

LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN EL FORO DE COOPERACIÓN ECONÓMICA ASIA-PACÍFICO

TRABAJO Y CAPITAL COMO GENERADORES DE VALOR AGREGADO

José César Lenin Navarro Chávez
América I. Zamora Torres
Montserrat Cano Torres



ininee
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Dr. Raúl Cárdenas Navarro
Rector

L.E. Pedro Mata Vázquez
Secretario General

Dr. Orépani García Rodríguez
Secretario Académico

ME en M.F. Silvia Hernández Capi
Secretaria Administrativa

Dr. Héctor Pérez Pintor
Difusión Cultural y Extensión Universitaria

Dr. Rodrigo Gómez Monge
Tesorero General

Mtro. Rodrigo Tavera Ochoa
Contralor

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias
Coordinador de la Investigación Científica

Dra. Rosa Elva Norma del Río Torres
Coordinadora General de Estudios de Posgrado

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

Dra. Odette Virginia Delfín Ortega
Directora

Dr. Plinio Henández Barriga
Secretario Académico

LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN EL FORO DE COOPERACIÓN ECONÓMICA ASIA-PACÍFICO

TRABAJO Y CAPITAL COMO GENERADORES DE VALOR AGREGADO

José César Lenin Navarro Chávez
América I. Zamora Torres
Montserrat Cano Torres



ininee
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

Este libro fue evaluado por pares académicos en los meses de agosto-octubre de 2019, a solicitud del Consejo Editorial del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, entidad que resguarda los dictámenes correspondientes.

*La Industria Automotriz en el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico.
Trabajo y Capital como Generadores de Valor Agregado.*
Primera edición: noviembre de 2019

Autores

José César Lenin Navarro Chávez
América I. Zamora Torres
Montserrat Cano Torres

Cuidado de la edición

José César Lenin Navarro Chávez

© Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
ISBN versión impresa: 978-607-542-119-3
ISBN versión digital: 978-607-542-130-8

© Editorial Morevalladolid
ISBN versión impresa: 978-607-424-676-6
ISBN versión digital: 978-607-424-679-7

Diseño de portada e interiores

Jaime Fraga Robles

Impresión

Editorial Morevalladolid

Reservados todos los derechos. El contenido de este libro no podrá ser reproducido total ni parcialmente, ni almacenarse en sistemas de reproducción, ni transmitirse por medio alguno sin el permiso previo, por escrito, de los editores.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
--------------	---

CAPÍTULO 1

LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN EL FORO DE COOPERACIÓN ECONÓMICA ASIA-PACÍFICO (APEC)	17
---	----

1.1. La industria automotriz en el APEC	18
---	----

1.2. Los principales productores de automóviles del APEC, 2000-2011	25
---	----

1.2.1. Estados Unidos	27
-----------------------	----

1.2.2. Canadá	28
---------------	----

1.2.3. México	29
---------------	----

1.2.4. Chile	30
--------------	----

1.2.5. Perú	31
-------------	----

1.2.6. Japón	32
--------------	----

1.2.7. China	33
--------------	----

1.2.8. Corea del Sur	35
----------------------	----

1.2.9. Tailandia	36
------------------	----

1.2.10. Indonesia	37
-------------------	----

1.2.11. Vietnam	38
-----------------	----

1.2.12. Australia	39
-------------------	----

1.2.13. Nueva Zelanda	40
-----------------------	----

1.2.14. Rusia	42
---------------	----

1.3. Las principales marcas automotrices con presencia en el APEC	43
---	----

CAPÍTULO 2

LOS FACTORES DE LA PRODUCCIÓN COMO DETERMINANTES DEL VALOR AGREGADO

53

2.1. ¿Qué son los factores de la producción?	54
2.1.1. El factor capital	58
2.1.2. El factor trabajo	59
2.2. La función de producción	60
2.3. Teoría de los polos de desarrollo	67
2.4. Teoría del comercio intraindustrial	72
2.5. La incidencia de los factores productivos y la localización en los procesos de fabricación y el intercambio comercial de bienes a nivel internacional	76
2.5.1. La incidencia de la teoría de la localización en la Nueva Geografía Económica	77
2.5.2. La Nueva Geografía Económica	80

CAPÍTULO 3

LOS FACTORES DE LA PRODUCCIÓN EN EL VALOR AGREGADO DEL PRODUCTO TERMINADO DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN EL APEC

87

3.1. Resultados de la RNA para cada uno de los países seleccionados	88
3.1.1. Australia	89
3.1.2. Canadá	91
3.1.3. Chile	93
3.1.4. China	95
3.1.5. Corea del Sur	97
3.1.6. Estados Unidos	99
3.1.7. Indonesia	101
3.1.8. Japón	103
3.1.9. México	105
3.1.10. Nueva Zelanda	107
3.1.11. Perú	109
3.1.12. Rusia	111

3.1.13. Tailandia	113
3.1.14. Vietnam	115
3.1.15. Resultados consolidados de los países seleccionados en el APEC	116
3.2. Resultados de la RNA según el nivel de desarrollo de los países seleccionados	120
3.2.1. Países desarrollados en el APEC productores de automóviles, 2000-2011	121
3.2.2. Países en desarrollo en el APEC productores de automóviles, 2000-2011	124
3.2.3. Resultados consolidados según el nivel de desarrollo de los países seleccionados en el APEC	125
3.3. Resultados de la RNA para las marcas automotrices seleccionadas	128
3.3.1. Resultados de Daimler	129
3.3.2. Resultados de Dongfeng	132
3.3.3. Resultados de Ford	134
3.3.4. Resultados de General Motors	136
3.3.5. Resultados de Hyundai	138
3.3.6. Resultados de KIA	140
3.3.7. Resultados de Mazda	142
3.3.8. Resultados de Nissan	144
3.3.9. Resultados de Suzuki	146
3.3.10. Resultados de Toyota	148
3.3.11. Resultados consolidados de las marcas automotrices seleccionadas del APEC	150
CONCLUSIONES	155
BIBLIOGRAFÍA	159
ANEXO 1	173
CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS	173

INTRODUCCIÓN

El mundo está en constante cambio y junto con él los rasgos culturales que modifican continuamente las necesidades y los gustos de los consumidores. Por tal motivo cada vez resulta más complejo para las empresas definir una estrategia de producción. Hasta el momento, la tendencia ha sido generar alianzas estratégicas que les permiten compartir conocimiento, experiencia y recursos, y así mismo la responsabilidad y el riesgo.

El presente libro versa sobre la relevancia que tienen los factores de la producción en la generación de valor agregado del producto terminado en una industria en particular: la automotriz. En este sentido, Bergara *et al.* (2003), señalan que un proceso productivo puede describirse por medio de una función, misma que se denomina “función de producción” y que muestra cómo se da la combinación de los factores productivos para obtener un producto o un servicio. Al respecto, Scialabba (2018), comenta que esta relación puede ser a corto plazo, si la firma no puede variar sus insumos fijos, distinguiéndose porque al menos uno de los factores no puede alterarse, o bien, a largo plazo, que es un periodo que se caracteriza porque ningún insumo logra permanecer fijo. Dentro de las combinaciones de factores posibles, las empresas buscan lograr el óptimo de su producción, por eso existe la relación marginal de sustitución (RMS), es decir, en qué proporción un bien debe ser sustituido por otro para mantener el mismo nivel de utilidad (Rodríguez, 2013).

Existen distintas alternativas para combinar los factores productivos, por lo tanto, la empresa aplicará el método más eficiente técnica y económicamente, es decir, aquel en el que la producción que se obtiene es la máxima posible a partir de los factores utilizados. Por lo tanto, un método de producción es económicamente eficiente cuando el costo es mínimo dados los precios de los factores empleados (Bergara *et al.*, 2003). Es así que, la cantidad ofrecida de cada factor depende de su precio: a) el salario en el caso del trabajo, b) la tasa de interés en el capital, c) la renta en el caso de la tierra (Troncoso, 2012), y d) las utilidades a cambio de la capacidad empresarial o *Entrepreneurship* (Parkin y Loría, 2010).

Para Mayorga y Martínez (2008), actualmente un país o una empresa es competitivo en el mercado internacional no sólo por la disponibilidad que tiene de los factores de producción básicos, sino por la adaptación que logra de nuevos elementos de dichos factores, tales como: la formación, la preparación, la calificación y la especialización en el caso de la mano de obra y la asimilación de tecnologías, el manejo de fenómenos macroeconómicos a través de instrumentos y herramientas al tratarse del capital.

Para Parkin y Loria (2010), el factor productivo que genera mayor ingreso es el trabajo, ya que el salario y las prestaciones representan cerca del 70% del ingreso total, mientras que el capital, la tierra y la capacidad empresarial integran el 30% restante.

Dado que los recursos o factores de la producción son heterogéneos para cada territorio, cada gobierno o empresa debe utilizarlos de la forma más eficiente. Este es el origen del denominado “problema económico”, que intenta dar solución a las siguientes interrogantes (Godoy, 2001):

- 1) ¿Qué producir? Qué cantidad de cada bien o servicio se producirá y en qué cantidad.
- 2) ¿Cómo producir? Quién producirá los bienes y servicios, con qué recursos y a través de qué procesos.
- 3) ¿Para quién producir? La empresa debe decidir para qué mercado generará satisfactores.

Partiendo del hecho de que los factores de la producción son escasos, pero al mismo tiempo son la base para que pueda existir un proceso de transformación que concluirá con un intercambio comercial de productos en el mercado, todas las empresas sin importar su origen o el sector en el que participan buscan lo mismo: maximizar sus beneficios. Debido a esto, es necesario que generen distintas

estrategias que les permitan disminuir costos, ser eficientes en sus procesos productivos y sobre todo competitivos. Tanto así, que la industria automotriz, una de las más extensas y dinámicas del mundo no es la excepción, y menos cuando opera en la región de mayor actividad económica: Asia-Pacífico.

En consecuencia, las empresas continuamente deben estar tomando decisiones. Por ejemplo, una compañía automotriz afronta los siguientes dilemas: ¿Cuántas cadenas de montaje y cuánto trabajo debe utilizar en sus nuevas plantas de automóviles? En caso de que quiera incrementar su producción: ¿debe contratar más trabajadores o también debería de construir más plantas? Y al respecto de la eficiencia: ¿es conveniente que una planta produzca diversos modelos de auto o cada uno de ellos debería producirse en una planta distinta? Todos estos escenarios considerando la variación de costos que fluctúa año con año con base en distintos factores tanto endógenos como exógenos al mercado y a los países en los que opera la marca (Pyndick y Rubinfeld, 1995).

El traslado que hacen las empresas de ciertas fases de sus procesos de producción a otros territorios de bajo salario, el recorte de prestaciones y de otras formas de salario indirecto, la flexibilización de la relación laboral para hacer posible la institucionalización del trabajo temporal, el aumento de los precios que ocurre más rápidamente que el de los salarios, entre otros, son algunos casos de cómo se reduce el salario real. Dichas estrategias han cobrado importancia debido a las altas tasas de desempleo que se han suscitado en algunas regiones (González, 2005).

Como parte de su estrategia, las compañías automotrices han hecho alianzas con el fin de generar economías de escala en los procesos de diseño, fabricación y comercialización de nuevos modelos y de este modo lograr una mayor penetración a nuevos mercados. De este modo, dichas empresas se han establecido en países medianos que cuentan con los factores necesarios para apoyar el ensamblaje de vehículos sin que los procesos de producción sufran grandes modificaciones. Así, comparten plataformas para varios modelos, pero manteniendo el diseño de manera independiente (PROMéxico, 2014).

Previo a la década de los noventa existían dos sistemas de producción: el socialista y el capitalista, mismo que empezó a presentar fallas después de treinta años de bonanza, desatando procesos de reestructuración, entre ellos: 1) el desplazamiento geográfico de la producción y del capital, dando pie a una nueva división internacional del trabajo, 2) una reconfiguración en la forma de tomar decisiones sobre la asignación de recursos productivos liberando aún más las fuerzas económicas, 3) la disminución del poder del Estado y de los trabajadores

sindicalizados en su relación con el capital que desencadenó la descentralización de la gestión pública, y 4) un desfase entre la economía real y la financiera que causó el derrumbe de las inversiones mundiales del capital (Veltmeyer, 2010).

Actualmente, los fabricantes están concentrados en reestructurar sus sistemas de producción y centros de investigación para poderse adaptar con mayor facilidad y responder a la demanda de los países, sobre todo los emergentes. De este modo surgen dos tendencias: 1) el modelo mundial, que se distingue por una ingeniería centralizada, una difusión limitada de la innovación y la aplicación de las mismas normas industriales en todas sus locaciones con el fin de optimizar costos. Es el modelo que ha predominado en la industria, pero según los expertos ya empieza a mostrar señales de agotamiento, y 2) el modelo multinacional, apenas está emergiendo y está lleno de nuevas prácticas que han surgido principalmente de fabricantes como General Motors (Daewoo), Renault (Dacia y Kwid) y Suzuki, quienes se han enfocado en diseñar y fabricar automóviles para cubrir necesidades específicas de la clase media que desea adquirir un auto a bajo costo. Regularmente las soluciones tecnológicas son desarrolladas a nivel local y tienden a utilizar proveedores nacionales (Delautre y Hiriyur, 2017).

Aunque existen países que son pioneros en la industria automotriz como Estados Unidos, Japón y Alemania, actualmente son muchos los que se han incorporado participando en alguna fase de su producción porque se han integrado a alguna de las cadenas globales de valor existentes. Así, han surgido múltiples marcas tanto de automóviles como de sus componentes que en los últimos años han intensificado la lucha entre sí por la cuota de mercado. Esta actividad económica se ha tornado tan importante para la región Asia-Pacífico, que el APEC señala que constituye una base para su desarrollo sostenido por el impacto que tiene en sectores clave como: la industria, la economía, el transporte, la energía, la seguridad, la investigación y desarrollo (I+D), el empleo y las actividades sociales.

Sin duda alguna el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) impulsó el crecimiento de la industria automotriz, de manera especial en América del Norte, consolidando un encadenamiento productivo entre Canadá, Estados Unidos y México que en los últimos años ha resistido ante sus competidores asiáticos, liderados por Japón, pero al que se han unido otros países que ahora tienen una participación importante tanto en la producción como en la comercialización del producto terminado como: Corea del Sur, China, Tailandia y Vietnam.

Indudablemente la industria automotriz se ha convertido en un pilar para la economía de los países de la Cuenca del Pacífico. Sin embargo, su participa-

ción en ella va de la mano con su nivel de desarrollo debido a los recursos que cada uno tiene disponibles. Aunque el ideal es que todos pudieran generar valor agregado, no todos pueden hacerlo debido a su nivel de desarrollo, básicamente porque carecen de la solvencia para invertir en infraestructura aunado a la brecha tecnológica que eso conlleva junto con la carencia de conocimiento y capacitación en áreas específicas necesarias para el diseño y la innovación. Por lo tanto, participan en fases de la cadena que son intensivas en trabajo en las que pueden hacer uso de los recursos que tienen disponibles, tanto de materias primas como de factor humano.

La crisis económica de 2008 afectó severamente a la industria automotriz, especialmente a los productores estadounidenses que tuvieron que ser rescatados financieramente por su gobierno para poder seguir operando. Estos hechos favorecieron a los productores asiáticos que rápidamente se apoderaron de una mayor cuota del mercado, sumándose varios países del Sudeste Asiático a las cadenas productivas automotrices y convirtiéndose China en el mayor productor de vehículos en el mundo. También permitió que México tuviera una participación mayor y en fases más importantes, puesto que varias compañías estadounidenses con tal de mantener su competitividad trasladaron fases clave de su producción a este país. Sin embargo, muchos otros países emergentes aprovecharon la coyuntura para sumarse a las distintas cadenas globales de valor automotrices existentes.

