la oferta educativa y de formación disponible a nivel nacional, todos los servicios educativos disponibles en plataformas virtuales. Como se ha señalado anteriormente, también son reconocidos por el sector empleador, en el tanto lo que interesa es que las personas estén en capacidad de resolver problemas, a partir de la experiencia y las competencias técnicas y blandas, independientemente de su manera de adquisición. Esta es una tendencia que podría aumentar en los próximos años y por eso es importante que el sector educativo formal lo tenga en consideración.

Recuadro 14. Oportunidades y retos para la oferta TI

1. Crece cada día la importancia del manejo y análisis de datos, por la capacidad de almacenamiento masivo, registro y comunicación. Esto ha provocado el auge de especialidades como la ciencia de datos, la ingeniería de datos y la analítica de datos.
2. Vinculado a lo anterior es necesario reforzar en la educación y formación temas como la protección de la privacidad y la revelación informada, asociados a ámbitos como la seguridad y la ética.
3. Aumenta la interdisciplinariedad. Por un lado, se está estimulando la atracción de otro tipo de profesionales valiosos al mundo del software (ingeniería industrial, finanzas, estadística, etc.). Pero también personas de otras disciplinas tienen que comprender la importancia de incursionar en el área de software (por ejemplo, por el auge del medtech y agritech).
4. Debido a lo anterior, un reto fundamental es estimular el trabajo en equipos interdisciplinarios, una competencia blanda que puede ser difícil de desarrollar desde las “universidades o centros educativos tradicionales”, donde se suele impartir las carreras o programas con personas de una misma área.

Fuente: elaboración propia, a partir del grupo focal. 2022.

3.3.6 Retos y oportunidades

Con base en la información recabada en entrevistas, los cuestionarios a empresas y el grupo focal con actores claves del sector (empresas e institutos de formación), se construyó una matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para el área TIC.

Al igual que en el área de dispositivos médicos, se percibe, en términos generales, un panorama positivo. Por ejemplo, gracias los continuos esfuerzos que hace el país para atraer a la inversión extranjera, se vislumbra que multinacionales de gran trayectoria sigan apostando por trasladar sus operaciones aquí. Al mismo tiempo, en Costa Rica existen otros elementos que pueden favorecer esa tendencia. Uno de ellos es la presencia reconocida de talentosos emprendedores con alta capacidad y potencial de innovación, y con una preocupación para emprender el desarrollo de nuevas ideas (un ejemplo de ello es el clúster de TIC de la Zona Norte).

Entre las oportunidades, se apunta a que las tecnologías TIC ya no se ven como un mal necesario entre algunos segmentos de la población, sino como una necesidad real. Poco a poco, especialistas de otras disciplinas se están incorporando progresivamente al área TIC como: finanzas, leyes, mercadeo, publicidad.

Sin embargo, para que Costa Rica pueda aprovechar plenamente sus fortalezas y las oportunidades que se le presentan, hay todavía debilidades que se deben solucionar y amenazas que tomar en cuenta. Entre las debilidades, la que más preocupa es la insuficiencia de personas trabajadoras y graduadas con el perfil necesario para dinamizar aún más la transfor-

mación digital. Una de las principales amenazas tiene que ver con que la competencia por el talento no es ya solo local, sino también global, lo cual puede provocar una fuga de talentos.

Los resultados completos se presentan en la tabla 25 a continuación:

Tabla 25. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la industria de TIC, Costa Rica, 2022

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Presencia importante de industrias multinacionales de gran trayectoria ubicadas en el país, además de clúster con más de 450 empresas nacionales. • CR está bien posicionado internacionalmente por sus capacidades y, en el contexto de la pandemia, fue capaz de garantizar la continuidad de negocios. • Existe talento humano de muy buena calidad. • Hay talentos emprendedores con alta capacidad y potencial de innovación (un ejemplo de ello es el clúster de TIC de la Zona Norte). • Entidades como COMEX, CINDE y PROCOMER trabajan en la identificación de necesidades de formación y en la búsqueda de opciones para cerrar brechas de competencias. • Está creciendo la oferta de servicios educativos en TIC (pública y privada), así como la diversidad de modalidades (presenciales, virtuales y/o mixtas). • Innovación en gestión humana. La alta movilidad de los recursos en las empresas de tecnología ha desarrollado la necesidad de innovar, en relación con otras empresas locales, en temas de beneficios, desarrollo de competencias y desarrollo de carreras. • Se implementan programas piloto con metodologías inmersivas como los bootcamps, para lograr que personas ingresen al sector TIC y puedan seguir su trayectoria educativa y laboral. • Existe un entorno institucional que busca activamente el estímulo del área TIC. Esfuerzos de entes como CINDE, PROCOMER, Comex, junto con instituciones de educación (colegios técnicos-MEP-, INA) han permitido al parque empresarial consolidar la calidad de los servicios de exportación, y entrenar al talento en habilidades blandas, como el liderazgo y la negociación. Todas estas actividades son fundamentales para el desarrollo de un sector con la madurez necesaria para competir globalmente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las competencias de las personas recién graduadas del sistema educativo que no se ajustan a las necesidades de las empresas. Se forman muchos profesionales en programación, sin embargo, todavía se requiere ampliar el stack de tecnologías. • Insuficiencia de perfiles para dinamizar la transformación digital. • Hace falta más financiamiento y mejorar temas asociados a FONATEL. • El entorno tecnológico es débil para la innovación: instituciones de apoyo están concentradas en la GAM y no hay adecuado estímulo mediante capital de riesgo: la innovación siempre será riesgosa. • Se perciben deficiencias en la formación técnica para mercados internacionales. La formación se desarrolla para satisfacer las demandas locales y no con la visión de crear empresas orientadas a exportar tecnología. • Debilidad en la formación continua. Una vez que las personas salen de las universidades o institutos, la formación en el trabajo depende de las personas o las empresas. Este es un costo que estas últimas les trasladan a los clientes. • Hay alta movilidad del personal debido a la competencia entre las empresas por conseguir talento humano. Esto tiene dos consecuencias: poca lealtad de los empleados a las empresas y la fuga de talentos hacia otros países. • El programa de alfabetización digital requiere de mejoras presupuestarias y de cobertura (conectividad y banda ancha). • Se debe tener cuidado con el temor legal que se ha generado en el sector público en torno a la tecnología: se desea reglamentar todo, cuando hace falta un sistema flexible para la incorporación de nuevas tecnologías. • Existe un sistema complicado para lograr alianzas público-privadas (se exige a las instituciones públicas protocolos) y articulación entre Ministerios (hay que hacer convenios).