Por lo anterior, surge el interés de identificar qué factor de la producción –trabajo o capital– ha sido el predominante en la generación de valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) durante el periodo 2000-2011. Asimismo, se busca determinar de manera comparativa qué factor de la producción ha contribuido en mayor medida en la generación de valor agregado en los países en desarrollo y desarrollados en su sector automotriz.

Es así que este trabajo parte de tres hipótesis. La primera, que el factor capital antes que el factor trabajo determinó el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el APEC durante el periodo 2000-2011.

La segunda, que el factor capital sobre el factor trabajo en los países desarrollados mientras que el factor trabajo sobre el factor capital en los países en desarrollo incidió más en la generación del valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en el APEC durante este periodo. Y, la tercera, que las marcas automotrices más representativas intensivas en capital generaron mayor valor agregado en el producto terminado de la industria.

De las 21 economías que integran el APEC, se seleccionaron 14, que son aquellas que produjeron vehículos durante el año 2011 según la OICA¹ (2018). En principio las 21 economías de la APEC fueron clasificadas en economías desarrolladas y economías en desarrollo de acuerdo al reporte WESP (*World Economic Situation and Prospects*) de la ONU para el año 2016 (véase cuadro 1). Enseguida, se consideraron las 14 economías objeto de este estudio, clasificándolas también en desarrolladas y en desarrollo.

Cuadro 1

Clasificación de las economías productoras de vehículos del APEC según su nivel de desarrollo

Nivel de desarrollo	Países
Desarrollados	Australia, Canadá, Japón, Nueva Zelanda y Estados Unidos
En transición	Rusia ²
En desarrollo	Brunéi Darussalam, Chile, China, Hong Kong, Indonesia, Corea, Malasia, México, Papúa Nueva Guinea, Perú, Filipinas, Singapur, Taiwán, Tailandia y Vietnam.

Fuente: Elaboración propia con base en el reporte WESP de la ONU, 2016.

Para aprobar o desaprobar las hipótesis se utilizó la metodología de Redes Neuronales Artificiales (RNA), en específico el Perceptrón Multicapa, inspirada en la capacidad que tiene el cerebro humano para pensar, recordar y solucionar problemas haciendo que muchos científicos hayan intentado modelar en una computadora su funcionamiento. El resultado ha sido una nueva tecnología llamada “Computación Neuronal” o también “Redes Neuronales Artificiales” (RNA), (Basogain, 2008). Las RNA son una nueva forma de computación inspirada en modelos biológicos desarrollando un modelo matemático compuesto por un gran número de elementos procesales organizados en niveles (Galán y Martínez-Bowen, 2010), altamente interconectados, que transforman la información que reciben de entradas externas y que intentan interactuar con los objetos del mundo real (Matich, 2001).

Una red neuronal artificial es una simulación de la estructura compleja del cerebro humano, imitada con el objeto de dar solución a problemas complejos que por medio de otras metodologías implicaría dedicar mayor cantidad de tiempo y esfuerzo o bien resultaría imposible resolver.

1 OICA son la iniciales en francés de la Organisation Internationale des Constructeurs d’Automobiles.

2 Para los fines de esta investigación Rusia se ubicó dentro de las economías en desarrollo, esto con la finalidad de no excluirla del análisis. Se considera además en esta clasificación, en virtud de que sus indicadores económicos tienen un comportamiento más bien similar a las economías en desarrollo.

A la red neuronal artificial se le define como una unidad procesadora con cuatro elementos disponibles (Lara, 1996): 1) el receptor, en donde se juntan una o diversas señales de entrada provenientes del entorno o de otras neuronas de la red, siendo atenuadas o amplificadas de acuerdo a un factor de peso (W) que representa el nivel de conexión entre la neurona de procedencia y la de destino; 2) el sumador, efectúa la suma algebraica ponderada de las señales de entrada según el peso; 3) la función activadora, que consiste en aplicar una función no lineal de umbral a la salida del sumador para detonar una reacción en la red que decida si la neurona se activa disparando una salida o no; y, 4) la salida, que básicamente es el resultado de la función activadora. Si se produjo una activación entonces la unidad conectará con la siguiente neurona y le transferirá dicha información. Para este trabajo se utilizó el modelo de RNA, opción del Perceptrón Multicapa, que fue ejecutado en el programa *IMB Statistics*, versión 22, mismo que consta de cinco etapas. Primera, las variables de estudio. Segunda, las particiones, el programa divide la información del conjunto de datos ingresados para llevar a cabo el análisis a través de dos opciones, una aleatoria, que fue la que se empleó y otra manual. Tercera, la arquitectura, se especifica la estructura que se desea tenga la red, puede ser automática como fue el caso para esta investigación o personalizada. Cuarta, el entrenamiento, la red efectúa el procesamiento de los registros de acuerdo al tipo de entrenamiento que recibe, básicamente existen tres opciones: a) lote (que fue el empleado), b) en línea, y c) mini Lote. Quinta, salida, esta etapa muestra el resumen sobre la red neuronal a través de dos fases: a) la estructura de la red, y b) el rendimiento de la red. Este proceso se especifica en el Anexo1, de consideraciones metodológicas.

El libro se integra de tres capítulos. En el primero, se contextualiza cómo se encontraba la industria automotriz en la región Asia-Pacífico durante el periodo 2000-2011 y se menciona de manera puntual una breve reseña de lo que acontecía en el sector para cada uno de los países seleccionados.

En el segundo capítulo, se tiene la parte teórica que inicia con una descripción de los factores de la producción estudiados, continúa con la forma en la que se combinan a través de la función de producción y posteriormente desarrolla las siguientes teorías: polos de desarrollo, comercio intraindustrial, localización y la nueva geografía económica (NGE).

El tercer capítulo, es la parte medular del libro puesto que contiene el análisis de redes neuronales artificiales tipo Perceptrón Multicapa aplicado en tres niveles: 1) los principales países productores de vehículos del APEC de 2000 a 2011, 2) los mismos países clasificados de acuerdo a su nivel de desarrollo, y 3) las principales marcas automotrices originarias de la región.

En las conclusiones se destacan los principales resultados para cada uno de los tres niveles de estudio, así como algunos comentarios relevantes a partir de la información obtenida.

Por último, en el anexo 1, se encuentran las consideraciones sobre la metodología empleada: las redes neuronales artificiales. Desarrollando en qué consisten las redes neuronales artificiales, su evolución y cómo se clasifican. Se presenta además, el Perceptrón Multicapa, sus características y aplicaciones.

CAPÍTULO 1

LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN EL FORO DE COOPERACIÓN ECONÓMICA ASIA-PACÍFICO (APEC)

“Si ustedes tienen éxito, no sólo sus países tienen éxito, el mundo tiene éxito.”
Barack Obama, Presidente de Estados Unidos en la cumbre APEC 2016.

El capítulo se divide en tres apartados. En el primero, se hace una breve reseña de la creación del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico, mejor conocido por sus siglas en inglés como APEC, que surge como un espacio de diálogo para los líderes de la región y un punto de encuentro entre la iniciativa privada y los gobiernos para impulsar estrategias y condiciones que favorezcan el desarrollo conjunto de los países que lo integran y de la región.

En el segundo apartado, se inicia de manera general con una descripción de los productores de vehículos en Asia-Pacífico y posteriormente se hace una breve descripción de cómo se encontraba la industria automotriz en el periodo 2000-2012 en cada uno de los principales 14 productores de automóviles del APEC: 1) Estados Unidos, 2) Canadá, 3) México, 4) Chile, 5) Perú, 6) Japón, 7) China, 8) Corea del Sur, 9) Tailandia, 10) Indonesia, 11) Vietnam, 12) Australia, 13) Nueva Zelanda, y 14) Rusia. Sin duda, la crisis económica y financiera del 2008 marcó un antes y un después en el sector, ya que motivó una completa reestructuración y modificó las estrategias y los procesos productivos.

En el tercer apartado, se presentan las principales marcas de las compañías automotrices con mayor preponderancia en la región Asia-Pacífico, comentando información puntual y relevante de cada una de ellas como el significado de su logotipo, el valor que tiene cada una en el mercado de acuerdo a su posicionamiento y nivel de comercialización, el número de empleados por empresa. Y, las diferentes culturas organizacionales que tiene cada una de ellas lo que está estre-

chamente ligado a su origen y a la mentalidad de sus fundadores que permea en su estilo de trabajo, toma de decisiones y estrategias, que se hacen notar porque el consumidor final las distingue y las compara con el resto de las opciones disponibles en el mercado.

1.1. La industria automotriz en el APEC

El Foro de Cooperación Económica Asia- Pacífico (APEC), fue creado en 1989 en Canberra, Australia agrupando a doce países fundadores: Australia, Brunéi Darussalam, Canadá, Indonesia, Japón, Corea del Sur, Malasia, Nueva Zelanda, Filipinas, Singapur, Tailandia y Estados Unidos. Posteriormente, en 1991 se sumarían China, Hong Kong y Taiwán. Después, en 1993 se incorporarían México y Papúa Nueva Guinea, al siguiente año en 1994 se agregó Chile y por último en 1998 se integraron Rusia y Vietnam para cerrar el número de miembros en 21. A partir de 1993 se estableció la práctica de una reunión anual de los líderes económicos del APEC para conocer las distintas perspectivas y generar estrategias conjuntas que favorezcan la cooperación en la región (APEC, 2018).

APEC cuenta con una amplia estructura que está dividida en comités. Dentro de la comisión de inversión y comercio se encuentra el grupo de “diálogo automotriz”, que fue creado para que tanto los funcionarios de las economías miembro como los principales representantes de la industria tuvieran un foro para dialogar y trabajar conjuntamente en el diseño de estrategias que incrementen la integración y el desarrollo automotriz de la región. Esto debido a la relevancia que tiene la industria automotriz y los beneficios económicos que le generan a varios de sus miembros. De este modo, el sector público y el privado trabajan en mejorar las políticas, identificar las barreras al crecimiento y desarrollar mecanismos de cooperación efectivos que minimicen los impedimentos (APEC, 2018).

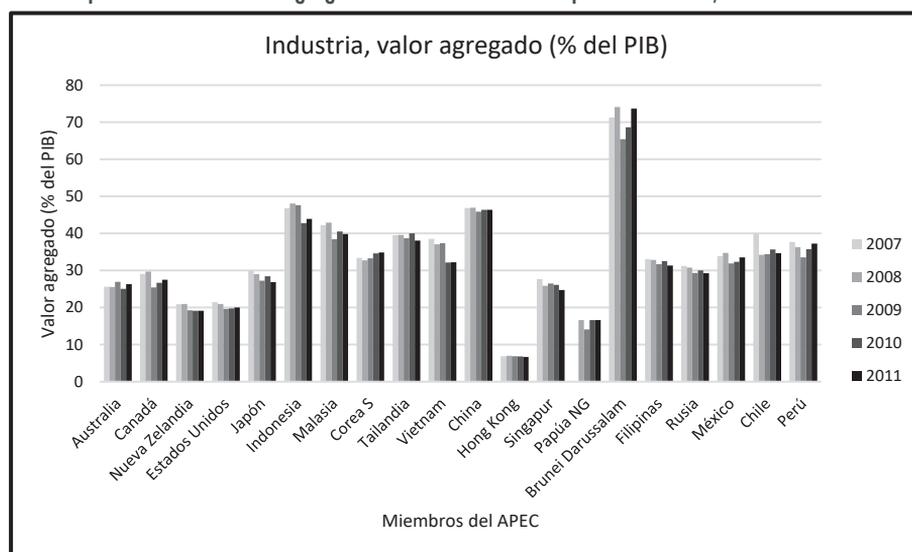
Para Molina y Regalado (2014), más allá de los distintos organismos creados, el factor determinante de la integración formal de la región Asia-Pacífico ha sido la producción. El origen fue Japón donde surgió el modelo de desarrollo que después se extendió a Corea del Sur y Taiwán, formando una base productiva orientada a la exportación. Años después, el sudeste asiático se unió a la industrialización con la creación de productos complementarios entre los países desarrollados y aquellos menos avanzados en los que la base productiva siguió orientada a la producción, adquiriendo un carácter regional. Sin embargo, es preciso destacar que a lo largo de la historia en la zona han existido fuertes vínculos comerciales intrarregionales motivados fundamentalmente por la proximidad geográfica.

Para ilustrar los estrechos lazos que existen en el sector industrial de la región Asia-Pacífico, a continuación, se muestra el histórico del porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) en el valor agregado de la industria para los países de APEC, que, según la metodología empleada por el Banco Mundial, comprende el valor agregado en la explotación de minas, canteras, industrias manufactureras, construcción y suministro de servicios básicos. En este caso, el valor agregado es la producción neta de un sector después de sumar todos los productos y restar los insumos intermedios.

El desarrollo industrial en los países del APEC es heterogéneo debido a que se conjugan distintos factores como la disponibilidad de recursos naturales, la tecnología de la que disponen para explotarlos, el conocimiento que poseen, su fuerza laboral, sus rasgos culturales, entre muchos otros que engloban el desempeño de sus industrias.

Gráfica 1.1.

Porcentaje del PIB en el valor agregado de la industria de los países del APEC, 2007-2011.



*No se encontró información de Taiwán para este periodo.

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas del Banco Mundial (2018).

En la gráfica 1.1., destaca que para el periodo 2007- 2011 en el que se desarrolló la crisis financiera y económica que se contagió a nivel mundial, Brunéi Darussalam haya sido el país del APEC que aportó más valor agregado al porcentaje de su PIB, siendo que su nivel de industrialización es modesto en compara-

ción a otros países como Japón, Estados Unidos, Canadá y Australia, que prácticamente se mantuvieron en el mismo parámetro durante ese mismo periodo, en el que si bien no crecieron, luchaban por mantenerse y evitar el descenso. Puede observarse el crecimiento constante de China y proporcionalmente el de Hong Kong, además, es significativo el desarrollo de los países del sudeste asiático: Indonesia, Malasia, Tailandia y Vietnam, que junto con Corea muestran un avance importante en su industrialización que se refleja en sus aportaciones al PIB.

Por último, Rusia tuvo un desempeño muy similar al de los países latinoamericanos: México, Chile y Perú, destacando los dos últimos por tener una mayor aportación al PIB en esos años.

La producción automotriz está estrechamente relacionada al desplazamiento del capital por la geografía mundial y al surgimiento de nuevas áreas de productos ligados a mercados de consumo en zonas densamente pobladas. Esto hace que ocurran cambios tanto en los países productores como en los compradores potenciales (Basurto, 2013).

Desde la introducción de las técnicas de producción de vehículos en serie y hasta mediados del siglo XX, la industria automotriz estaba estructurada nacionalmente, debido a que la producción estaba concentrada en un reducido número de países (Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Francia, Alemania e Italia), cuyos capitales locales se destinaban a abastecer exclusivamente a sus mercados internos. La exportación de este producto encontró su motivación en que el resto de los países era incapaz de producirlo, por lo que en sus inicios se tenía que enviar el vehículo completo y ocasionalmente, *kits* para que fuera ensamblado en el destino. En sus orígenes, este mercado fue dominado por los estadounidenses. Estas acciones generaron una internacionalización unidireccional, puesto que tanto los vehículos completos como los *kits* eran producidos sólo en los países clásicos y comercializados en el resto del mundo, mientras que no existían productos en otros países que ellos importaran (Fitzsimons, 2017).

En términos generales, la industria automotriz ha tenido dos grandes momentos: 1) cuando Ford innovó su proceso de producción con la banda móvil o línea de montaje que le permitió dejar atrás la fabricación artesanal para dar inicio a los procesos estandarizados a gran escala y 2) el momento en el que la japonesa Toyota rediseñó su sistema de fabricación, dando paso al que se conoce ahora como Sistema de Producción Toyota o *Lean Production* (producción ajustada), que requiere de trabajadores cualificados para realizar las distintas tareas siempre con los más altos estándares de calidad. De este modo, la industria automotriz japonesa elevó con creces su productividad y consolidó su red de

proveedores, convirtiéndose en uno de los competidores más importantes de la industria y obligando a las empresas estadounidenses a redefinir sus estrategias globales (Carbajal, 2010).

En relación a los nuevos modelos de producción, el trabajo realizado por Pardi (2017), con base en los dieciséis principales fabricantes mundiales que representaron alrededor del 90% de la producción mundial de automóviles en el periodo 2000-2014, muestra como las grandes multinacionales estructuran nuevas industrias en los países emergentes a través de establecer filiales de producción y centros de investigación y desarrollo que reestructuran las bases que tienen en sus matrices. Se distinguieron dos estrategias: 1) la dominante o imperialista, orientada al modelo global centralizado y cuyos principales exponentes son Volkswagen, Toyota y recientemente Hyundai y 2) la emergente, que ponen en práctica las empresas que se están convirtiendo en “policéntricas” o “multi-domésticas” como General Motors, Renault, Suzuki y Fiat. De este modo, ambas estrategias han jugado un papel relevante en la internacionalización de la industria automotriz y han incidido en el desarrollo del trabajo y los empleos en estas empresas y por ende en sus procesos de producción.

Según los resultados obtenidos en los trabajos de *Sturgeon, Memedovic, Van Biesebroeck y Gereffi* (2009), a partir de 1980 se pueden identificar ciertas características comunes con otras industrias globalizadas:

- Las inversiones extranjeras directas (*IED's*), la producción mundial y el comercio transfronterizo se aceleraron dramáticamente.
- Incrementaron el uso del *outsourcing* o subcontratación y sumaron participantes a la cadena de valor de los proveedores, alcanzando estos el nivel de “proveedores globales”.
- Se desarrolló una fuerte estructura regional a partir de estrechos patrones de integración a escala regional.
- Las piezas o subsistemas genéricos son escasos porque tienden a fabricarse con base en las especificaciones propias de cada vehículo.

Con estas acciones de la década de los 90s a la del 2000, la producción automotriz se duplicó, en gran medida por la apertura de nuevos mercados entre los que destacan la India y China. Una muestra de ello es que, en 1975, siete países concentraban el 80% de la producción mundial, mientras que para 2005 ya eran once los que representaban la misma participación. En este sentido, los países emergentes en Asia: China, Corea del Sur e India, en Latinoamérica: México y

Brasil y en Europa del Este: Rusia, han impulsado el crecimiento de la industria a nivel global (Sturgeon, *et al.*, 2009).

Antes de las innovaciones japonesas al sistema de producción automotriz, imperaban el taylorismo, una forma de trabajo ultradisciplinaria, jerarquizada y normalizada y el fordismo, concentrado en la fabricación de grandes series destinadas a los consumos de masas, ambos gobernados por el concepto general de ahorro de tiempos y movimientos. Dado el éxito, estas prácticas se extienden también a la comercialización de bienes y servicios bajo los mismos criterios que en el ámbito fabril (Alonso, 1992).

Para la década de los 2000, la industria automotriz ya había alcanzado su madurez y se enfrentaba a problemas como: mercados saturados en los países desarrollados, exceso de capacidad instalada, altos grados de segmentación y proliferación de productos, una competencia de precios muy cerrada y márgenes de utilidad decrecientes. Para este momento, según Álvarez (2002), el sector estaba sumido en un oligopolio porque el 60% de la producción mundial se concentraba en 5 ensambladoras: 1) General Motors (15%), 2) Ford (13%), 3) Toyota (10%), 4) Volkswagen (9%) y 5) Chrysler (8%).

A partir de todas las modificaciones hechas a la producción, los sistemas de fabricación posteriores se concentraron en ser flexibles para tener una rápida capacidad de reacción y poder reubicar procesos completos o ciertas fases de ellos. De este modo, surge una nueva racionalidad económica de la industrialización descentralizada. Así, el nuevo paradigma de la producción aunado a las políticas de apertura comercial de los ochenta y noventa suscitaron cambios sustanciales en la participación e integración territorial para la manufactura (Vyeira, 2000), haciéndose más visible en determinadas regiones como Asia-Pacífico, Norteamérica o el Sudeste Asiático para el caso automotriz.

Al respecto de las regiones, aunque las estrategias de producción tienden a desfragmentar los procesos y aprovechar las ventajas que supone tener proveedores o filiales en otros territorios que ofrezcan una suma de ventajas a bajo costo, al final, Bailey, de Ruyter, Michie y Tayler (2010), señalan que, hasta el momento, lo que puede verse en la industria automotriz no es tanto la globalización, sino una regionalización dentro de un patrón global en el que las OEM ensamblan y diseñan vehículos a nivel local y cerca del cliente. Esta visión es secundada por Sturgeon, *et al.*, (2009), quien declara que la tendencia dominante es hacia la integración regional de la producción, un patrón que se ha manifestado desde mediados de los ochenta. La prueba es que los fabricantes de autos y sus proveedores están profundamente comprometidos con múltiples sistemas de produc-

ción regional en los que buscan la disminución de costos. Algunos ejemplos son: Estados Unidos con México, España con Europa del Este y China con el sudeste asiático.

Como resultado de una estructura de organización global en la que las áreas especializadas en segmentos de alto valor conviven con regiones emergentes que se especializan en procesos intensivos de trabajo, desde inicios del siglo XXI han sido diez los países que se han consolidado como los principales fabricantes de automóviles en el mundo: Japón, Estados Unidos, China, Alemania, Corea, Francia, España, Brasil, Canadá y México. En esta jerarquía se reconoce a Japón, Estados Unidos, Alemania y Francia como países pioneros e impulsores de la industria automotriz (Basurto, 2013).

Las compañías automotrices han implementado distintas estrategias que siguen una lógica de producción global, especialmente para las actividades de manufactura que se llevan a cabo en distintos países para aprovechar las ventajas que ofrece su localización. Mientras los automóviles de lujo se producen en los países desarrollados y tienen una distribución global, los que son producidos a gran escala tienen una distribución regional. Por lo tanto, para diferenciarse, las habilidades blandas son la clave, por eso la administración de la marca y la relación con el cliente cada vez juegan un papel más relevante. Lo mismo ocurre con las tareas después de la producción como el adecuado asesoramiento en la venta y los posteriores servicios de mantenimiento, las garantías y por supuesto las facilidades de crédito (Álvarez, 2002).

Todas estas medidas han impactado en las estrategias de producción de la industria automotriz. Se presentan en el cuadro 1.1., los 10 países que produjeron la mayor cantidad de vehículos de pasajeros, antes, durante y después de la crisis de 2008.

Destaca el hecho de que para 2007 y 2008 prácticamente se trata de los mismos países produciendo en cantidades muy similares. Las únicas diferencias significativas son el cambio de posiciones entre Francia y Brasil en las posiciones 6 y 7 y el ingreso de Rusia a los primeros lugares en 2008. Sin embargo, el año posterior a la debacle económica muestra un escenario muy distinto. China, además de hacerse con la primera posición logra un incremento exorbitante en su producción del 54% del 2008 al 2009.

En la mayoría de los países desarrollados la producción descendió considerablemente para 2009. Los más afectados fueron los países pioneros en la industria: Estados Unidos (-42%) y Japón (-31%), seguidos de los europeos: Francia (-15%) y Alemania (-10%). Entre los menos afectados están Corea del Sur (-8%) y Es-

paña (-7%). Por el contrario, otros países considerados emergentes dado su nivel de desarrollo sorprendieron con un importante incremento. Además de China, la India incrementó su producción 18%. A partir de estas cifras se puede ver el reflejo del resultado de las inversiones de Estados Unidos y Japón en países emergentes que comienzan a tener un impacto en el comercio automotriz internacional. Mientras los primeros desarrollan la tecnología, los segundos aportan la mano de obra calificada que les permite tener bajos costos y lograr precios competitivos.

Cuadro 1.1.

Los principales productores de automóviles a nivel global, 2007-2009.

Millones de vehículos producidos						
	País	2007	País	2008	País	2009
1	Japón	9,944,637	Japón	9,928,143	China	10,383,831
2	China	6,381,116	China	6,737,745	Japón	6,862,161
3	Alemania	5,709,139	Alemania	5,532,030	Alemania	4,964,523
4	EUA	3,924,268	EUA	3,776,641	Corea S.	3,158,417
5	Corea S.	3,723,482	Corea S.	3,450,478	Brasil	2,575,418
6	Francia	2,550,869	Brasil	2,545,729	EUA	2,195,588
7	Brasil	2,391,354	Francia	2,145,935	India	2,175,220
8	España	2,195,780	España	1,943,049	Francia	1,819,497
9	India	1,713,479	India	1,846,051	España	1,812,688
10	Inglaterra	1,534,567	Rusia	1,469,429	Irán	1,170,503

Fuente: Elaboración propia con base en OICA (2017).

Hasta hace poco tanto Estados Unidos como la Unión Europea se habían caracterizado por ser los principales productores y consumidores de autos. Pero desde hace algunos años como lo indica Freissenet (2011), mientras la producción automotriz a nivel mundial tuvo un descenso importante en el periodo 2007-2009, China la incrementó casi el 50%. Como resultado, China se convirtió en la segunda economía a nivel mundial y a la par en el primer acreedor y en el primer mercado del automóvil en solo 10 años. Estos cambios generaron algo que antes se pensaba inesperado, el mercado de autos nuevos está saturado en

los países desarrollados. Por lo tanto, se espera que durante los próximos años siga un reordenamiento geográfico altamente dinámico en cuanto a las zonas o países que se incluyen en las cadenas globales de valor como parte de las estrategias de expansión a través de la subcontratación en respuesta a la competencia entre firmas de distinta nacionalidad y al incremento del consumo en mercados emergentes. En consecuencia, es necesario contemplar los ajustes regionales considerando dos aspectos: el predominio de las firmas corporativas y el tipo de asociación (Basurto, 2013).

1.2. Los principales productores de automóviles del APEC, 2000-2011

Los países fabricantes de autos del APEC son un claro ejemplo de cómo una cadena de suministro aparentemente global, resulta ser regional (Baldwin, 2013). Conforme a esto, básicamente se han generado los principales encadenamientos automotrices, el primero ubicado en el continente americano, liderado por Estados Unidos y el segundo en el sudeste asiático, comandado por Japón. Ambos países han ejercido una fuerte influencia en sus vecinos a los que han incorporado poco a poco a sus cadenas productivas, siendo un claro ejemplo de éxito el de la industria automotriz. En gran medida, tal situación se presenta debido a que en estos países se localizan la mayoría de los eslabones líderes de las cadenas automotrices. Según señala Gereffi (COLMEX, 2010), cuando las cadenas están dirigidas por el comprador, la ventaja radica en sus capacidades organizativas, en concreto en sus circuitos de comercialización, la coordinación con los proveedores o la propiedad de una marca, mientras que en las que son dirigidas por el productor reside en la propiedad de las tecnologías centrales.

Aunque la industria automotriz es relevante para la región Asia-Pacífico, no todos los miembros del APEC participan en ella. En el cuadro 1.2., se muestran las estadísticas de los principales países productores para tres de los años más relevantes de la industria, uno antes de la crisis, el 2008 y el posterior a la crisis.

Esta información es una fotografía de cómo se encontraba la industria automotriz en aquella época, venía de un amplio periodo de bonanza que comenzó a gestarse desde la década de los ochenta y que dada su evolución y condición de encadenamientos productivos globales estaba sufriendo por primera vez un fuerte golpe.

Cuadro 1.2.

Los principales productores de automóviles del APEC, 2007-2009.

País	Producción de automóviles (unidades)			Venta de automóviles (unidades)		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Australia	283,348	285,590	188,158	637,019	596,765	540,562
Canadá	1,342,133	1,195,436	822,267	841,585	872,720	729,023
Chile	N/D	N/D	N/D	180,000	181,523	130,753
China	6,381,116	6,737,745	10,383,831	6,297,538	6,755,609	10,331,315
Corea del Sur	3,723,482	3,450,478	3,158,417	1,010,790	1,017,595	1,221,118
Estados Unidos	3,924,268	3,776,641	2,195,588	7,562,334	6,769,107	5,400,890
Indonesia	309,208	431,423	352,172	314,769	425,267	359,367
Japón	9,944,637	9,928,143	6,862,161	4,325,508	4,184,266	3,905,310
México	1,209,097	1,217,458	942,876	641,394	589,045	439,120
Nueva Zelanda	N/D	N/D	N/D	77,454	73,397	54,404
Perú	N/D	N/D	N/D	28,430	55,312	48,775
Rusia	1,288,652	1,469,429	599,265	2,514,920	2,897,459	1,465,742
Tailandia	315,444	401,309	313,442	172,321	226,805	230,037
Vietnam	N/D	N/D	N/D	40,115	50,877	62,722

*N/D= Información no disponible.

Fuente: Elaboración propia con base en OICA (2018).

Para el periodo señalado, el caso de Australia tiene un comportamiento peculiar porque ocurre un importante decremento en su producción, pero a la vez, vende más vehículos de los que produce y a pesar de la crisis logra sostenerse prácticamente el mismo nivel. Sin duda el caso más crítico es el de Estados Unidos que tuvo una importante caída tanto en la producción como en las ventas, al igual que Japón. El resto de los países catalogados como emergentes o en desarrollo en su mayoría no tuvieron afectaciones severas: Corea del Sur, Indonesia, México y Tailandia. Sólo Rusia tuvo una caída notable en la producción y en las ventas para el 2009. El caso más sorprendente es el de China, que a pesar de que las condiciones no eran óptimas para el sector, logró catapultarse y crecer en más del 50%, tanto en su producción como en las ventas de vehículos. Con la finalidad

de tener mayores elementos para comprender estos fenómenos, en las siguientes páginas se da a conocer una descripción más detallada de la participación actual que tienen los miembros del APEC en la industria automotriz mundial.

Un automóvil se compone de 20,000 a 30,000 partes, las cuales incluso los fabricantes más grandes no pueden producir ellos mismos en su totalidad. Por lo tanto, los fabricantes de automóviles subcontratan la producción o compran productos terminados (como neumáticos y baterías), incluidos los productos fabricados en el extranjero. De este modo se constata que la fabricación de automóviles es una industria integrada porque depende de muchas empresas de apoyo para producir la gran diversidad de materiales y componentes que utiliza (JAMA, 2010).

En las siguientes apartados se da a conocer de manera detallada cómo era el contexto en el que operaba el sector automotriz de cada una de las catorce economías seleccionados (Estados Unidos, Canadá, México, Chile, Perú, Japón, China, Corea del Sur, Tailandia, Indonesia, Vietnam, Australia, Nueva Zelanda y Rusia) durante el periodo 2000-2011. Por tal motivo, se ha hecho una breve reseña para cada una de ellas con la finalidad de comprender de mejor manera los retos y las amenazas que afrontaron, así como las oportunidades que tuvieron, puesto que estos factores en su mayoría exógenos tuvieron consecuencias significativas en la mayoría de los casos que obligaron a redefinir sus estrategias para lograr mantenerse en el mercado internacional.

1.2.1. Estados Unidos

La fabricación de automóviles en Estados Unidos se concentra a lo largo de un eje norte-sur que se extiende desde el sur de Michigan hasta Alabama, Georgia, Mississippi y Texas, que algunos observadores denominaron *Auto Alley*. Su columna vertebral se compone de las autopistas interestatales norte-sur, que forman una línea con rutas interestatales este-oeste a través de gran parte del medio oeste y sur. La fabricación y el envío eficientes de piezas y automóviles terminados a lo largo de estas rutas es clave para el éxito económico de la ruta (Canis y Yacobucci, 2010).