OPORTUNIDADES

- El sector TIC permite la capacitación y certificación en temas muy específicos, y de forma rápida. De manera que se puede crear una oferta formativa que siga esta tendencia pero que, al mismo tiempo, se articule con la del resto del sistema formal para ser reconocida.
- Programas como Empléate podrían dirigirse a llenar estos espacios de demanda laboral.
- Incremento de la formación en el lugar de trabajo.
- Impulso del programa nacional de alfabetización digital (aunque requiere mejoras).
- Se podrían adoptar marcos de competencias digitales como el de la UNESCO para docentes, o el Marco europeo de competencias digitales DIG-COMP, que permiten ir certificando el progreso a nivel de escuelas y colegios.
- Mejorar la identificación y estímulo del talento humano en el ámbito científico, más allá de los colegios científicos.
- Aprovechar a la Promotora Costarricense de Innovación e Investigación (brinda beneficios a personas y empresas), que no está sujeta a la regla fiscal y se alinea a los planes del MICITT, lo cual ayuda a ordenar el entorno financiero.
- En la universidad se debe formar para emprender, pero también para la asociatividad, con apoyo del gobierno.
- Incluir en la educación el cómo eficientizar los procesos: lean, six sigma, scrum.
- Consolidación del ecosistema productivo, como por ejemplo el clúster de Ciberseguridad.
- Ser parte de la OCDE. Casi todos los países miembros cuentan con estrategias y planes de actuación en materia de TIC, así como con una visión política global de la sociedad de la información, que cubre aspectos como el desarrollo y la difusión de las tecnologías, así como la mejora del entorno.
- Todavía hay muchos nichos de mercado que no han incorporado de manera más intensiva las tecnologías de la revolución 4.0. Aun cuando existen oportunidades en el extranjero, tener proyectos locales permite probar tecnologías, y medios para lograr la estabilidad a las empresas nacionales.
- Mayor reconocimiento del área TIC como un medio para el desarrollo del país. Este cambio de visión ha hecho que se incorporen al área especialistas de otras disciplinas como: finanzas, leyes, mercadeo, publicidad.
- La pandemia demostró la importancia de la tecnología para el mercado laboral en general.
- La virtualidad producto del contexto COVID ha facilitado el intercambio académico internacional.
- Ha mejorado la conectividad e internet en el país.
- Penetración celular es casi de un 200% en el país.
- Reforma del INA, pero su impacto sigue siendo potencial.

AMENAZAS

- La falta de estrategia país limita la competitividad global: cuál es el branding, cómo se quiere aprovechar, qué se va a hacer.
- Burocracia persistente. Costa Rica debe ser consciente de las necesidades y los tiempos. Hay otros países en el mundo, y en la región, que también están apostando fuertemente por impulsar las TIC.
- Los cambios de gobierno pueden hacer que las prioridades o avances en materia de planificación se vean alterados o interrumpidos. Una estrategia de impulso y apoyo a la industria TIC, sin embargo, requiere de mucha coordinación institucional y una visión y objetivos a largo plazo que abarcan una amplia gama de campos—desde políticas de estímulo hasta el ajuste de la oferta formativa.
- Dificultades para acceso a financiamiento
- Insuficiente información sobre la demanda del mercado.
- Mayor competencia internacional por el talento humano. La «fuga de cerebros» es una realidad evidente en el área. La competencia por el talento ya no es solo local, sino también global.
- La formación de monopolios u oligopolios de empresas atentan contra las condiciones para el desarrollo de negocios sobre bases éticas, donde los factores de decisión se basen sobre términos de calidad y precio.
- Insuficiente articulación en el sistema financiero y de apoyo a las PYMES.

Fuente: elaboración propia, a partir de entrevistas y del grupo focal. 2022.

CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Consideraciones finales

- Costa Rica se encuentra inmersa en una economía basada en conocimientos. Lo cual ha sido posible por muchos factores, entre los que destacan el modelo de desarrollo impulsado, la política de atracción de inversiones, la institucionalidad de apoyo, el clima empresarial y el talento humano.
- Como parte de los elementos que han permitido esta realidad, merece destacar la penetración tecnológica en el país. Aspectos como el acceso a internet y la telefonía móvil, hacen que la mayoría de las personas consuman y utilicen tecnologías en su vida cotidiana casi sin percibirlo. A nivel del mercado laboral, esto también ha hecho posible la continuidad o la reducción de la afectación en los flujos de negocios de muchas empresas durante periodos complejos, como la pandemia. Pero también han facilitado la innovación y la mejora de la productividad.
- Además, en el país hay un importante número de empresas –nacionales y transnacionales, de bienes y servicios y de distintas industrias– que producen y utilizan tecnología de punta. De manera que las fronteras entre industrias de tecnología, industrias de bienes e industrias de servicios, se desdibujan.
- Por eso, en general, el tema del talento humano es fundamental. En las economías basadas en conocimientos, las personas requieren de un conjunto de competencias que les permitan mantener su empleabilidad alta, por ejemplo, estando preparadas para contextos de cambio (resiliencia y adaptabilidad) y para trabajos cada vez más interdisciplinarios.
- Este perfil interdisciplinario y con competencias para la adaptabilidad a varios entornos, requiere una base académica alta y de calidad. De ahí que el país tiene retos mayúsculos, por un lado, debe fortalecer la educación básica, desarrollando competencias esenciales para el mundo laboral y la vida en sociedad. Por otro, debe diseñar opciones para atraer y retener a las personas jóvenes en el sistema educativo y desarrollar sistemas flexibles para que puedan continuar la educación a lo largo de su vida. Por eso se deben fortalecer a nivel nacional las opciones que permitan aprender nuevas competencias que se adapten mejor a los puestos actuales (también conocido como upskilling), pero también adquirir nuevas competencias para ejecutar un trabajo completamente diferente (o reskilling).
- Se requiere de más y mejores competencias básicas (además de la lectoescritura y matemáticas elementales, se debe incluir la alfabetización medioambiental y digital), blandas (como la capacidad de análisis y la resolución de problemas) y técnicas avanzadas (incluyendo la investigación, el desarrollo y el uso de tecnologías necesarias para cada actividad económica en específico).
- Todo lo anterior, debe estar cobijado por una política de desarrollo productivo que defina de manera explícita las apuestas estratégicas del país y permita la alineación de toda la institucionalidad para alcanzar esa ruta priorizada, incluyendo el sistema educativo, considerando tanto la educación formal como la no formal. Sin crear servicios y, por ende, ciudadanos, de segunda categoría.
- Lo señalado es más que evidente en las dos industrias abordadas en este estudio. La industria de dispositivos médicos produce bienes de alta complejidad y brinda servicios de diversa índole, utilizando un alto componente de tecnologías. La digitalización y las tecnologías emergentes –como el internet de las cosas, la inteligencia artificial, la impresión 3d, la analítica de datos, la robótica y, por supuesto, la investigación y el desarrollo– están cada vez más presentes.