Los estadounidenses compraron 13.2 millones de automóviles y camiones ligeros en 2008, por debajo de los 16.1 millones de unidades vendidas en 2007, y muy por debajo del pico de los 17.8 millones vendidos en el 2000. Para todo el año, los tres de Detroit fueron los más afectados, con las ventas del 2008 cayendo un 30.3%, 22.7% y 20.3% para Chrysler, GM y Ford, respectivamente. Hasta

2009, Estados Unidos fue el mercado de automóviles más grande del mundo. Pero por el declive de las ventas y el aumento paralelo de las compras chinas hicieron que el país asiático se convirtiera en el mayor mercado de autos (Canis y Yacobucci , 2010).

Cuando el presidente Obama asumió el cargo, la industria automotriz estadounidense estaba al borde del colapso. Entonces, tomó la difícil decisión de brindar apoyo a General Motors (GM) y Chrysler con la condición de que ellos, y todos sus grupos de interés, hicieran lo necesario para regresar a una sana operación porque de ellas dependían trabajadores y empresas tanto medianas como pequeñas. Dos años después empezaron a recuperarse: General Motors está expandiendo la producción y agregando empleos, mientras que Chrysler recientemente pagó sus préstamos pendientes a la Tesorería de los Estados Unidos, seis años antes de lo previsto. Desde que GM y Chrysler emergieron de la bancarrota, la industria automotriz ha creado 115,000 empleos, su período más fuerte de crecimiento de empleos desde fines de los años 90 (The White House President Barack Obama, 2011) .

La industria automotriz invierte fuertemente en investigación y desarrollo. A diferencia de otras industrias, los esfuerzos de investigación y desarrollo (I+D) automotriz son financiados en gran parte por la industria, en lugar de a través de fuentes públicas. En 2007, el sector automotriz de Estados Unidos respondió a: 1) la necesidad de mejorar la seguridad en los vehículos, 2) las demandas de los consumidores de nuevos tipos de modelos con características mejoradas de rendimiento de unidades y estética, y 3) la regulación de las emisiones, invirtió 16 mil millones de dólares en investigación y desarrollo. Cabe señalar que varias otras industrias, que comprenden una parte más pequeña del PIB y el empleo nacional que la automotriz, a menudo reciben una cantidad sustancial de fondos de investigación y desarrollo de parte del gobierno federal. La necesidad de innovar constantemente y seguir siendo competitivos impulsa a los fabricantes de automóviles nacionales e internacionales a centrarse en la I + D (Arbor, 2010).

1.2.2. Canadá

La producción automotriz es un componente importante del sector manufacturero de Canadá, porque representa una gran parte del comercio transfronterizo. Durante la última recesión ocurrida en 2008, la producción en el sector automotriz de Canadá se redujo drásticamente, pero se recuperó en el año siguiente, ya que la demanda de los consumidores de vehículos ha aumentado desde 2009,

tanto en Canadá como en Estados Unidos. Como consecuencia de la crisis de 2007 a 2009, se perdieron un total de 43.500 empleos, lo que redujo el tamaño de la fuerza laboral de 152,600 en 2007 a 109,100 en 2009. En 2012, el sector automotriz empleó a 115,000 personas en Canadá, lo que representó el 7.7% de todos los empleos de manufactura en el país. La mayoría de los empleos del sector se encontraban en Ontario, provincia que representó el 81,9% de los empleos en el sector automotriz, mientras que el segundo mayor empleador, Quebec, generó el 6,5% de los empleos (Bernard, 2013).

Canadá tiene las estructuras de costos más bajas y la carga fiscal más baja para las empresas entre las economías avanzadas, con una ventaja de costos general de 8.2% sobre los Estados Unidos y 4.5% sobre Japón en el sector de manufactura automotriz. Su sector automotriz está estratégicamente ubicado en el corazón de los Grandes Lagos formando un “supercluster”, que tiene la mayor concentración de centros de fabricación e ingeniería automotriz e I + D en América del Norte que producen el 45% del total de los vehículos. Hay 36 plantas de ensamblaje de alto volumen dentro de un radio de 500 kilómetros de la frontera de Windsor-Detroit. Así, es un territorio atractivo a los inversionistas por la calidad de sus plantas y mano de obra, que ya han sido condecoradas con diversos premios de calidad en el sector (Global Affairs Canada, 2018).

Aproximadamente dos tercios de todos los vehículos producidos en Canadá son camiones ligeros o SUV. El empleo en la mayoría de los segmentos de la fabricación de automóviles aumentó en todos los años a partir de 2012. Aproximadamente el 30 % de la fuerza laboral de manufactura automotriz se emplea en el ensamblaje de vehículos y el 70 % se emplea en la manufactura de partes automotrices. De este modo, la producción y el empleo en la industria automotriz se han concentrado cada vez más geográficamente. El epicentro de la industria se desplazó hacia el oeste y la mayor parte de la producción ahora tiene lugar en Windsor-Essex y en el corredor 401 entre Londres y GTA. Al mismo tiempo, tanto la producción como el empleo de la industria disminuyeron en las regiones periféricas a la cadena de suministro (Sweeney, 2017).

1.2.3. México

La introducción de México como actor de la industria automotriz ocurre a partir de 1986 con su entrada al GATT, convirtiéndose en pieza clave para las armadoras estadounidenses que deseaban abaratar costos e iniciaron con las prácticas de desintegración productiva. Desde un inicio se concibió que el producto terminado en México sería esencialmente para exportación (Jiménez y Rodríguez-Peralta, 2017).

Para la década de los noventa se ubicaron tanto en el centro como en el norte: General Motors se asienta en Silao, Guanajuato y en San Luis Potosí, Honda en El Salto, Jalisco, Toyota en Tecate, Baja California, Volkswagen en Guanajuato, Ford se expande a Hermosillo y General Motors a Silao (Basurto, 2013). Actualmente México cuenta con 18 plantas productoras, 2 fabricantes de motores diésel y más de 300 proveedores de primer nivel o *Tier 1* (SE, 2012). Según Basurto (2013), en México predomina el clúster denominado “tipo enclave”, también llamado de “integración incipiente”, enfocado al ensamble de motores y de automóviles con insumos importados y sin encadenamientos locales.

Combes, Lafourcade y Mayer (2005), a través de sus trabajos de investigación concluyeron que México se ha distinguido por la atracción de empresas automotrices extranjeras que deciden ubicarse en este país como parte de una estrategia global de producción en la que participan tanto las armadoras como los proveedores de primer nivel que se establecen junto con ellas. Esta situación implica un reto interesante para el gobierno mexicano, que debe propiciar condiciones favorables para el desarrollo de las PYMES, puesto que muchas veces quedan excluidas de la cadena de valor al no tener la capacidad de cumplir con los estándares del fabricante.

A partir de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), las relaciones entre Estados Unidos, Canadá y México se transformaron, vinculando a distintas industrias. Así las transnacionales estadounidenses comenzaron a establecerse en México. En el caso de la industria automotriz no fue la excepción, el tratado permitió que se formaran grandes corredores industriales en el que los procesos productivos han encadenado a los tres países logrando beneficios conjuntos como la eficiencia, reducción de costos y una mayor penetración en el mercado.

Para el 2012, la industria automotriz aportó el 3.6% del Producto Interno Bruto de México, representa el 20.3% del PIB manufacturero y el 28.4% de las exportaciones manufactureras del país. Además, la industria automotriz emplea aproximadamente a un millón de mexicanos al generar siete empleos indirectos por cada empleo directo (BBVA *Research*, 2012).

1.2.4. Chile

La historia de la industria automotriz chilena se remonta a 1924, cuando Ford instaló la primera planta ensambladora de automóviles en Chile. Durante 84 años, más de treinta marcas y ochenta modelos de automóviles fueron ensamblados en este país (Autos chilenos, 2018).

En el siglo XX, Chile albergó un gran número de compañías ensambladoras de vehículos, incluso contó con un modelo diseñado y producido en su país. En el presente, tiene presencia de 60 marcas, pero ninguna de ellas tiene una producción a nivel nacional, en el pasado Citroën, Ford, Fiat, Peugeot, Renault, Mini y General Motors contaron con plantas ensambladoras en todo el territorio. Durante años las marcas francesas tuvieron una importante presencia en el país andino, incluso Mini tuvo un modelo especial ensamblado en este país, es General Motors quien ha persistido hasta ahora, específicamente en Arica en donde llegó a haber 23 armadoras. Esta última planta cerró en 2008 culminando una historia de 40 años. Sin embargo, hoy General Motors mantiene funcionando en Santiago una línea de montaje de camiones para abastecer el mercado local, siendo esta la última planta ensambladora de vehículos del país (Emol, 2017).

Los mercados son dinámicos. Hace una década hablar de autos eléctricos tal vez no hubiera sido de interés para los inversionistas, pero ahora con la oleada de acciones para la conservación del medio ambiente y el sinnúmero de empresas que están transformando sus procesos productivos para convertirse en “empresas verdes”, el interés en este tipo de proyectos ha cobrado mayor fuerza. Ahora podría ser la gran oportunidad del país andino que posee una ventaja comparativa dado que posee el 52% de las reservas de carbonato de litio del mundo, uno de los componentes principales de las baterías de los autos eléctricos (Roa, 2017). Al momento se ha especulado que China pudiera interesarse en hacer una alianza estratégica para empezar a producir autos eléctricos en el país sudamericano, pero eso requeriría de generar economías de escala que en este momento no existen para abastecer una demanda global. El tiempo dirá si China u otros países poseedores de la tecnología trasladan sus procesos de fabricación o bien, sólo importan esta valiosa materia prima.

1.2.5. Perú

En 2011, Perú mostraba signos de convertirse en uno de los mercados en crecimiento más prometedores de Latinoamérica junto con Brasil en la industria automotriz, gracias a las reducciones que hicieron a los aranceles de vehículos importados, a los acuerdos de libre comercio firmados con los principales mercados y a los bajos costos de los pagos por poseer un automóvil. Asimismo, las importaciones de partes automotrices del Perú aumentaron 22% sobre una base anual. Las partes del chasis, frenos, suspensión, dirección y embrague representaban la mayor parte de las importaciones exceptuando a los neumáticos y las baterías (J.-C. Lee, 2013).

Para el 2012, Perú fue el país andino con el mayor incremento de importaciones de vehículos con el 32% en comparación del año previo. Las estadísticas históricas confirman una tendencia positiva al alza en la importación: 23 mil vehículos (2005), 34 mil vehículos (2006), 46 mil vehículos (2007), 100 mil vehículos (2008), 67 mil vehículos (2009), 123 mil vehículos (2010), 154 mil vehículos (2011) y 203 mil vehículos en 2012. Los principales vehículos nuevos que se importaron en Perú fueron automóviles y camionetas (Comunidad Andina, 2012).

Como todos los países participantes en la industria, Perú tiene fortalezas y debilidades. De las primeras destaca el crecimiento que ha tenido y su competitividad global, y en cuanto a las áreas de oportunidad, se encuentran las modificaciones que el sector financiero debe hacer para agilizar las líneas de crédito y obtener un mayor volumen de ventas. En relación a las preferencias de los consumidores peruanos destacan las empresas coreanas Hyundai y KIA, y poco a poco, despejando la incertidumbre las marcas chinas *Geely*, *Saic*, *Chery*, *Great Wall* y *Foton* comienzan a cobrar fuerza y a tener presencia en el mercado andino (Alvarado, 2014).

La mayor parte de los vehículos fabricados en Perú son exportados a: 1) Brasil, 2) México, 3) Argentina, 4) Chile, 5) Colombia, 6) Ecuador y 7) Venezuela (AAP, 2015). Sin embargo, se trata de un país netamente importador y sufre los estragos del tipo de cambio del dólar que ocasiona una disminución inmediata en el volumen de ventas. Por las preferencias del mercado peruano los segmentos de mayor importancia son: los autos de lujo, que han mostrado ser un mercado inelástico en ese país, en los autos comerciales, Toyota, Hyundai, Kia, Nissan y Chevrolet son los que se disputan la cuota del mercado, por último, las SUV's han ido ganando fuerza convirtiéndose en uno de los modelos más socorridos por las familias de clase media, desplazando a los modelos tipo *wagons* (Frost y Sullivan, 2015).

1.2.6. Japón

La industria automotriz es una de las principales en Japón. En 2008 los envíos de automóviles representaron el 16.9% del valor total de los envíos de manufactura de Japón y el 36.3% del valor de los envíos combinados de las industrias de maquinaria. Debido a la crisis, en 2009, las exportaciones e importaciones brutas de Japón disminuyeron respecto al año anterior, un 33,1% y un 34,8%, respectivamente. En términos de valor, las exportaciones automotrices se contrajeron un 46,5% y las importaciones de automóviles también cayeron, un 41,8% (JAMA, 2010).

El proceso de globalización de la industria automotriz japonesa ocurrió en tres fases: 1) En la década de los setenta, impulsó la producción en el extranjero inicialmente en el sudeste asiático para ensamblar a bajo costo productos OEM (de fabricantes originales) para Estados Unidos y Europa, 2) En la década de los noventa inició la búsqueda de países con mano de obra barata. En ese periodo el comercio con Asia se volvió más importante, las pequeñas empresas dirigieron el 70% de su producción al mercado de exportación y la IED se elevó 17%, 3) El auge de China a principios del siglo XXI en el que Japón se convirtió en un gran comprador en el periodo 1998-2003. Más allá de si estas acciones fueron positivas o negativas, el mayor impacto percibido ha sido en los rubros del empleo y la subcontratación u *outsourcing*, porque las piezas que antes se hacían en pequeñas comunidades trasladaron su producción al extranjero (Schaede , 2009). Algunas marcas globales originarias de Japón que están posicionadas en varios países son *Toyota, Honda, Nissan, Mitsubishi, Subaru, Daihatsu, Fuso, Hino, Mazda, Lexus*, entre otras.

Básicamente el modelo de la industria automotriz japonesa esta cimentado en tres pilares: 1) El *Keiretsu*, modelo empresarial que consta de dos partes: un núcleo en el que se ubica una organización con gran poder económico y un conjunto de pequeñas empresas independientes pero que comparten departamentos y acuerdos económicos, 2) La relación entre empresas grandes y pequeñas, las segundas se convierten en proveedores especializados de las primeras y 3) *Lean production*, un sistema de producción creado en Japón en los años sesenta que combina las ventajas del sistema artesanal con la producción en masa sin incrementar los costos a largo plazo emplea a personas con muchas especialidades que persiguen la calidad total para que se logre la inexistencia de stock (Blanco, Guerra, Villalpando, y Castillo, 2010).

La innovación en la fabricación de automóviles puede darse en tres áreas diferentes: configuración, oferta y experiencia. Los fabricantes japoneses son particularmente fuertes en la configuración del producto. Por lo general, en una planta japonesa, se reúne un grupo de equipos multifuncionales, no solo para acortar el proceso de configuración, sino también para minimizar cualquier error que pueda ocurrir en el proceso al aprovechar un alto grado de alineación (Garuda, Sun, Tsai, Hu, y Sugimoto, 2016).