- Esto se refleja en los puestos de mayor demanda, donde se suele solicitar conocimientos y habilidades en tecnologías como la analítica de datos, nuevos materiales, trabajo en la nube y la investigación y el desarrollo. Pero también se refleja, por ejemplo, en la posibilidad de implementar teletrabajo o modalidades mixtas, para lo cual se considera fundamental fortalecer competencias asociadas como el trabajo por objetivos, la gestión del tiempo, el uso de tecnologías digitales, de metodologías para la evaluación del desempeño y la seguridad de los datos.
- La industria de tecnologías de la información y la comunicación muestra un muy alto dinamismo, donde sigue dominando el desarrollo de software, pero está en crecimiento la oferta de servicios en tecnologías 4.0: como computación en la nube, automatización e internet de las cosas. En este sector es muy evidente la necesidad de actualizar constantemente conocimientos y herramientas tecnológicas, por lo que la prospectiva y la vigilancia estratégica, así como la flexibilidad de la oferta y la posibilidad de generar trayectorias formativas son esenciales. De ahí que cobra especial relevancia la educación no formal.
- Frente a la pandemia, las empresas TIC tuvieron que desarrollar o acondicionar su solución tecnológica a las necesidades del contexto. Pero, además, se registró un importante dinamismo entre clientes de salud, dispositivos médicos, farmacéutico y la generación de soluciones MedTech, que muestra no solo la capacidad de adaptación de las empresas, sino las nuevas oportunidades en el mercado post-pandemia.
- En esta industria el teletrabajo ya era una práctica habitual antes de la pandemia, pero se ha generalizado en ese contexto, por lo que también es importante fortalecer las competencias asociadas.
- En ambas industrias, justo por el alto componente tecnológico y la vinculación al mercado mundial, tienen al inglés como una competencia técnica fundamental y la complejidad de los procesos, productos y servicios que desarrollan, hacen que, además de la preparación técnica, las competencias blandas y la experiencia sean fundamentales.
- Por eso cobra relevancia la formación y el reclutamiento por competencias. Se deben fortalecer las modalidades y metodologías de enseñanza-aprendizaje por competencias y, por ende, trabajar en la mejora docente. Es fundamental fomentar el enfoque de formación por competencias y/o resultados de aprendizaje, asociado a metodologías basadas en la resolución de problemas o en el desarrollo de proyectos, donde el personal docente se vuelve un facilitador de los procesos. En la implementación de este tipo de enfoque, es esencial la vinculación del sector empresarial.
- De manera complementaria, se deben incrementar las oportunidades de formación en el lugar de trabajo (prácticas, pasantías y formación dual), como una vía óptima para el desarrollo de competencias y para facilitar la transición de la educación al empleo. De ahí la importancia de fortalecer el Protocolo de relacionamiento entre la CICR y el INA, así como la Ventanilla Única de la CICR.
- Finalmente, si bien se identifican importantes encadenamientos productivos, así como iniciativas para impulsarlos y/o consolidarlos, es muy importante fortalecer este enfoque, ya que se ha demostrado que la vinculación a grandes empresas, sobre todo multinacionales, puede incidir en el incremento de la productividad de las compañías domésticas, mediante la transferencia de conocimiento y las exigencias de calidad. Además, se convierten en un catalizador para el escalamiento y la innovación.
- También es importante destacar que las empresas de ambos sectores han encontrado en la figura de “Clúster”, un mecanismo para definir prioridades y catalizar demandas de apoyo en distintas áreas, como la del talento humano. De manera que esto es algo a considerar por la institucionalidad pública de apoyo.

Recomendaciones:

- El cierre de brechas debe ir en una doble vía: a) las empresas deben brindar información sobre la demanda laboral y abrir espacios para la formación en el lugar de trabajo; b) las instituciones de la EFTP deben adaptar su oferta de manera ágil, incluyendo metodologías pertinentes y modalidades de entrega como la formación dual.
- CINDE ha asumido un papel muy relevante en el primer sentido, identificando demanda mediante trabajo directo con las empresas de IED y de manera complementaria coordina con instituciones educativas como el MEP, para lograr la actualización de diseños curriculares, logrando la inclusión de oferta en áreas de alta demanda como diseño de software y automatización; además con enfoque bilingüe. Este tipo de ejercicios deberían ser la norma, pero además aprovechando el marco normativo nacional para el impulso de la formación dual.
- En este último sentido, si bien es esencial que se muestren resultados exitosos que permitan ampliar la demanda por las empresas, es importante señalar que en el ejercicio de investigación se preguntó a las empresas participantes sobre su interés en esta modalidad y la respuesta fue mayoritariamente positiva. De manera que hay una oportunidad muy clara para acercar oferta y demanda por esta vía. Tanto en la detección de demanda, como en el acercamiento a la oferta y el desarrollo de la formación dual, la CICR tiene un papel relevante.
- Es necesario reconocer la importancia de la flexibilidad educativa: educación formal, no formal, presencial, virtual, nacional, internacional, etc. En el mercado laboral, especialmente en el ámbito tecnológico, cobra importancia el reconocimiento de competencias independientemente de la manera de adquisición. Esto es de suma importancia para “recuperar” a personas que han sido expulsadas de los sistemas educativos tradicionales o atraer a más personas al mundo de la educación y la formación en áreas de alta demanda y productividad; pero también para mantener la empleabilidad a lo largo de la vida. De ahí la importancia de plataformas como FutureUp,¹⁸ que, utilizando tecnologías como la inteligencia artificial, permite a las personas diseñar rutas de aprendizaje para su crecimiento personal y profesional, utilizando diversos servicios para la formación y capacitación.
- En la actualidad se identifica oferta muy variada en el área de TIC, pero no necesariamente reconocida y articulada. Esto debe ser así reconocido por el sistema educativo formal, para mantenerse actual, complementar y garantizar la educación a lo largo de la vida.
- Se deben realizar mayores esfuerzos para incorporar más mujeres en estos campos. Como se indicó, la participación femenina en estas sigue siendo muy baja en comparación con la masculina, lo que representa una oportunidad perdida para dinamizar más el sector con el desarrollo de más talento humano. Las medidas deben abarcar cambios en la percepción de los roles de género tradicionales en la educación formal y en la formación profesional, en la orientación vocacional, así como iniciativas de inclusión dentro de los lugares de trabajo, entre otras.
- También se deben fortalecer la formación docente en todos los niveles y la preparación de profesionales en orientación vocacional, para que puedan realizar su trabajo con conocimiento del mercado laboral, fomentando una cultura STEM y garantizando igualdad de oportunidades para hombres y mujeres.
- Hay que trabajar para que las personas, jóvenes y adultas, de zonas urbanas y rurales, entiendan las posibilidades que brinda este entorno y que tenga acceso a iguales oportunidades de educación, formación y actualización profesional.

¹⁸ Plataforma para el desarrollo de habilidades. Disponible en: <https://futureup.com/>

REFERENCIAS

- Altexsoft. (2018). *Software Engineer Qualification Levels: Junior, Middle, and Senior*. Obtenido de altexsoft.com: <https://www.altexsoft.com/blog/business/software-engineer-qualification-levels-junior-middle-and-senior/>
- Arias B., C. M. (2020). *Análisis de la evolución de la inversión extranjera directa en el sector de ciencias de la vida en Costa Rica desde 2005 a 2017*. Informe de Seminario de Graduación para optar por el grado de licenciatura en Relaciones Internacionales con énfasis en Política Comercial. Recuperado en setiembre de 2022, de <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/17538/10.%20An%C3%A1lisis%20de%20la%20evoluci%C3%B3n%20de%20la%20inversi%C3%B3n%20extranjera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bakule, M. C. (2017). *El desarrollo de estudios prospectivos, escenarios y anticipación de competencias. Guía para anticipar y ajustar la oferta de competencias con la demanda del mercado*. Uruguay: OIT/CINTERFOR. Recuperado en Noviembre de 2021, de https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/volumen2.pdf
- BCCR. (2021a). *Programa Macroeconómico 2020-2021*. San José, Costa Rica. Recuperado en Octubre de 2021, de https://www.bccr.fi.cr/publicaciones/DocPoliticaMonetariaInflacin/Programa_Macroeconomico_2021-2022.pdf
- BCCR. (2021b). Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) Agosto 2021. San José, Costa Rica. Recuperado en Octubre de 2021, de https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Documentos/Sector%20Indicadores%20de%20Precios%20y%20de%20Cantidad/IMAE_JUNIO_2021.pdf
- BCCR. (2021c). *Revisión del Programa Macroeconómico 2021-2022*. San José, Costa Rica. Recuperado en Noviembre de 2021, de https://www.bccr.fi.cr/publicaciones/DocPoliticaMonetariaInflacin/Documento_Revision_Programa_Macro-Julio-2021.pdf
- BCCR. (2022). *Informe de Política Monetaria. Abril 2022*. Recuperado en Mayo de 2022, de https://www.bccr.fi.cr/publicaciones/DocPoliticaMonetariaInflacin/IPM_abril_2022.pdf
- BID. (2019). *El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe. ¿Cómo será el mercado laboral para las mujeres.*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- BID. (2022). *La dimensión de género en la transformación digital empresarial de América Latina y el Caribe*. Recuperado en Agosto de 2022, de <https://publications.iadb.org/es/la-dimension-de-genero-en-la-transformacion-digital-empresarial-de-america-latina-y-el-caribe>
- Blancarte, J. (2020). *Introducción a la arquitectura de software (resumen)*. Recuperado en Agosto de 2022, de <https://reactiveprogramming.io/blog/es/estilos-arquitectonicos/monolitico>
- Brenes, C. L. (2021). *Regionalización de la matriz insumo-producto costarricense. Documento de trabajo, N° 01 | 2021, Banco Central de Costa Rica.*. San José, Costa Rica. Recuperado en Octubre de 2021, de <https://repositorioinvestigaciones.bccr.fi.cr/bitstream/handle/20.500.12506/342/2021-DT-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CEDEFOP. (2010). ¿Vamos por buen camino? Recuperado en Noviembre de 2021, de https://www.cedefop.europa.eu/files/9023_es.pdf
- CEPAL. (2020). *Informe especial COVID-19: Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19*. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CINDE. (2019). *Visión Estratégica 2019-2021*. San José, Costa Rica. Recuperado en Octubre de 2021, de <https://www.cinde.org/es/recursos>
- CINDE. (2021). *Informe de impacto 2020*. San José, Costa Rica. Recuperado en Octubre de 2021, de <https://www.cinde.org/es/recursos>
- CINDE. (2021a). *Sector Ciencias de la Vida: estructura de costos del capital humano*. San José, Costa Rica.
- CINDE. (2021b). *Sector Servicios: Estructura de costos del capital humano*. San José, Costa Rica.
- CINDE. (2022). *Informe de impacto 2021*. San José, Costa Rica. Recuperado en Mayo de 2022, de <https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/5082883/Resourses/CINDE%20-%20Informe%20de%20Impacto%20CINDE%202021%20ES.pdf>
- CINDE. (SF). *El futuro de la salud está aquí: desde e-health hasta la automatización*. Recuperado en Setiembre de 2022, de <https://www.cinde.org/es/sectores/manufactura-inteligente/ciencias-vida#featured-technologies>
- CINTERFOR. (2017). *El futuro de la formación profesional en América Latina y el Caribe: desafíos y lineamientos para su fortalecimiento*. Uruguay. Recuperado en Noviembre de 2021, de https://www.oitcinterfor.org/publicaciones/futuro_fp
- Deloitte. (2020). *Estrategias de la fuerza laboral para la recuperación post-COVID*. Recuperado en Octubre de 2021, de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cl/Documents/povs-covid19/Estrategias%20de%20la%20Fuerza%20Laboral%20para%20la%20Recuperaci%C3%B3n%20Post-COVID.pdf>
- Deloitte. (2021). *IV Edición de la Encuesta Salarial del Sector de Tecnologías de Información-2020-2021*. Human Capital, Consultoría. Recuperado en Julio de 2022, de <https://www2.deloitte.com/cr/es/pages/human-capital/articles/iv-encuesta-salarial-tic-2021.html>
- Deloitte. (S.F.). *Forces of change: Industry 4.0. A Deloitte series on Industry 4.0*. Recuperado en Noviembre de 2021, de <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>
- Furtado, V., Kolaja, T., Mueller, C., & Salguero, J. (2020). *Cómo superar la crisis del coronavirus en el sector industrial*. McKinsey. Recuperado en Noviembre de 2021, de <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/managing-a-manufacturing-plant-through-the-coronavirus-crisis/es-ES>
- Gianluis Ribechini. (2007). Obtenido de <https://gianluisribechini.com/i>: <https://gianluisribechini.com/ingenio-vs-creatividad/>