1.2.7. China

La industria automotriz en este país surgió en 1956 con *First Automobile Works* (FAW), un par de años después el gobierno maoísta apuesta por la autosuficien-

cia de sus industrias y hace que los gobiernos locales inviertan, pero solo para las divisiones de tractores y motocicletas. Para los años setenta se construyó el *Second Automobile Works* que después cambiaría su nombre a *Dong Feng Motor Co.*, empresa que buscó la especialización para consolidarse como oligopolio y reducir los costos de producción. En la década de los ochenta el gobierno accede a las IED's, permitiendo que el 49% del capital pudiera ser extranjero y el restante chino para atraer capital financiero y obtener tecnología. Así surgieron los dos grandes grupos automotrices chinos: a) *First Automotive Group* (FAW) y b) *Shanghai Automotive Group Co* (SAIC). De este modo, la industria automotriz china a través de distintos *joint-ventures* se configuró en tres conjuntos (Esparza, 2008):

- Primer Grupo. Lo constituyen las empresas automotrices: 1) *First Automobile Works*, enfocado a fabricar autos personales y de exportación, 2) *Shanghai Automotive Industry Corporation* (SAIC), enfocada en las alianzas estratégicas con fabricantes extranjeros y 3) *Dongfeng Motor*, enfocada en la fabricación de autopartes.
- Segundo Grupo. Constituido por los fabricantes mundiales de autos con presencia en China.
- Tercer Grupo. Fabricantes de vehículos con capital exclusivamente chino.

En 2010, existían ya más de 100 fabricantes de vehículos y cerca de 8,000 de autopartes, ubicados principalmente en el sur, el este, noreste y centro de China. Todos ellos necesitaban distintas materias primas, en muchos casos importadas. La importación de componentes a China se divide en 3 categorías: a) OEM's japonesas y coreanas proveedoras de nivel I, b) OEM's alemanas proveedoras de nivel I y c) las OEM's francesas y estadounidenses. Esto debido a que 7 de los 10 los principales fabricantes chinos han establecido *joint ventures*, representando casi el 90% del mercado chino: 1) SAIC con GM y VW, 2) FAW con VW, Toyota y Mazda, 3) Dongfeng con PSA, Nissan y Honda, 4) Chana con Ford, Mazda y Suzuki, 5) Beijing Auto con Hyundai y Daimler, 6) Guangzhou Auto con Honda, Toyota, Isuzu y Fiat y por último 7) Brilliance con BMW y Toyota (APCO, 2010).

Antes de la entrada en la OMC, el comercio internacional estaba fuertemente regulado en China. Por ejemplo, las empresas conjuntas no tenían permitido vender o distribuir productos que ellos mismos no fabricaban. Esto impidió efectivamente que estas empresas, y cualquier empresa extranjera, distribuyeran productos importados en China y construyeran redes de distribución eficientes.

Luego de la firma, China acordó un proceso por etapas en el cual compañías automotrices con sede en el extranjero y en China podrán distribuir automóviles y partes en cualquier parte de China a partir de 2005 (Lin Qiu , Turner, y Smyrk, 2003).

1.2.8. Corea del Sur

En la década de los setenta el gobierno de Corea del Sur se propuso el programa más ambicioso de política industrial al que llamaron “*Big Push*”, un plan a 10 años que tenía como objetivo desarrollar la industria pesada y química nacional, enfocándose en fortalecer la base industrial de exportaciones con alto valor agregado. De inicio las industrias seleccionadas fueron: la construcción de barcos, maquinaria, química, acerera y metales no ferrosos. Curiosamente no figuraba la industria automotriz, pero se convirtió en uno de los sectores más emblemáticos de aquella década, especialmente por el plan de la creación de un auto nacional (López Aymes, 2014).

Desde 1988, este país cuenta con la Asociación de Fabricantes de Automóviles de Corea, conocida por sus siglas en inglés como KAMA, que no tiene fines de lucro y tiene la misión de representar a todos los productores coreanos. Hasta el momento sus miembros son: 1) *Hyundai*, 2) *KIA Motors*, 3) *GM Korea*, 4) *SSANYONG Motor* y 5) *Renault-Samsung Motor* (KAMA, 2017).

Normalmente, se considera a la industria automotriz como un termómetro para medir el nivel de industrialización de un país, ya que además de generar un enorme valor agregado a la economía de un país, también impulsa las economías de escala y el empleo. Hasta 2010, Corea era el quinto productor de automóviles en términos de volumen de producción y el sexto lugar en volumen de exportación. Esto como resultado de las estrategias que se implementaron desde 1970, cuando la industria surgió como una pequeña empresa del gobierno para después convertirse en uno de los principales actores en el mercado global a través de sus tres compañías principales: *Hyundai Motor Company*, *Kia Motors Corporation* y *Daewoo Motor Corporation*. En consecuencia, Corea está emergiendo también como uno de los lugares más atractivos para la industria mundial de autopartes, al ubicarse entre la alta tecnología y precios de Japón y el desarrollo y bajo costo de China. Estas acciones han llevado a Corea del Sur a ser catalogado como uno de los productores de automóviles más avanzados y sofisticados del mundo junto con otras superpotencias como Estados Unidos, Alemania y Japón (Lee C., 2011).

Dados los avances de la industria automotriz coreana en tan poco tiempo, constantemente es comparada con la de Japón y China. Algunas de las principales diferencias son que mientras Japón y Corea son sumamente competitivos en el mercado de exportación, China no lo es tanto. Por ejemplo, de los 18.26 millones de vehículos producidos en China durante 2010, sólo fueron exportados 0.55 millones de ellos mientras que el resto se vendió internamente. El mercado interno es otro factor diferenciador porque China depende totalmente de él, mientras que Japón y Corea además de aprovechar el propio, también están incursionando en otros mercados a través de la exportación de sus productos y de la instalación de plantas ensambladoras (Shioji, 2012).

1.2.9. Tailandia

Los orígenes de la industria automotriz en Tailandia se remontan a la década de los sesentas, cuando su gobierno otorgó facilidades para que las plantas automotrices se ubicaran en su territorio. De este modo, empresas provenientes de Estados Unidos, Japón y Europa se instalaron a través de *joint ventures* con empresas tailandesas. Al poco tiempo, ya estaban operando fábricas tanto de vehículos comerciales como de pasajeros, destacando las alianzas de: a) *Thai Motor Industry y Ford*, b) *Karnasuta General Assembly y Fiat* y c) *Siam Motors y Nissan*. De este modo ocurrió una sinergia: el gobierno tailandés les permitía a las empresas multinacionales ubicarse en su país otorgándoles privilegios y, por otra parte, simultáneamente el mismo gobierno adoptaba las políticas necesarias para desarrollar proveedores de autopartes locales (Fujita M. , 1998).

Para Tailandia la industria automotriz es un pilar fundamental en su economía. Es la más grande del país al emplear poco más de 700,000 trabajadores y generar el 12% de su PIB. Además, después de varios años, ha logrado el liderazgo mundial en la producción de pick-ups de una tonelada. Para 2012, producía cerca de 2.4 millones de automóviles y exportaba alrededor de 1 millón de ellos a 130 países, convirtiéndose en la fábrica del sudeste asiático para los principales productores del sector, quienes además han hecho importantes inversiones de I+D en el país (Chen, 2014).

En un inicio, Tailandia desarrolló su industria automotriz con el objetivo de sustituir las importaciones, mientras que los grandes productores se instalaban en su territorio con la finalidad de impulsar sus ventas domésticas con las exportaciones como un segundo objetivo. De este modo, comparada con sus vecinos Malasia e Indonesia, que prefirieron implementar planes nacionales para

el desarrollo de vehículos de origen nacional para reducir sus alianzas con las empresas multinacionales extranjeras, la estrategia del gobierno tailandés ha sido la de atraer productores globales de vehículos y autopartes a su país (Ernst & Young, 2012).

En 2004, Japón se convirtió en el principal importador de Tailandia y a su vez, Tailandia fue el décimo mayor importador de Japón, además del sexto mayor destino de exportación de vehículos. En 2012 el resto de sus destinos de exportación fueron: Australia, Indonesia, Malasia, Arabia Saudita, Filipinas, Emiratos Árabes, Sudáfrica, Omán y Brasil (Royal Thai Embassy, 2013). Ambos gobiernos decidieron formalizar su relación comercial enmarcándola con la firma del Acuerdo Económico de Asociación Japón-Tailandia en 2005. Desde entonces, ambos países han gozado de su relación económica a largo plazo y les ha dado tan buen resultado que incluso Japón comenzó a inyectarle capital para impulsar su desarrollo y convertirlo en el Detroit de Asia (Chen, 2014). La crisis de 2008 no tuvo un efecto en la industria más allá de disminuciones temporales de la producción y empleo debido a su estructura. Se prevé que en caso de que ocurriera otra crisis, tendría mayores elementos para afrontarla (Haraguchi, 2010).

1.2.10. Indonesia

Los orígenes de la industria automotriz en Indonesia se remontan a 1927 cuando General Motors construyó una planta en Yakarta, aunque ninguna otra compañía siguió sus pasos, por lo que todos los autos y motocicletas eran importados y hasta mediados de la década de los sesenta eran pocos los que transitaban en el país. Fue hasta 1964 que incursionaron en los encadenamientos automotrices con labores de ensamblaje. Después siguió desarrollándose de manera desordenada, básicamente impulsada por las inversiones y la transferencia tecnológica de los japoneses, situación que motivó múltiples quejas del gobierno de este país hacia los empresarios japoneses debido a que redujeron sustancialmente la transferencia de tecnología a sus afiliados connacionales (Irawati y Charles, 2010).

A partir de estas inversiones la industria automotriz en Indonesia comenzó a crecer rápidamente, llegando a vender hasta 8 millones de unidades en 2012, en gran medida, debido a su papel clave como base de algunas de las más grandes estructuras productivas de la industria para marcas como Honda, Daihatsu y Toyota. En consecuencia, se han desarrollado *clusters* a lo largo del país, fomentando que la industria automotriz se asentara principalmente en el oeste de la región de Java que abarca las provincias de Banten, Yakarta y Java Oriental, aun-

que de cualquier modo hay empresas transnacionales ubicadas tanto en el centro como en el este de Java. Hasta 2012, había presencia de 86 compañías extranjeras esparcidas en dicha provincia y 58 empresas locales complementarias. Los vehículos que producen los exportan principalmente a: Tailandia, Japón, Filipinas, Arabia Saudita y Malasia. Por si fuera poco, el gobierno ha estado impulsando el desarrollo de la industria destinando un importante presupuesto al desarrollo de su infraestructura, de manera especial hacia el rubro de energía. Estos elementos convierten a este país en tierra fértil para las inversiones, por eso, hasta 2012 los diez principales fabricantes de vehículos vendidos fueron: 1) Toyota, 2) Daihatsu, 3) Mitsubishi, 4) Suzuki, 5) Nissan, 6) Honda, 7) Hino, 8) Izusu, 9) KIA y 10) Mazda (Ipsos Business Consulting, 2013).

Según los resultados obtenidos en sus trabajos, Soejachmoen (2016), señala que a pesar de los esfuerzos por seguir impulsando el desarrollo de su industria automotriz, Indonesia se ha quedado atrás frente a otros países del sudeste asiático en las redes globales de producción de este sector debido a las restricciones en sus políticas de inversión enfocadas a la inversión extranjera, el costo comercial, la calidad laboral y la competitividad. Por lo tanto, se espera que pronto tengan una mayor apertura comercial para poder atender su mercado interno, que por su gran tamaño genera economías de escala, es propicio para participar en las redes globales de producción.

1.2.11. Vietnam

De todos los países del sudeste asiático que se han sumado a las cadenas globales de valor automotrices, Vietnam presenta un curioso caso, ya que la mayoría de las empresas que constituyen el clúster de proveedores para los fabricantes de automóviles están enfocados más bien a la producción de componentes de motocicletas. Por lo tanto, las piezas que elaboran para los autos son aquellas que son intensivas en mano de obra, por ejemplo, el alambre. En consecuencia, puede afirmarse que la industria de proveedores automotrices vietnamita es una mezcla de productores que fabrican componentes de motocicletas para operaciones de ensamblaje locales y otros que utilizan al país como plataforma de exportación para componentes de automóviles que requieren mucha más mano de obra (Schröder, 2017).

En Vietnam, la tasa de producción local de autopartes es muy baja, a excepción de las piezas que requieren mucha mano de obra como los arneses de metal y los alambres de los que se han construido varias plantas con capital japonés.

Esta situación le obliga a importar muchas piezas, por lo que se calcula que los componentes del contenido local representan del 20 al 30% de todos los componentes, elevando el precio de los vehículos ensamblados en este país debido a que las marcas deben pagar impuestos por las piezas que importan. En resumen, existen pocos proveedores en Vietnam y no están organizados porque carecen de una asociación de autopartes, a comparación de sus vecinos y contrincantes que sí cuentan con esa estructura: 2,350 empresas proveedoras de la Asociación de Autopartes de Tailandia, 690 empresas en Malasia y 3 asociaciones de autopartes en Indonesia (Ichida, 2014).

Phan y Thi Nguyen (2008), concluyeron a partir de su investigación que las políticas proteccionistas de Vietnam han sido el principal impedimento para el desarrollo de su industria automotriz, debido a que genera pérdidas para todos sus participantes: los consumidores se enfrentan a elevados precios, el gobierno no alcanza los objetivos que se había planteado con dichas políticas y los productores deben lidiar con economías de escala subóptimas y elevados costos de producción promedio.

La baja eficiencia de las empresas automotrices vietnamitas queda demostrada con el trabajo de Duc-Hiep y Dang-Thanh (2014), quienes señalan que los principales problemas relacionados con la ineficiencia en la industria tienen relación con el gran desperdicio que hacen en el uso de los recursos de capital (casi el 50%), y eso provoca que la capacidad de generar un volumen de negocios caiga drásticamente hasta el 350% por debajo de su capacidad. En relación a su productividad, resulta baja dada la velocidad a la que realizan los procesos, tanto así que el uso de tecnología no resultó significativo para notar algún cambio.

1.2.12. Australia

Para la industria automotriz australiana antes de la crisis de 2008, el mercado automotriz australiano destacaba por ser extremadamente competitivo con cerca de 60 modelos de vehículos disponibles para compra, además de que se distinguía por ser uno de los mercados automotrices más abiertos del mundo. Un rasgo característico es que la producción de vehículos hechos en su territorio depende directamente de la demanda de unidades de flotilla de su gobierno. Sin embargo, su producción no se limita a la elaboración de vehículos, también abarca la producción de componentes, las herramientas y el diseño. Además, es una actividad económica de gran importancia para el país porque emplea a más de 64,000 personas que equivalen aproximadamente al 6% del empleo manufacturero y

genera un valor agregado de más de 5.6 billones de dólares. Esto se hizo evidente cuando Ford se percató de que los australianos son uno de los 15 países capaces de desarrollar el proceso completo, desde el diseño del producto hasta su producción total (*Secretariat Automotive Review*, 2008).

Según información de la Cámara Federal de la Industria Automotriz de Australia, este sector es el de mayor tamaño en este país, ya que, convierte sus *commodities* como el acero, aluminio, cristal, hule, electrónicos, plásticos, pinturas y textiles en productos de exportación de alto valor agregado. En 2010, fueron elaborados 243,062 vehículos, muchos de ellos exportados principalmente al Medio Oriente, Estados Unidos y Nueva Zelanda. La industria emplea alrededor de 400,00 personas de manera directa e indirecta y vende en promedio 1 millón de unidades anuales, por eso, en su estructura incorpora a importadores, fabricantes, minoristas, servicios de transporte, incluidas las actividades que se llevan a cabo en los puertos australianos y en los centros de distribución. El desarrollo tecnológico es una prioridad para ellos y por eso están enfocados en la investigación y el desarrollo de vehículos que sean más amigables con el medio ambiente (*Federal Chamber of Automotive Industries*, 2011).