- González, V. y. (2017). (2017) *Análisis de la matriz insumo producto del BCCR. Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2017*. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación. Recuperado en Octubre de 2021, de http://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/1130/1063.%20An%C3%A1lisis%20de%20redes%20de%20la%20Matriz%20Insumo-Producto%20de%20Costa%20Rica_Estado%20de%20la%20Naci%C3%B3n_Cap%C3%ADtulo%20Oportunidades%20estabilidad%20y%20solvencia%20eco
- Hernandez, G., & Villalobos, O. (2016). *Diversificación de la Matriz Productiva de Costa Rica ¿Alternativa para reducir dependencia, pobreza y desigualdad?* Friedrich Ebert Foundation. Recuperado en Junio de 2022, de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesam-central/13181.pdf>
- IFR. (2021). *IFR presents World Robotics 2021 reports*. Recuperado en Noviembre de 2021, de <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robot-sales-rise-again>
- INAMU. (2020). *INAMU*. Obtenido de <https://www.inamu.go.cr/>: <https://www.inamu.go.cr/se-mantienen-desigualdades-entre-hombres-y-mujeres-en-la-educacion-y-el-trabajo>
- INE. (s.f.). *Glosario de términos*. Instituto Nacional de Estadística de España. Recuperado en Julio de 2022, de <https://www.ine.es/DEFIne/es/concepto.htm?-c=5099&op=30081&p=2&n=20>
- INEC. (2013). *Clasificación de Actividades Económicas de Costa Rica CAECR 2011*. San José. Recuperado en Julio de 2022, de http://sistemas.inec.cr/sitiosen/sitiosen/Archivos/CAECR_2011.pdf
- INEC. (2021). *Encuesta Continua de Empleo al segundo trimestre 2021. Resultados Generales*. San José, Costa Rica. Recuperado en Octubre de 2021, de <https://inec.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/reeceamj2021.pdf>
- Jiménez, P. (2019). *La demografía ofrece una oportunidad única para la educación costarricense*. San José, Costa Rica: Estado de la Nación. Recuperado en Noviembre de 2021, de <https://estadonacion.or.cr/la-demografia-ofrece-una-oportunidad-unica-a-la-educacion-costarricense/>
- Lizano, E. (2015). *¿Hacia otro modelo de desarrollo?* Academia de Centroamérica. Recuperado en Junio de 2022, de [https://www.academiaca.or.cr/wp-content/uploads/2019/04/Hacia-otro-modelo-de-desarrollo.pdf#:~:text=El%20modelo%20agroexportador%20se%20caracterizaba,de%20materias%20primas%20\(minerales\)](https://www.academiaca.or.cr/wp-content/uploads/2019/04/Hacia-otro-modelo-de-desarrollo.pdf#:~:text=El%20modelo%20agroexportador%20se%20caracterizaba,de%20materias%20primas%20(minerales)).
- ManpowerGroup. (2020). *Escasez de Talento Humano 2020. Lo que los Trabajadores Quieren: resolviendo la escasez de Talento*. Recuperado en Octubre de 2021, de https://cdn2.hubspot.net/hubfs/4412988/Estudio_Escasez_de_Talento_lo_que_los_trabajadores_quieren-1.pdf
- MEP. (2019). 55 años profesionales en orientación de la mano con la transformación de la sociedad. *Revista Conexiones*.
- MICITT. (2022). *MICITT divulga Política Nacional de Sociedad y Economía Basada en el Conocimiento 2022-2050 y Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2027*. Recuperado en Junio de 2022, de <https://www.micitt.go.cr/2022/05/04/micitt-divulga-politica-nacional-de-sociedad-y-economia-basada-en-el-conocimiento-2022-2050-y-plan-nacional-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-2022-2027/>

- MIDEPLAN. (2020). *Estrategia Económica Territorial para una Economía Inclusiva y Descarbonizada 2020-2050 en Costa Rica. Informe fase 1*. San José, Costa Rica. Recuperado en Octubre de 2021, de <https://www.mideplan.go.cr/estrategia-economica-territorial-para-una-economia-inclusiva-y-descarbonizada-2020-2050-en-costa>
- MIDEPLAN. (2022). *Plan Estratégico Nacional 2050*. Recuperado en Mayo de 2022, de <https://www.mideplan.go.cr/plan-estrategico-nacional-2050#:~:text=El%20Plan%20Estrat%C3%A9gico%20Nacional%202050,a%20partir%20de%20un%20conjunto>
- Naciones Unidas. (2009). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU). Informes estadísticos Serie M, No. 4/Rev. 4*. Nueva York: NU. Recuperado en Noviembre de 2021, de https://www.pyme.go.cr/media/archivo/normativas/CIIU_4_UNU.pdf
- Navarro, J. A. (2018). *La economía del conocimiento*. Blog sobre economía de McGraw Hill. Publicado el 17 de Octubre de 2018. Recuperado en Junio de 2022, de <https://www.mheducation.es/blog/la-economia-del-conocimiento>
- Netapp. (2022). Obtenido de Netapp.com: <https://www.netapp.com/es/devops-solutions/what-are-containers/>
- OIT. (2012). *Organización Internacional del Trabajo (2012) Skills for Trade and Economic Diversification. A practical guide*. Ginebra: OIT. Recuperado en Noviembre de 2020, de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---ifp_skills/documents/publication/wcms_549925.pdf
- OIT. (2020). *Estudio sobre género en la formación profesional en Centroamérica y República Dominicana*. San José, Costa Rica: Organización Internacional del Trabajo.
- OIT. (2020a). *COVID-19 y el Mundo del Trabajo: Punto de partida, respuesta y desafíos en Costa Rica*. Recuperado en Noviembre de 2021, de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-san_jose/documents/publication/wcms_747046.pdf
- OIT. (2020b). *El teletrabajo durante la pandemia de COVID-19 y después de ella – Guía práctica*. Ginebra: OIT. Recuperado en Noviembre de 2021, de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---travail/documents/publication/wcms_758007.pdf
- OIT. (2020c). *Panorama Laboral 2020*. Lima, Perú: Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Recuperado en Octubre de 2021, de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_764630.pdf
- OIT. (2021). *Estimaciones mundiales de la OIT sobre los trabajadores y las trabajadoras migrantes - Resultados y metodología [Resumen Ejecutivo]*. Recuperado en Noviembre de 2021, de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---migrant/documents/publication/wcms_808941.pdf
- OIT. (2021a). *Global framework on core skills for life and work in the 21st century*. Recuperado en Junio de 2022, de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_813222.pdf
- OIT. (2021b). *Shaping skills and lifelong learning for the future of work. International Labour Conference 109th Session*. Recuperado en Junio de 2022, de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_813696.pdf

- ONU. (2020). *Las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas*. . Montevideo: ONU Mujeres.
- PEN. (2016). *Vigesimosegundo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2016 / -*. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible -CONARE. Recuperado en Octubre de 2021, de <https://estadonacion.or.cr/informes/>
- PEN. (2018). *Informe estado de la nación 2018*. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible -CONARE. Recuperado en Octubre de 2021, de <https://estadonacion.or.cr/informes/>
- Pierce, A. R. (2021). *Costa Rica: exportaciones de servicios y sus principales mercados de destino, Proyecto Fortalecimiento de la Estadística Macroeconómica. Departamento de Estadísticas Macroeconómicas, Banco Central de Costa Rica*. San José, Costa Rica. Recuperado en Octubre de 2021, de <https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/DocCuentasNacionales2017/Exportaciones-de-servicios-por-pais-destino.pdf>
- PNUD. (2020). *El impacto del COVID-19 en la igualdad de género*. Recuperado en Noviembre de 2020, de Disponible en: <https://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/es/home/blog/2020/el-impacto-del-covid-19-en-la-igualdad-de-genero-.html>
- PROCOMER. (2019). *Caracterización del sector de tecnologías de información y comunicación (TICs) en Costa Rica*. Dirección de Inteligencia Comercial. Recuperado en Julio de 2022, de Disponible en: <https://www.camtic.org/mapeo-tic-2019/>
- PROCOMER. (2019). *Caracterización del sector de tecnologías de información y comunicación (TICs) en Costa Rica*. Dirección de Inteligencia Comercial. Recuperado en Julio de 2022, de Disponible en: <https://www.camtic.org/mapeo-tic-2019/>
- Procomer. (2020). *La banca moderna en la era post COVID*. San José, Costa Rica. Obtenido de https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/la-banca-moderna-en-la-era-post-covid-19/
- PROCOMER. (2021). *Análisis de la evolución del Comercio Exterior e IED*. San José, Costa Rica. Recuperado en Octubre de 2021, de <https://www.comex.go.cr/estad%C3%ADsticas-y-estudios/an%C3%A1lisis-econ%C3%B3mico/an%C3%A1lisis-sobre-la-evoluci%C3%B3n-de-las-exportaciones-de-costa-rica/>
- Procomer. (2021). *Beneficios de la digitalización para la cadena de suministros*. San José, Costa Rica. Obtenido de https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/beneficios-de-la-digitalizacion-para-la-cadena-de-suministro/
- PROCOMER. (2022). *Perfil de la oferta costarricense especializada en tecnologías 4.0: 2019-2021*. Dirección de Inteligencia Comercial. Recuperado en Julio de 2022, de <http://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/20A998F7-39C0-4B39-99AC-083233A2367A.pdf>
- Procomer. (2022). *Qué es Procomer*. Recuperado en Mayo de 2022, de <https://www.procomer.com/sobre-nosotros/>
- Programa Estado de la Nación. (2021). *Octavo Informe del Estado de la Educación*. San José, Costa Rica. Recuperado en Octubre de 2021, de https://estadonacion.or.cr/informes/?utm_source=Google&utm_medium=cpc&utm_campaign=PEN

- PROSIC. (2006). Desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación en Costa Rica. *Hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento en Costa Rica*, 223-243.
- PROSIC UCR. (2006). *Hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento en Costa Rica. Informe 6. Capítulo 11*. Recuperado en Julio de 2022, de <http://www.prosic.ucr.ac.cr/informe-2006>
- Řihova, H. (2017). *El uso de la información sobre el mercado de trabajo. Guía para anticipar y ajustar la oferta de competencias con la demanda del mercado de trabajo. VOL 1*. CINTERFOR/OIT. Recuperado en Noviembre de 2021, de https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/Guia_volumen1_web.pdf
- Salazar, J. (2021). *Transformación digital, reactivación económica y empleo en América Latina y el Caribe: post-Covid 19*. San José, Costa Rica: UNED. Recuperado en Noviembre de 2021, de https://www.uned.ac.cr/ocex/images/stories/Año_2021/La_Transformacio%CC%81n_Digital_y_la_Reactivacio%CC%81n_Econo%CC%81mica_y_del_Empleo_en_Ame%CC%81rica_Latina_y_el_Caribe_Post-COVID-19.pdf
- Talent Place by CINDE. (2022). Obtenido de <https://www.thetalentplace.cr/carreras-de-mayor-demanda>
- Tecnológico de Costa Rica. (2017). *El gran desafío... competir* (Vol. Edición VIII Año 2017). Revista Pensis del Tecnológico de Costa Rica. Recuperado en Julio de 2022, de <https://www.tec.ac.cr/pensis/articulos/gran-desafio-competir>
- Torrico, B., Torres, F., & Gibson, V. (2021). *Potenciar el Talento Humano: una clave para impulsar el nearshoring en Costa Rica*. BID. Recuperado en Noviembre 2021 de 2021, de <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/potenciar-el-talento-humano-una-clave-para-impulsar-el-nearshoring-en-costa-rica/>
- Ureña, A. M. (2019). *Resultados de las encuestas realizadas para el proyecto de investigación: "Los efectos de unirse a las cadenas de suministro de multinacionales: nueva evidencia de encadenamientos entre empresas"*. Banco Central de Costa Rica. Recuperado en Octubre de 2021, de <https://repositorioinvestigaciones.bccr.fi.cr/bitstream/handle/20.500.12506/329/2019-NT-02.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vaca Trigo, I. (2019). Oportunidades y desafíos para la autonomía de las mujeres en el futuro escenario del trabajo. *Asuntos de Género CEPAL*.
- Weller. (2020). *La pandemia del COVID-19 y su efecto en las tendencias de los mercados laborales*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Wilson, R. T. (2017). *Trabajando en el ámbito sectorial. Guía para anticipar y ajustar la oferta de competencias con la demanda del mercado de trabajo - VOLUMEN 3*. Uruguay: OIT/Cinterfor. Recuperado en Octubre de 2021, de https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/volumen3.pdf

ENTREVISTAS

Marcos Solano, Director de la Dirección de Empleo, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 12 de octubre de 2021, 10:00am

Floribel Méndez Fonseca, Gerente, Pilar Ramos, Coordinadora del Área de Servicios de Información y Divulgación Estadística, Odilia Bravo, Coordinadora de Estadísticas de Empresas y María Sanarrusia, Coordinadora de la Encuesta Continua de Empleo, _ Instituto Nacional de Estadística y Censos, 13 de octubre de 2020, 3:30pm

Marta Esquivel, Directora de Inteligencia Comercial, Roberto Coto, Analista financiero, y Noelia Garro, Asesora en Comercio Exterior, Promotora de Comercio Exterior, 13 de octubre de 2020, 1:30pm

Vanessa Gibson, Service Sector Manager at CINDE, 15 de octubre de 2021, 8:00am

Pilar Garrido, Ministra de Planificación, José Olegario Sáenz Batalla, Gerente Área de Análisis del Desarrollo del MIDEPLAN. 15 de octubre, 2021, 2:00pm

Francisco Monge, Subdirector de Comercio Exterior, acompañado por el equipo técnico, Estefanía Unfried, Karen Chan y Carolina Vargas, 19 de octubre, 2021, 3:30pm

Paola Vega Castillo, Ministra de Ciencia y Tecnología, 4 de noviembre, 2021, 3:00pm

Evelyn Muñoz, Directora del Departamento de Investigación Económica y Equipo técnico: Pablo Sloon, Manuel Sánchez, Jorge León, Henry Vargas, German Sánchez y Betty Sánchez, Banco Central de Costa Rica, 05 de noviembre, 2021, 2:00pm

ANEXOS

Anexo 1: Explicación general los ejercicios de webscraping y NLP

Dos de las tareas realizadas durante este estudio fueron la recopilación, utilizando la técnica de *webscraping*, de las vacantes posteadas en las páginas web de un grupo seleccionado de empresas de las áreas de TIC y de dispositivos médicos y, posteriormente, el análisis de las descripciones de esas vacantes mediante algoritmos de procesamiento del lenguaje natural (NLP, por su nombre en inglés, *natural language processing*).