Durante muchos años Australia ha sido terreno fértil para las inversiones de las compañías automotrices, algunas de las marcas que tienen plantas en su territorio son: British Leyland, Chrysler, Ford, Holden, Mitsubishi, Nissan, Renault, Rootes, Toyota y Volkswagen, quienes decidieron instalarse pese al elevado proteccionismo de sus políticas que aplican aranceles considerables a los vehículos importados para garantizar una ventaja frente a sus competidores. De este modo, se ha integrado de manera sólida a los encadenamientos productivos de la región, ya que los vehículos elaborados en este país contienen partes importadas y fabricadas nacionalmente. Por lo mismo, en 2012 este sector empleaba a 14,000 personas en 850 empresas de autopartes concentradas alrededor de Melbourne y Adelaida, cercanos a las plantas ensambladoras de autos. Por lo tanto, si las barreras a la exportación de autos australianos disminuyesen, obtendrían mayores beneficios dada su eficiencia en la producción (*The Allen Consulting Group*, 2013).

1.2.13. Nueva Zelanda

La industria automotriz en Nueva Zelanda ha crecido poco a poco con el paso de los años a un paso lento pero seguro. Los primeros dos autos en el país fueron importados por William McLean de Wellington en 1898. Para 1920 los carros provenientes de Norteamérica eran los más populares, mientras que para 1930

fueron los autos ingleses. Desde 1980 los autos japoneses han sido los preferidos, además de que su importación es más sencilla. A principios de 1900, algunas empresas neozelandesas iniciaron con el montaje de automóviles hechos con piezas importadas. El crecimiento fue tal que en 1922 el edificio más alto en Wellington era la fábrica de Colonial Motor Company de nueve pisos que ensamblaba autos Ford. Esto propició el auge de las ensambladoras hasta 1970. A partir de 1980, el gobierno redujo los aranceles de los autos importados, ocasionando que las fábricas comenzaran a cerrar al no poder competir con los precios en el mercado. Lo mismo ocurrió con las fábricas de los principales proveedores para automóviles como los de los radios o parabrisas (Pawson, 2010).

Cuenta con la Asociación de la Industria del Motor (MIA) de Nueva Zelanda que representa los intereses de los principales actores del sector: los distribuidores oficiales de automóviles, camiones y motocicletas nuevos. De este modo, comparten un punto de vista unificado y dirigen sus esfuerzos a temas en común como la seguridad de los vehículos, las emisiones, el ahorro de combustible, las normas de calidad y los códigos de práctica. Para lograrlo, mantienen una relación cordial entre todas las organizaciones que participan en la industria como (MIA, 2018):

- Programa de Evaluación de Autos Nuevos de Australasia (ANCAP). La mayoría de los autos vendidos en Nueva Zelanda reciben una evaluación de calificación de choques por parte de ANCAP, con sede en Australia.
- Cámara Federal de Industrias Automotrices-Australia. Es la organización industrial más importante que representa a los fabricantes e importadores de vehículos de pasajeros, vehículos comerciales ligeros y motocicletas en Australia. Son la organización hermana en Australia para el MIA en Nueva Zelanda.
- Asociación de la Industria de Vehículos Motorizados Importados (VIA). Representa los intereses del comercio, incluidos: la importación, preparación, venta mayorista y venta minorista de los vehículos usados importados de Japón, Singapur y otras jurisdicciones. Los miembros incluyen importadores, mayoristas, compañías de subastas japonesas y exportadores, compañías de envío, agencias de inspección, agentes de prestación de servicios de transporte contratados por el gobierno de Nueva Zelanda, empresas de puertos, tiendas de cumplimiento y otros proveedores de servicios al comercio.

1.2.14. Rusia

En el año posterior a la crisis económica de 2008 el mercado automotriz en Rusia cayó el 56% en términos cuantitativos y el 61% en términos monetarios, siendo los autos de marca extranjera producidos localmente el segmento menos disminuido. Intentando fomentar una estabilización, aunque existía un crecimiento en el número de créditos automotrices otorgados por los bancos, las ventas continuaban luchando contra volúmenes bajos. En consecuencia, el panorama no era halagüeño: los inventarios que se habían vendido con enormes descuentos se habían reducido significativamente, el desempleo era alto y la confianza de los consumidores era baja. Estos elementos proyectaban una lenta recuperación para la industria automotriz rusa (Root, 2010).

En ese momento, los productores domésticos y sus cadenas de suministro estaban prácticamente en la quiebra. El desempleo crecía y se dispersaba por todo el cinturón del Volga, región en donde los productores de vehículos y sus proveedores eran la única o una de las pocas actividades económicas. En ese punto, era claro que la industria por sí sola con sus productores no podría salir adelante, por eso el gobierno se planteó tres escenarios (Boutenko, Kreid, Lang, y Mauerer, 2013):

- a) Abandonar la industria y convertirse exclusivamente en un país importador de vehículos.
- b) Fusionar a los productores locales y a sus proveedores (Interbrand, 2015) para generar una empresa administrada por el Estado como ocurrió con la industria aeroespacial.
- c) Motivar a los líderes globales de la industria automotriz a ubicarse en Rusia a través de hacer alianzas con las sus empresas locales.

Después de analizarlos minuciosamente, tomando el ejemplo de países como China y Brasil que habían puesto en práctica estas políticas de localización, decidieron impulsar el inciso “c” y comenzar a atraer a los productores de vehículos líderes en el mundo a ubicar fragmentos de su producción dentro de su territorio (Boutenko *et al.*, 2013).

Esta medida motivó la proliferación de plantas multimodelo de tamaño pequeño que sirven para impulsar la economía debido a los privilegios que gozan como bajos impuestos y aranceles. De este modo su operación poco a poco crece hasta generar economías de escala que justifican su localización. Sin embargo, al

llegar a este punto podrían ser reemplazadas por un menor número de plantas grandes, pero más eficientes que aportarían más al desarrollo local. Así, la estrategia de la industria automotriz rusa se centró en: 1) Alianzas entre productores extranjeros con productores locales, 2) La producción en masa de las plantas de ensamblaje de los fabricantes de equipos originales (OEM), 3) La elaboración de piezas genéricas y componentes cada vez más sofisticados por parte de los proveedores locales, 4) Apoyo al desarrollo de la logística y la infraestructura para la industria automotriz, y 5) La explotación de las ventajas comparativas de Rusia: energía barata y recursos naturales (Krkoska y Spencer, 2008).

1.3. Las principales marcas automotrices con presencia en el APEC

Según la Asociación Americana de Marketing, marca es un nombre, un término, una señal, un símbolo, un diseño, o una combinación de alguno de ellos que identifica productos y servicios de una empresa y la diferencia de los competidores. Pero, la marca no es un simple nombre acompañado de un símbolo, debe de ser capaz de contar una historia, de transmitir una vivencia, de ayudar a crear una experiencia que le ayude al consumidor a recordarla y debido a los buenos resultados, buscarla nuevamente.

En la industria automotriz existen marcas icónicas como Ford, General Motors, Chrysler y Toyota. Debido al incremento de la demanda de automóviles en el mercado internacional y a la diversificación de los mercados, han surgido distintas marcas automotrices, mientras otras han decidido hacer alianzas estratégicas para poder afrontar los retos con mayores recursos disponibles. Sin embargo, no todas las marcas logran acumular valor al mismo ritmo. En el cuadro 1.3., se encuentran las marcas automotrices más valiosas según el *Ranking* de Interbrand para el año 2015.

Cabe señalar que el hecho de que una marca sea valiosa no necesariamente significa que esté posicionada en los mercados y que por ende tenga un buen volumen de ventas. En ocasiones, se da el caso de que las personas identifican a la marca y sus productos del resto de los competidores, pero no son clientes debido a distintas causas, por ejemplo, el poder adquisitivo se los impide, aprovechan alguna promoción o beneficio que les ofrece otra marca, reconocen la calidad de los productos y tienen la necesidad o el deseo de adquirirlo, pero no existe un punto de venta cercano o un canal de distribución establecido para ese mercado, entre otros.

Cuadro 1.3.

Las marcas automotrices más valiosas a nivel internacional, 2015.

Marca	Valor (dólares E.U)
1. Toyota	49,048 mdd
2. BMW	37,212 mdd
3. Mercedes Benz	36,711 mdd
4. Honda	22,975 mdd
5. Volkswagen	12,545 mdd
6. Ford	11,578 mdd
7. Hyundai	11,293 mdd
8. Audi	10,328 mdd
9. Nissan	9,082 mdd
10. Porsche	8,055 mdd
11. KIA	5,666 mdd
12. Chevrolet	5,133 mdd
13. Land Rover	5,109 mdd

Fuente: Interbrand (2015).

El posicionamiento de una marca no necesariamente se traduce en ventas y esto afecta directamente a su producción y a las relaciones estratégicas de cuánto producir y qué combinación de recursos utilizar. En el cuadro 1.4., se presentan el número de empleados con los que contaban las principales compañías automotrices entre 2008 y 2011, según el ranking Global de Forbes (2019).

Cuadro 1.4.**Número de empleados de las principales marcas automotrices.**

	Marca	2008	2009	2010	2011
1	Toyota Motor Corporation	178,960	320,808	320,590	320,590
2	General Motors Co.	266,000	243,000	217,000	217,000
3	Daimler AG	272,382	273,216	256,407	256,407
4	Ford Motor Company	246,000	213,000	198,000	198,000
5	Volkswagen AG	329,305	369,928	368,500	368,500
6	Honda Motor Co. Ltd.	178,960	181,876	176,815	176,815
7	Nissan Motor Co. Ltd.	159,227	178,676	169,298	169,298
8	Hyundai Motor Company	137,000	110,704	120,472	120,472
9	Suzuki Motor Corporation	50,241	50,613	51,503	51,503
10	Mazda Motor Corporation	39,364	39,852	38,987	38,987

Fuente: Elaboración propia con base en Fortune Global 500 (2018).

En relación al factor trabajo puede observarse que existe un parteguas en el año 2008 de la crisis económica y financiera con los años subsecuentes. Mientras las empresas estadounidenses (General Motors, Daimler y Ford) tienen una tendencia a la baja, al reducir su número de empleados, en Asia simultáneamente ocurre el efecto contrario, se observa una tendencia al alza para Toyota, Honda, Nissan, y Hyundai, que cada vez requieren mayor cantidad de mano de obra por la creciente producción que empiezan a tener. Mientras que Suzuki y Mazda básicamente se mantienen con la misma planta laboral. Este es un reflejo de cómo los distintos sistemas de producción, la demanda en el mercado y las políticas gubernamentales inciden en la industria.

En relación a la distribución y utilización del factor capital en la industria automotriz global, actualmente, en el mundo existen 50 marcas productoras de vehículos (véase cuadro 1.5.). La tendencia de la mayoría ha sido proclive a desfragmentar su producción con el fin de abaratar costos y aprovechar los beneficios de ubicaciones estratégicas. En los últimos años se ha observado un incremento paulatino en la cantidad de fábricas.

Cuadro 1.5.

Las marcas automotrices existentes en el mundo 2018.

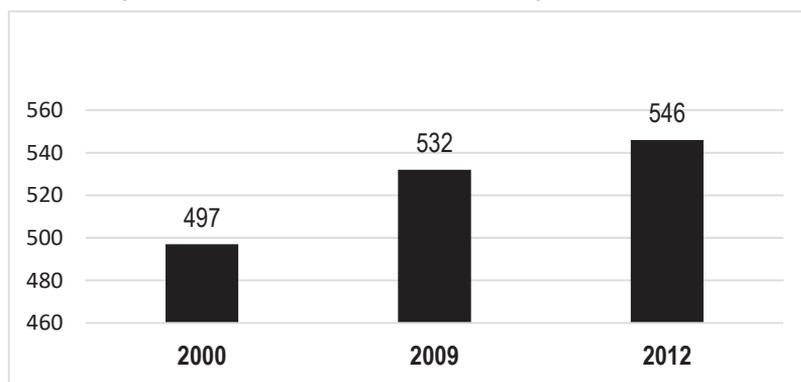
1. Ashok Leyland	11. Daimler	21. Guangzhou	31. Mazda	41. Saipa
2. Avtovaz	12. Dongfeng	22. Guihang	32. Mitsubishi	42. Shannxi
3. BAIC	13. FAW	Youngman Lotus	33. Navistar	43. South East (Fujian)
4. BMW	14. Fiat	23. Haima Cars	34. Nissan	44. Suzuki
5. Brilliance	15. Ford	24. Honda	35. Paccar	45. Tata
6. BYD	16. Fuji	25. Hunan	36. Proton	46. Toyota
7. Changan	17. Gaz	Jiangnan	37. PSA	47. UAZ
8. Chery	18. Geely	26. Hyundai	38. Renault	48. Volkswagen
9. China National	19. General	27. Iran Khodro	39. Rongcheng	49. Xiamen King Long
Heavy-Duty Trucks	Motors	28. Isuzu	Huatai	50. Zhengzhou Yutong
10. Chongqing Lifan	20. Great Wall	29. JAC	40. SAIC	
Motor		30. Mahindr		

Fuente: Elaboración propia con base en OICA (2018).

La proliferación de marcas automotrices está relacionada con la incursión de los países en desarrollo a la industria automotriz a partir de las estrategias de la producción desfragmentada que comenzó a cobrar más fuerza después de la crisis económica de 2008, la cual obligó a que la mayoría de las empresas hicieran una profunda reestructuración para poder permanecer en el mercado (ver gráfica 1.2.).

Gráfica 1.2.

Cantidad de plantas automotrices en el mundo durante el periodo 2000-2012.



Fuente: Elaboración propia con base en Statista (2018).

Es notorio que existió un incremento en el empleo del factor capital durante el periodo 2000-2012 por parte de la industria automotriz en el mundo. Esta expansión está estrechamente relacionada con la demanda del mercado, no sólo en cantidad, sino en gustos y preferencias. Estos aspectos son decisivos al momento en el que una compañía automotriz debe tomar la decisión de abrir otra planta y elegir su ubicación.

La cultura organizacional de cada compañía automotriz juega un papel fundamental en la toma de sus decisiones clave. Según los expertos, las marcas con mayor influencia son globales y reconocidas por cualquier persona, porque han sido capaces de generar un conocimiento y asociación más allá de los valores que de inicio querían transmitir. Además, parece ser que la influencia de una marca en la vida de los consumidores está relacionada con el valor financiero que pueden obtener de ella, ya que, curiosamente, las más influyentes en todo el mundo no son precisamente las que invierten más en publicidad (Martín P. , 2005). En este sentido, la marca representa la mente de una colectividad y desencadena reacciones y conductas hacia ella y es cuando se da el intercambio económico que beneficia a la empresa porque es donde se origina el valor (Costa, 2012). Cada marca automotriz tiene una historia que la define, que hace que se conecte con los consumidores y que constituye el pilar para la toma de decisiones y es la es fuente de sus diseños, ambos elementos cruciales para la generación de su oferta al mercado. Parte importante de una marca es el logotipo, en la tabla 1.1. se tiene una breve reseña de las principales marcas de autos elaborados en la región Asia-Pacífico.

El logotipo es una pieza fundamental en la imagen corporativa debido a su función como identificador o distintivo del resto de ofertantes en el mercado. Con el tiempo, la limpieza de los signos ha sido progresiva, haciendo que cada vez predomine más la simplicidad, la claridad y la inmediatez en su lectura (Caldevilla, 2009).

Conocer un poco sobre el origen de las marcas automotrices es útil para comprender sus estrategias, en qué se inspiran para los diseños de sus vehículos, los materiales que emplean, el segmento del mercado al que se dirigen, el tipo de inversión que realizan para la fabricación de sus vehículos, la elección de los mercados y puntos de venta, entre otras acciones, que terminan por diferenciarlos del resto de ofertantes y también hace que los consumidores se inclinen por una marca u otra.

Otro rasgo distintivo de las marcas automotrices originarias de la región Asia-Pacífico es la polarización que existe entre los productores orientales, básicamente

camente liderados por Japón, y los occidentales, cuya cabeza es Estados Unidos. Constituyen dos enfoques totalmente distintos entre sí, basados en filosofías diferentes con una perspectiva del mercado diferente. Todos estos elementos se reflejan en su forma de trabajar y en cómo utilizan sus factores productivos.

Tabla 1.1.
Significado de los logotipos de las marcas automotrices.

Nombre	Historia
Audi	Los cuatro aros representan a cada fabricante que se fusionaron en 1932 (después de la Primera Guerra Mundial): Audi, DKW, Horch y Wanderer.
Chevrolet	Diseñado por Billy Durant, fundador de GM (forma inspirada en un tapiz de un hotel francés), o por Louis Chevrolet (mientras leía el periódico).
Dodge	Representa un carnero, el cual, inicialmente era usado como ornamento de capucha sobre algunos camiones. Las líneas: la deportividad y dinamismo.
Ford	Inspirado en el color de la bandera de Finlandia. Rumores dicen que fue diseñada por uno de los empleados de Henry Ford. La tipografía fue inspiración de Harold Wills, primer jefe de Ingeniería y diseño de Ford.
Mazda	Diseñado por Rei Yoshimara. Las alas representan visión hacia el futuro. Junto con el nombre de la marca, representa armonía, inteligencia y creatividad.
Mitsubishi	Inspirado en el símbolo del lord feudal Tosa Yamauchi. La marca y el nombre significan "tres diamantes", por ello el símbolo de las 3 hojas de roble de Yamauchi.
Nissan	Sol y cielo, significando sinceridad y éxito.
Toyota	Los tres óvalos están inspirados en la filosofía de la compañía: el corazón del cliente, el corazón de sus productos y la expansión de la empresa.

Fuente: Elaboración propia con base en Autos RPM (2017).

Aunque existen diferencias relevantes entre un sistema de gestión y otro, ambos estilos han demostrado que dan buenos resultados. De manera específica, los japoneses se concentran en el conocimiento creando un sistema basado en contratos a largo plazo que estimula la calidad y la productividad a través de la confianza que existe con los proveedores para que estos capaciten continuamente

Tabla 1.2.
Diferentes estilos de administración de las empresas.

Organización Oriental	Organización Occidental
<ul style="list-style-type: none"> • Basada en grupos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Basada en los individuos.
<ul style="list-style-type: none"> • Orientada al conocimiento tácito. 	<ul style="list-style-type: none"> • Orientada al conocimiento explícito.
<ul style="list-style-type: none"> • Fuerte en la socialización e interiorización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerte en la exteriorización y combinación.
<ul style="list-style-type: none"> • Énfasis en la experiencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Énfasis en el análisis.
<ul style="list-style-type: none"> • Logra variedad de requisitos a través de equipos multifuncionales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Logra variedad de requisitos a través de las diferencias individuales.

Fuente: Elaboración propia con base en Rivas y Flores (2007).

a su personal, beneficiando así al mismo proveedor, a la firma y a sus clientes. Por su parte, los estadounidenses prefieren adquirir a los competidores débiles para tener un mayor control. Sin embargo, ambas modalidades suponen crear una base de conocimiento tácito entre sus empleados, involucrar a inversores estratégicos que aporten competencias críticas y promover la cooperación de los proveedores locales o nacionales (véase tabla 1.2.).

Según señalan Rivas y Flores (2007), a partir de estas formas de trabajo, las empresas buscan concretar tres estrategias clave:

- d) Potenciar a los proveedores nacionales.
- e) Atraer a inversionistas extranjeros claves que aporten innovación y procesos que no se han desarrollado en el país receptor.
- f) Crear redes en las cadenas productivas para que de esta manera se obligue a los proveedores a cooperar.

Aparentemente se trata de distintos estilos, sin embargo, ambos persiguen objetivos similares. Un encadenamiento productivo automotriz depende en gran medida del papel de los proveedores en quienes recaen muchos de los recursos que cada firma necesita para sus estrategias. Debido a esto, las compañías automotrices certifican a sus proveedores y buscan una relación a largo plazo garantizada a través de contratos que cuidan celosamente todas las innovaciones. Con el paso de los años, cada una de las marcas ha seguido distintas estrategias y ha perfeccionado su propio estilo de gestión de conocimiento. En la tabla 1.3., se

presentan las distintas prácticas que han puesto en marcha las principales empresas automotrices en esta materia:

Tabla 1.3.

Las diferentes prácticas de gestión que aplican las principales compañías automotrices en el APEC.

Organizaciones	Procesos existentes de conocimiento	Origen	Tecnología de información empleada
Nissan	Socializar el conocimiento.	Necesidad de innovar.	Correo electrónico, almacenamiento de datos.
Toyota	Conocimiento tácito.	Salir de un estatus de comodidad.	Sistemas de comunicación de voz.
Honda	Aprendizaje vivencial.	Ventaja competitiva.	Intranets, correo electrónico, comunicación de voz.
Ford	Comunidades de práctica.	Socialización del conocimiento. Conocimiento explícito.	Intranet, correo electrónico, almacenamiento de datos.
General Motors	Alianzas de aprendizaje.	Sobrevivir, adquisición del exterior a través de alianzas.	Intranet, correo electrónico, almacenamiento de datos.
Chrysler	Libros de conocimiento de ingeniería.	Innovación en productos.	Almacenamiento de datos, intranets.

Fuente: Elaboración propia con base en Rivas y Flores (2007).

Todas las marcas tienen una historia que es la que les permite conectar con su mercado meta. Eso se ve reflejado en el diseño de sus productos y en su oferta como se observa en la tabla 1.4.

Tabla 1.4.**Perspectivas de las principales marcas automotrices en el APEC.**

	Marca	Principales retos y planes
1	Toyota	<p>Se concentra en reclamar su lugar como el mayor fabricante de automóviles del mundo tras el escándalo de las emisiones de diésel de Volkswagen.</p> <p>Sigue lidiando con las consecuencias derivadas de sus airbags defectuosas.</p> <p>Las ventas del Prius se desplomaron en medio de los precios del gas.</p> <p>El Prius también podría enfrentar una mayor competencia con Tesla Motors lanzando una versión más asequible de sus autos eléctricos.</p> <p>Está invirtiendo fuertemente en tecnologías de conducción autónoma con la esperanza de obtener autos sin conductor en la carretera para 2020.</p>
2	Daimler	<p>El fabricante de autos Mercedes Benz y Smart se unió a Google, Audi, Tesla y Ford en la carrera por desarrollar vehículos autónomos.</p> <p>El servicio de autos Uber colocó un pedido grande para 100,000 vehículos Mercedes Clase S.</p> <p>Está invirtiendo fuertemente en instalaciones de producción de baterías de iones de litio en un esfuerzo por expandir sus ofertas de autos híbridos y eléctricos.</p>
3	General Motors	<p>Su objetivo principal fue distanciarse del escándalo provocado por el interruptor de encendido que opacó la marca histórica durante la mayor parte del año anterior. Hicieron eso, y tuvieron un año récord de ventas, con ventas globales totales de 9.8 millones. La compañía también está avanzando lentamente hacia el lanzamiento de automóviles automáticos, un desarrollo que podría cambiar el juego para GM y la industria automotriz en la próxima década.</p>
4	SAIC Motor	<p>Es la compañía automotriz más grande de China. Además de cubrir componentes como motores, cajas de engranajes y trenes de potencia, la compañía también cubre la investigación, la producción y la venta de vehículos tanto de pasajeros como comerciales.</p> <p>Con un capital total de 11 mil millones de acciones, SAIC tiene asociaciones con varias marcas occidentales, incluidas General Motors y Volkswagen.</p>
5	Nissan	<p>El segundo mayor fabricante de automóviles de Japón, después de Toyota.</p> <p>Lanzó una nueva tecnología de conducción semiautónoma, llamada ProPilot, que está destinada a ayudar a los conductores en determinadas situaciones y es diferente de la tecnología de conducción manos libres.</p>
6	DongFeng Motor Group	<p>Además de participar en la venta de vehículos comerciales, vehículos de pasajeros y autopartes, Dongfeng Motor Group también participa en la fabricación de equipos para vehículos, financiamiento y otros negocios relacionados con el automóvil.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en Global 500 (2012).

CAPÍTULO 2

LOS FACTORES DE LA PRODUCCIÓN COMO DETERMINANTES DEL VALOR AGREGADO

“Hay una regla para el empresario y es: hacer los productos con la mayor calidad posible al menor costo y pagando unos sueldos lo más altos posibles.”
Henry Ford.

Los factores productivos son la base de toda actividad económica, sin ellos no sería posible elaborar los distintos bienes necesarios para generar a su vez otros o satisfacer las necesidades del hombre. Su disponibilidad va de la mano con la ubicación geográfica y su aprovechamiento y explotación con el conocimiento y la tecnología. Hablar de los factores de la producción que en esencia son la tierra, el trabajo y el capital, es incursionar en un mundo multidisciplinario.

En el primer apartado de este capítulo se describe qué son los factores de la producción, cuál es su incidencia en el valor agregado, las distintas clasificaciones que existen sobre ellos, las bases que consideran las empresas para la toma de decisiones sobre qué hacer con ellos, los retos a los que se enfrentan debido a su escasez, además de las diferentes alternativas que existen para combinarlos y obtener mayores beneficios a través de la función de producción.

El segundo apartado está dedicado a la teoría de los polos de desarrollo, cuyo representante principal, es el economista francés François Perroux, quien señala que existen diferentes tipos de regiones y que dadas sus características, se propicia el desarrollo de ciertas actividades productivas en la zona que tienen un impacto tanto positivo como negativo en su entorno cercano.

El tercer apartado trata de la teoría del comercio intraindustrial que, aunque controversial y confundida con una extensión de la teoría de las proporciones factoriales se distingue por las economías de escala y la diferenciación del producto.

Por último, se desarrolla la Nueva Geografía Económica, concepto introducido en la década de los noventa por los notables economistas: Paul Krugman,

Masahiro Fujita y Alfred Venables, para intentar explicar las distintas formas de aglomeración o concentración en ubicaciones específicas y cómo a partir de ellas se genera un ambiente que favorece a los procesos productivos.

2.1. ¿Qué son los factores de la producción?

Al hablar de producción se debe tener claro que se trata de una serie de procesos que llevan a cabo las unidades económicas o empresas, quienes transforman una materia prima en un bien o satisfactor. Los factores de la producción son aquellos bienes y servicios, también denominados insumos o *inputs* que se requieren para que una firma logre realizar sus actividades. En este sentido, la empresa debe tomar una serie de decisiones en torno a: 1) la elección adecuada de los factores, 2) la elección del método de producción y 3) la cantidad de producto a obtener. Todas estas decisiones se dan en un periodo determinado, en donde al corto plazo existen ciertos factores que tienden a permanecer fijos, mientras que a largo plazo todos son variables (Arzubi, 2003).

Hasta el momento, no existe un consenso en la clasificación de los factores de la producción. La versión clásica sostiene tres categorías y las más modernas pugnan por una cuarta. A continuación, se describen las principales tres clasificaciones de los factores de la producción que van desde el enfoque clásico hasta los más recientes.

La clasificación clásica de los factores de la producción, misma que se encuentra con frecuencia en la literatura correspondiente a la economía, plantea que estos pueden clasificarse en las siguientes categorías (Pyndick y Rubinfeld, 1995):

- a) Trabajo: Comprende tanto a los trabajadores cualificados (ingenieros) como a los no cualificados (trabajadores agrícolas). Aquí también se incluyen los esfuerzos empresariales de los directivos de la compañía.
- b) Materias primas: Cualquier bien que la empresa compre y transforme en un producto final. Por ejemplo: el agua, la electricidad, el acero, etcétera.
- c) Capital: Son las instalaciones, la infraestructura de la empresa. Además de los edificios, incluye las existencias.

De este modo, la relación entre los factores del proceso productivo y la producción resultante se representan por medio de una función de producción que muestra el nivel de producción que obtiene una empresa a partir de una combinación específica de factores.

Para poder producir los bienes y servicios que se ofertarán en el mercado, es necesario que el productor cuente con un alto conocimiento técnico que le permita organizarse y combinar los tres factores de la producción que se describen a continuación (Resico, 2010):

- a) Recursos naturales: Incluye la tierra para la producción agrícola o bien, para la instalación de plantas o fábricas, además de recursos extractivos que se obtienen de la naturaleza y hacen posible la producción como: el agua y los recursos forestales.
- b) Capital humano: Comprende todas las capacidades humanas como el trabajo físico o intelectual, el conocimiento técnico, la iniciativa, la innovación y la capacidad de organizar el proceso productivo. La disponibilidad del factor trabajo se determina por el número de personas con capacidad de trabajar, así como sus habilidades y movilidad.
- c) Capital físico: Son bienes fabricados por el hombre que sirven a su vez para producir otros bienes. Por ejemplo: herramientas, maquinaria, instalaciones, infraestructura, computadoras, entre otros. Debe tomarse en cuenta que en el proceso de producción el capital sufre un desgaste (amortización) y debe ser renovado constantemente.

Una manera sencilla de distinguir a los factores de la producción es observando con atención los procesos productivos. Los elementos que contribuyen a la elaboración de bienes o servicios y no se agotan, son considerados factores productivos, por ejemplo, los empresarios y trabajadores que prestan sus servicios, la maquinaria, los edificios, los vehículos y tecnología utilizada. Con esta base, los estudiosos modernos de la producción señalan que no son tres sino cuatro los factores que se combinan para poder obtener un producto (Massad, 2007):

- a) Capital humano: Es la población de un país con sus capacidades propias o adquiridas. Comprende dos aspectos: su cantidad y su calidad, que es más compleja de medir y depende de elementos culturales como: la disciplina de trabajo, la constancia, la honradez, la capacidad para trabajar en equipo, además del nivel educativo o formación técnica.
- b) Capital físico: Lo constituyen los edificios, terrenos, equipo de transporte, equipo, materia prima e inventarios que posee una empresa y que se incrementa por medio de la inversión. Cada uno de estos elementos tiene una vida útil que implica un costo en dos sentidos: a) obsolescencia, cuando

- resulta más caro utilizarlo que reemplazarlo y b) nueva tecnología, que provoca que utilizar la anterior genere mayores costos.
- c) Capital tecnológico: Tiene su base en el modo en el que se combinan los recursos disponibles para obtener un resultado. La tecnología ayuda en producir empleando menos recursos, minimizando el problema de la escasez.
 - d) Capacidad empresarial: Es la categoría de la discordia, ya que algunos especialistas sugieren agregarla en conjunto con el capital humano. Representa la capacidad de organizar el resto de los factores para que se cumplan los objetivos, sorteando el problema de la escasez. Se concentra en formas de producir a un menor costo, es decir, que implique el uso de la menor cantidad de recursos posible para poderlos destinar a la elaboración de otros bienes.

Existen distintas alternativas para combinar los factores productivos, por lo tanto, la empresa aplicará el método más eficiente técnica y económicamente, es decir, aquel en el que la producción que se obtiene es la máxima posible a partir de los factores utilizados. Por lo tanto, un método de producción es económicamente eficiente cuando el costo es mínimo dados los precios de los factores empleados (Bergara, y otros, 2003). En este sentido, la cantidad ofrecida de cada factor depende de su precio: a) el salario en el caso del trabajo, b) la tasa de interés en el capital, c) la renta en el caso de la tierra (Troncoso, 2012) y d) las utilidades a cambio de la capacidad empresarial o *Entrepreneurship* (Parkin y Loría, 2010).