El NLP es el área de estudio centrada en cómo las computadoras entienden el lenguaje humano, lo interpretan y procesan. Es un campo complejo en el que entran en juego diferentes disciplinas como la Inteligencia Artificial (IA), el Big Data o la lingüística. El objetivo es que las máquinas sean capaces de comprender lo que dice realmente un texto, incluyendo ironías, frases hechas o chistes¹⁹.

Etapas del análisis

Paso 1. Selección de empresas: el principal criterio de selección utilizado fue el tamaño de las empresas. No siempre es el caso, pero entre más grande es una empresa, mayor es la cantidad de puestos que se ofertan en la sección de oportunidades de carreras de sus respectivos sitios web. Además de la cantidad de empleos que ofrecen, otro aspecto interesante para el estudio es la mayor variedad de áreas de los puestos ofrecidos (por ejemplo, ciberseguridad, desarrollo y mantenimiento de software, *cloud computing*, AI y Machine Learning, inteligencia de negocios, etc.).

Paso 2. Recolección de los datos: para esta etapa se implementó un ejercicio de *web scraping*²⁰ mediante un *framework* o biblioteca de Python llamado *Scrapy*. Con esta biblioteca, se programaron *bots* para extraer el contenido de las vacantes para Costa Rica posteadas en las páginas de las empresas. Los datos extraídos incluyeron los siguientes campos: id del puesto (importante para filtrar entradas duplicadas), fecha de posteo (lo que podría permitir llevar un registro histórico de las vacantes), ciudad donde se ofrecen el trabajo (generalmente son ciudades costarricenses, aunque, de vez en cuando aparecen ofertas laborales en el extranjero), título y descripción del puesto (la materia prima para el análisis de NLP) y, en la medida de lo posible, requisitos educativos y/o de habilidades.

Paso 3. Transformar algunos campos: las empresas pueden manejar distintos tipos de datos en los respectivos campos de sus bases de datos (a manera de ejemplo, mientras que la fecha de posteo en un sitio puede tener la forma “Julio 22, 2022”, en otro “07-22-2022”). Estas discrepancias generan problemas al momento de tratar de almacenar los datos (siguiente paso), por lo que se debe unificar formatos.

Paso 4. Almacenar los datos: después de la transformación, es necesario almacenar los datos en un lugar para su posterior análisis. En este caso se escogió BigQuery, que es un servicio de *data warehouse* ofrecido por GCP (Google Cloud Platform).

Paso 5. Limpieza adicional de la información: se utiliza una herramienta llamada *dbt*, la cual permite transformaciones dentro del *data warehouse* para asegurarse que las tablas en BigQuery no tengan duplicados.

19 UNIR Revista(2021). ¿Qué es el NLP y para qué sirve?, <https://www.unir.net/marketing-comunicacion/revista/nlp-procesamiento-lenguaje-natural/>, setiembre 2022.

20 Se trata de un proceso de usar bots para extraer contenido y datos de un sitio web.

Paso 6. Análisis de los datos: una vez que se asegura la limpieza de la información, se procede al ejercicio de NLP, usando otro framework de Python llamado NLTK (*Natural Language Toolkit*). Si bien estos frameworks de NLP pueden trabajar analizando texto en distintos idiomas mediante *addons* o paquetes complementarios, manejan el inglés de forma nativa. Afortunadamente, la gran mayoría de vacantes se anuncian en inglés, de modo que la ruta más sencilla fue la de traducir las pocas descripciones que estaban en español al inglés (de forma automática con el paquete de traducción de Google para Python).

Además de la traducción, antes de estudiar los títulos y las descripciones de las vacantes, se necesita crear listas de palabras clave que representan las herramientas, habilidades, niveles de educación más mencionados y certificaciones. Para esta labor se recurrió a un enfoque simple. Las listas fueron construidas con base en un estudio preliminar de una muestra de 202 vacantes (74 de dispositivos médicos y 128 de TIC) hecho “a mano” para identificar algunos de los términos o conceptos que aparecen más frecuentemente en los títulos y las descripciones (se puede usar enfoques más avanzados si la tarea es más complicada²¹), y también a partir de cierto conocimiento del campo del equipo consultor.

Se elaboraron varias listas en 6 categorías:

- **Herramientas tecnológicas:** representa el *stack* de tecnologías solicitadas en las descripciones de los trabajos. Se incluyen: lenguajes de programación (java, javascript, python, perl, rust, etc.), frameworks o bibliotecas de algunos lenguajes de programación (por ejemplo, node.js, react para el diseño de páginas web, tensorflow y scikitlearn para machine learning, selenium y beautifulsoup para web scraping), herramientas de migración e integración de datos y tuberías de información (alembic, fivetran, airbyte, dbt, etc.), data warehouses (snowflake, bigquery-gcp-, redshift-aws-, etc.), innovaciones para crear, desplegar y administrar contenedores de software (docker, containerd, kubernetes), herramientas de control de versiones y mantenimiento de repositorios de software (como git, github y gitlab), etc. No se trata, desde luego, de un listado exhaustivo, pero la inclusión de más términos no parece impactar mucho los resultados. Debido a que hay tecnologías que se puede identificar con un distinto número de palabras –ejemplos de ello son: AWS (una palabra): Amazon Web Services (3), powerbi (1): Power Bi (2)–, se separan las palabras clave en una lista de una sola palabra y otra lista de varias palabras para luego hacer coincidir estas dos listas con la descripción del trabajo.
- **Conocimientos técnicos:** la lista está compuesta de conceptos generales de estadística, matemáticas, informática, Machine Learning, ingeniería de datos, actividades comunes en el campo, protocolos de autenticación, idiomas, etc. Ejemplos de ello son, nlp, *neural networks* (redes neuronales), optimización, *frontend*, *backend*, etc. Al igual que el caso anterior, se crearon varias listas dependiendo del número de palabras con las que se identifican algunos de los conceptos.
- **Competencias blandas:** aquí se incluye conceptos como resolución de problemas, trabajo en equipo, liderazgo, comunicación, etc.
- **Certificaciones:** aquí se incluyen: Agile, Scrum, Cisco, Iso, etc. Se realizaron dos listas de certificaciones: una que incluye certificaciones de una sola palabra y otra (Agile o ACP), con certificaciones de dos o más palabras (Agile Certified Practitioner).
- **Nivel de entrada del puesto:** se busca por palabras clave como junio, entry level, mid level, senior, etc.
- **Nivel de educación:** está formada por los distintos niveles de educación que se pueden mencionar en la descripción del puesto (bs o bachelor, phd, doctorate, mba, etc.).

21 Por ejemplo, existe una técnica llamada extracción de palabras clave (keyword extraction) que extrae automáticamente las palabras y expresiones más utilizadas e importantes de un texto.

Es importante hacer una aclaración respecto al propósito de estas listas. Se busca saber si son mencionadas en un texto. El hecho de que estén mencionadas no necesariamente implica que son requeridas. Esto es relevante porque, en ocasiones, en algunos puestos, se hace una distinción clara entre los conocimientos técnicos requeridos y aquellos deseados o preferidos. A manera de ejemplo, es muy frecuente en el campo que se indique un nivel educativo preferido, pero no requerido, pues en muchos casos puede pesar mucho más la experiencia en el campo de la persona.

Con el idioma unificado y las listas de palabras clave, se estudia gramaticalmente los textos de los títulos y las descripciones recurriendo a varias técnicas comunes del NLP:

- Tokenizar: se trata de dividir el texto en pequeños textos denominados “tokens” teniendo en cuenta criterios como las mayúsculas y minúsculas, palabras similares, puntuación.
- Tagging part of speech (PoS): este etiquetado gramatical clasifica las palabras de una oración según su categoría gramatical (artículo, sustantivo, verbo, etc.). Este proceso es particularmente necesario porque los textos contienen muchas palabras se deben de filtrar (como artículos y conjunciones).
- Word stemming o derivación de palabras: es el proceso de reducir las palabras derivadas a su forma de raíz, lo cual permite que los programas de computadora identifiquen las palabras de la misma raíz a pesar de su aspecto diferente. De esta forma, podemos unir palabras siempre que tengan la misma raíz. Por ejemplo, las palabras “modelos”, “modelado” tienen la misma raíz de “modelo”.

Anexo 2.

Glosario con principales términos TIC utilizados

Lenguajes de programación, sistemas operativos, frameworks y librerías asociadas

Golang o Go: es un lenguaje de programación creado por Google, compilado, y que toma ideas de los lenguajes interpretados para tener una compilación más rápida. Es utilizado en el mundo de la inteligencia artificial y la ciencia de datos, además de ser muy popular para aplicaciones basadas en la nube.

Java: Java es un lenguaje de programación ampliamente utilizado para codificar aplicaciones web.

Javascript: es un popular lenguaje de programación de scripts para añadir funcionalidades interactivas y otros contenidos web dinámicos a las páginas web.

Linux: es el nombre que reciben una serie de sistemas operativos de tipo Unix bajo la licencia GNU GPL (General Public License o Licencia Pública General de GNU) que son su mayoría gratuitos y con todo lo necesario para hacer funcionar un PC.

Node.js: es un entorno controlado por eventos diseñado para crear aplicaciones de Javascript escalables.

Pearl: Perl es un lenguaje pensado para la manipulación de cadenas de caracteres, archivos y procesos.

Python: Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en las aplicaciones web, el desarrollo de software, la ciencia de datos y el machine learning (ML). Los desarrolladores utilizan Python porque es eficiente y fácil de aprender.

R: lenguaje de programación usado mucho en el campo de estadística y ciencia de datos.

Ruby: Un lenguaje de programación dinámico y de código abierto enfocado en la simplicidad y productividad.

Php(Hypertext Preprocessor): es un lenguaje de programación destinado a desarrollar aplicaciones para la web y crear páginas web, favoreciendo la conexión entre los servidores y la interfaz de usuario.

React: es una librería open source de JavaScript para desarrollar interfaces de usuario.

Selenium: es un entorno framework de pruebas de software para aplicaciones basadas en la web.

Sql: es un acrónimo en inglés para Structured Query Language. Un Lenguaje de Consulta Estructurado. Un tipo de lenguaje de programación que te permite manipular y descargar datos de una base de datos.

Contenedores y Orquestadores de contenedores:

Docker: es un proyecto de código abierto para automatizar la implementación de aplicaciones como contenedores portátiles y autosuficientes.

Kubernetes: o Timonel en griego, es un software de código abierto para implementar y administrar esos contenedores a gran escala.

Proveedores de servicios en la nube:

Angular: es un framework opensource desarrollado por Google para facilitar la creación y programación de aplicaciones web de una sola página, las webs SPA (Single Page Application).

AWS: Amazon Web Services.

Azure: Servicios en la nube de Windows.

GCP: Google Cloud Platform.

Kafka: es un sistema de mensajería y una plataforma completa de streaming y de procesamiento de datos en tiempo real.

Openshift: es una plataforma de desarrollo, con características de Cloud Computing (PaaS) que ofrece la empresa de Red Hat. Esta plataforma se desarrolla a partir de contenedores kubernetes que los desarrolladores utilizan para desplegar apps en diferentes lenguajes de programación.

Terraform: herramienta que permite aprovisionar infraestructura en la nube de una manera repetible, reutilizable y mantenible.

Herramientas CI/CD

CI/CD : constant integration/ constant delivery es una práctica recomendada para maximizar el retorno del uso de metodologías ágiles. permite a los equipos de desarrollo de software centrarse en satisfacer los requisitos empresariales, la calidad del código desarrollado y la seguridad en el proceso. Pues los pasos de implementación están automatizados.

Git/Github: Git es una herramienta para llevar un control de versiones de software. Github es una empresa que ofrece servicios para hospedar repositorios de software y el desarrollo de CI/CD.

Jira: es una aplicación web que ayuda en la gestión de proyectos, gestión de tareas y gestión de errores, especialmente para el desarrollo de software.

Jenkins y Travis: son servidores de open source para la integración continua. Se utilizan para compilar y probar proyectos de software de forma continua, lo que facilita a los desarrolladores integrar cambios en un proyecto y entregar nuevas versiones a los usuarios.

Bases de datos y herramientas de CRM

Salesforce: es una plataforma CRM diseñada para reunir, en una única solución, todos los procesos relacionados con los clientes de una empresa.

Postgresql, Mysql, Sql Server, Oracle: son sistemas de gestión de bases de datos del tipo relacional mediante lenguaje Sql. Postgresql y Mysql son de código abierto.

PowerBi y Tableau: herramientas de análisis de negocios.