Para Mayorga y Martínez (2008), actualmente un país o una empresa es competitivo en el mercado internacional no sólo por la disponibilidad que tiene de los factores de producción básicos, sino debido a la adaptación de nuevos elementos de dichos factores, como la formación, la preparación, la calificación y la especialización en el caso de la mano de obra y la asimilación de tecnologías, el manejo de fenómenos macroeconómicos a través de instrumentos y herramientas al tratarse del capital.

En Parkin y Loria (2010), el factor productivo que genera mayor ingreso es el trabajo, ya que el salario y las prestaciones representan cerca del 70% del ingreso total, mientras que el capital, la tierra y la capacidad empresarial integran el 30% restante.

Dado que los recursos o factores de la producción son heterogéneos para cada territorio, cada gobierno o empresa debe utilizarlos de la forma más eficiente. Este es el origen del denominado “problema económico”, que intenta dar solución a las siguientes interrogantes (Godoy, 2001):

- 1) ¿Qué producir?: Qué cantidad de cada bien o servicio se producirá y en qué cantidad.
- 2) ¿Cómo producir?: Quién producirá los bienes y servicios, con qué recursos y a través de qué procesos.
- 3) ¿Para quién producir?: La empresa debe decidir para qué mercado generará satisfactores.

Sin importar el sector al que pertenezcan o su lugar de origen, el objetivo que persigue toda empresa es maximizar sus beneficios, es decir, incrementar sus ventas mientras disminuye sus costos de producción. Sin embargo, no está exenta de enfrentarse a distintos costos y restricciones tecnológicas, de información, organización y de mercado. Por eso, las firmas que participan en el mercado internacional, afrontan otras limitantes que les hacen incurrir en gastos para la comercialización de sus productos como los que se describen en la tabla 2.1.

Tabla 2.1.
Limitaciones a las medidas de concentración de los mercados

A. El alcance geográfico del mercado	Existen bienes que se venden en mercados: a) Locales, b) nacionales y c) globales.
B. Barreras a la entrada y rotación de las empresas	Existen industrias altamente concentradas expuestas a la rotación porque no está restringida la entrada a nuevas empresas. Esta situación puede fomentar la competitividad.
C. La correspondencia entre un mercado y una industria	Dada la diversificación de la economía, las grandes empresas fabrican productos diversos porque operan en mercados distintos, haciendo que se pierda la correspondencia entre el mercado y la industria. Por lo tanto, una misma empresa puede tener el monopolio de un mercado con un producto, pero tener baja concentración en otros.

Fuente: Elaboración propia con base en Astudillo y Paniagua (2012).

Definitivamente para una empresa ser competitiva a nivel internacional y permanecer en los mercados globales no es una tarea sencilla dado el sinnúmero de retos a los que se enfrenta cotidianamente. Debido a esto, a menudo se enfren-

tan a la frontera de las posibilidades de la producción, ya que no es posible que tengan cantidades ilimitadas de factores. La toma de decisiones de cómo aprovecharlos genera costos, por eso los economistas le atribuyen el nombre de costos de oportunidad, es decir, esa decisión cuánto costará en términos de las alternativas que la empresa dejó ir. Este tema está estrechamente relacionado con los niveles de eficiencia, ya que todas las organizaciones poseen recursos que no utilizan, en otras palabras, permanecen en calidad de ociosos y eso significa una disminución de beneficios (Mc-Graw Hill Education, 2018).

2.1.1. El factor capital

En el lenguaje coloquial, las personas suelen referirse al capital como sinónimo de dinero, acciones y bonos, porque en su conjunto se les considera capital financiero, que es indispensable para que cualquier empresa pueda acceder a créditos que le permitan hacerse de capital. Sin embargo, este último no se emplea de manera directa en la creación de bienes y servicios. Por tal motivo, el no ser un recurso productivo no es parte del factor capital (Pyndick y Rubinfeld, 1995).

En el ámbito de la economía, se entiende por capital aquellos bienes como equipos, maquinaria, edificios y estructuras, que se utilizan para producir otros bienes o servicios. Para el caso de este factor, el acceso que tenga a él cada empresa dependerá directamente de su precio, es decir, de la tasa de interés (Troncoso, 2012). Por tal motivo, para la mayoría de las organizaciones en los proyectos a corto plazo, el capital es considerado como un factor fijo, junto con la tierra y las habilidades empresariales, mientras que el factor trabajo es el variable (Parkin y Loría, 2010).

El capital es la acumulación de flujos de inversión a lo largo del tiempo (Saltos, 2016). Por eso, uno de los elementos más importantes del capital en la producción es el dinero, ya que, a través de él, la empresa puede obtener las materias primas del factor naturaleza, los empleados del factor trabajo y el resto de los medios de producción del mismo factor capital. Además, con dinero es como logra adquirir tecnología (Arévalo, 2015), que suele ser un importante factor de diferenciación frente a sus competidores.

Para que una empresa pueda hacer frente a todas sus obligaciones es necesario que cuente con la infraestructura necesaria, además de la solvencia suficiente para hacer el pago de las deudas que contrata y contar con recurso suficiente para realizar inversiones, de lo contrario perdería competitividad. Por lo tanto, para enfrentar los desafíos que implica participar en el mercado global, es necesario

que se capitalice. Para lograrlo existen tres opciones: a) vender acciones, b) solicitar créditos y c) reinvertir sus ganancias (Astudillo y Paniagua, 2012).

La inversión es determinante para el crecimiento de un país, por tal motivo, un indicador importante es la formación bruta de capital fijo (FBCF), que es el incremento del activo fijo o capital fijo durante un periodo determinado. En otras palabras, el aumento de bienes duraderos que son capaces de producir otros bienes y servicios, incluyendo acciones clave como: mejoras en terrenos, adquisiciones de plantas, maquinaria y equipo y la construcción de infraestructura (Góngora, 2012). El factor capital va de la mano con el factor trabajo, muestra de ello es la elasticidad de la demanda de un producto, ya que la disminución de la oferta del bien incrementa su precio y a la par disminuye la demanda del mismo y de los factores de producción requeridos. Por tal motivo, cuanto más fácil sea utilizar capital en lugar de trabajo en los procesos productivos, más elástica será la demanda de trabajo a largo plazo (Alfonso, 2010).

2.1.2. El factor trabajo

Este factor se refiere al tiempo que una persona dedica a la producción. Abarca miles de ocupaciones y tareas para distintos niveles de destreza y es un insumo crucial en una economía industrializada (Mc-Graw Hill Education, 2018). La calidad del trabajo depende del capital humano (Pyndick y Rubinfeld, 1995), es decir, las habilidades y el conocimiento que poseen las personas que colaboran en una organización. La cantidad de factor trabajo que pueda adquirir una empresa dependerá directamente de su precio, es decir, del costo que implica el pago de los salarios (Troncoso, 2012).

Para la toma de decisiones estratégicas en relación a los factores de la producción, es importante que las empresas consideren elementos como la demanda del mercado que es la base de la elasticidad de la demanda de trabajo, que mide la sensibilidad de la cantidad demandada de trabajo contra los cambios que se suscitan en la tasa salarial. Según la economía, existen dos escenarios básicos: a) La demanda de trabajo es inelástica, esto conlleva a un menor ingreso laboral y b) La demanda laboral es elástica, este aumento en la oferta genera una tasa salarial más baja y un incremento en el ingreso laboral. En este sentido puede decirse que la elasticidad de la demanda de trabajo depende de (Alfonso, 2010):

- a) La intensidad del uso del trabajo en el proceso de producción.
- b) La elasticidad de la demanda del producto.

c) La posibilidad de sustituir capital con trabajo.

Al respecto, se dice que existe intensidad en el trabajo cuando un proceso de producción utiliza más factor trabajo que factor capital. En este sentido, diversas áreas del conocimiento han propuesto métodos de análisis del trabajo con la finalidad de encontrar la duración específica que ha de tener cada tarea, esto con el fin de lograr una estandarización en los procesos. De este modo puede crearse una base salarial de tal modo que cuando un trabajador supere el estándar se le pueda gratificar con un extra (Carro y González, 2012).

Dentro de las ciencias económicas y sociales, continúa existiendo el debate en torno a la remuneración justa al trabajo. Según la investigación realizada por (Rionda, 2001), concluye que metodológicamente sí es posible establecer un criterio que sirva como base para determinar una cuota justa de remuneración al trabajo aplicado en la producción de bienes tangibles, por medio de la contribución marginal que hacen al producto.

Así como otros factores productivos, el trabajo implica gastos que se van incorporando directamente al proceso productivo. Los costos son la suma de los pagos que debe hacer la empresa para obtener insumos o bien, las remuneraciones a los factores de la producción (Elizalde, 2012). Para toda organización es clave analizar los sueldos y salarios pagados a quienes participan en el proceso productivo.

2.2. La función de producción

La función de producción es el proceso de combinar los factores productivos para obtener un producto. Además, muestra la relación entre los factores del proceso de producción y la producción resultante, e indica el máximo nivel de producción que puede obtener una empresa con cada combinación específica de factores. La función se expresa de la siguiente manera: $Q = F(K, L)$, en donde (García y Falquez, 2018):

- Q = Producción
- K = Capital
- L = Trabajo

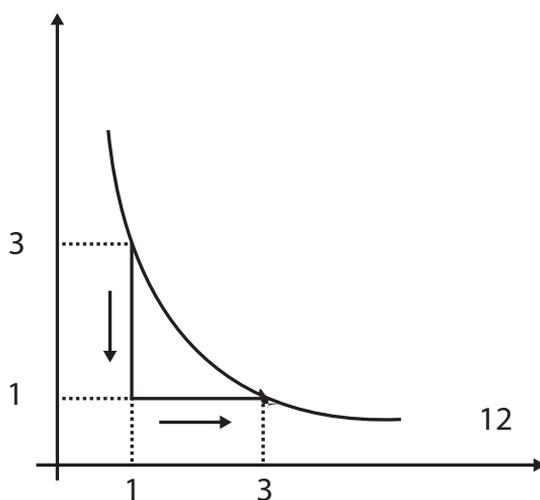
Es preciso puntualizar que la función permite combinar los factores en distintas proporciones y que la tecnología tiene una alta incidencia en ella, puesto

que la hace variar, a mayor tecnología o más avanzada, se puede obtener un mayor volumen de producción a partir de los mismos factores (Scialabba, 2018).

Un proceso productivo puede describirse por medio de una función, misma que se denomina “función de producción” y que muestra cómo se da la combinación de los factores productivos para obtener un producto o un servicio. A corto plazo existen distintas alternativas (Bergara, y otros, 2003):

- a) Un factor productivo constante y uno variable. Normalmente, el factor variable en este caso suele ser el trabajo (L). De esta relación se obtiene el producto total y se expresa como: $Q = f(L)$.
- b) Dos factores variables. Este caso suele darse en el largo plazo. Normalmente se consideran el factor capital (K) y el factor trabajo (L). De manera gráfica su relación se plasma por medio de isocuantas, que son el conjunto de todas las combinaciones posibles de dos factores variables que generan un determinado nivel de producción. En este sentido, las isocuantas más alejadas al origen implican mayores niveles de producción (véase figura 2.1.).

Figura 2.1.
Mapa de isocuantas.



Fuente: Bergara, *et al.* (2003).

Ejemplo: Suponemos que todas las combinaciones de K y L generan un nivel de producción de 12 unidades. La combinación A refleja que por una unidad de trabajo (L) y 3 de capital (K), se obtienen 12 unidades de producción. Lo mismo

ocurre con la combinación B, en la que por 3 unidades de trabajo (L) y 1 unidad de capital (K) se obtiene la misma cantidad de bienes (ver figura 2.1.).

Es importante señalar que, dependiendo de la tecnología disponible, existe la posibilidad de sustituir un factor productivo por otro sin que el nivel de producción se vea alterado. A este fenómeno se le conoce como “relación marginal de sustitución técnica” (RMST) (Bergara *et al.*, 2003).

Aunque los factores de la producción son variables incluso en sus proporciones, según la microeconomía, existen ciertos parámetros. De inicio, ningún factor es fijo en un sentido absoluto, sin embargo, hacer modificaciones en un insumo a corto plazo puede ser prohibitivo. Algunos ejemplos de estos son: las piezas de las máquinas, los espacios disponibles para producir y el personal directivo. Por otra parte, están los insumos variables, aquellos que se pueden alterar con facilidad para elevar o disminuir el nivel de producción. Ejemplos de ellos son: las materias primas, la energía eléctrica o la mano de obra directa. Es importante resaltar que estos últimos pueden estar restringidos en su variación por contratos o leyes (FAO, 2018).

La microeconomía plantea que existen dos tipos de funciones de producción:

- a) A corto plazo: Se trata de un periodo en el que la empresa no puede variar sus insumos fijos, sin embargo, es suficiente para que los insumos variables sufran cambios (FAO, 2018). Se distingue porque al menos un factor no puede alterarse, por eso recibe el nombre de “factor fijo”. Por ejemplo: el capital es el factor fijo mientras que el trabajo es variable (Scialabba, 2018).
- b) A largo plazo: Es un periodo que se caracteriza porque ningún insumo permanece fijo (FAO, 2018). Es decir es el menor periodo de tiempo necesario para alterar las cantidades de todos y cada uno de los factores. Por ejemplo: En el contexto del raciocinio anterior, el largo plazo es un lapso durante el cual todos los factores pueden ser variados sin ocasionar un aumento en su costo por unidad. El largo plazo constituye un marco de decisión de inversiones. A largo plazo se toma una decisión sobre si se invierte o se clausura un proceso productivo.

La diferencia básica entre una función de producción a corto y a largo plazo estriba en la cantidad de factores que varían en un periodo determinado, pero sin perder de vista que ambos buscan minimizar costos.

Dado el uso que se les da es fácil confundir una función de producción con una isocuanta, pero son totalmente diferentes. Mientras la primera describe el nivel máximo de producción que puede alcanzar una empresa a partir de cada

combinación específica de factores, la segunda, es una curva que muestra todas las combinaciones de factores que generan un determinado nivel de producción. Por lo tanto, la función de producción de una empresa puede ser representada por isocuantas correspondientes a distintos niveles de producción (Coutiño, 2013).

En relación al factor trabajo, este tiene una correlación con el denominado “mercado laboral”, que es en donde se reúnen las personas que desean trabajar (vendedores), con empleadores, empresas y organizaciones (compradores), que requieren de sus servicios (transacciones de compraventa) para poder cumplir sus objetivos y procesos. Este intercambio se da con base en un precio, que para este mercado se compone de la suma de tres elementos: 1) el salario, 2) otras compensaciones (monetarias o no monetarias) y 3) un “salario emocional”, es decir, lo que motiva a un trabajador a emplearse con una determinada empresa y no con otra (Jiménez, 2014).

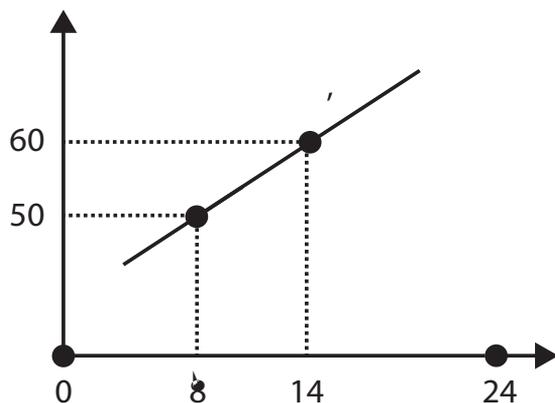
El mercado de trabajo es un concepto enraizado en el pensamiento económico y sociológico, cuando tal vez su movilización no tenga nada que ver con los mecanismos de regulación mercantil. A pesar de la globalización, actualmente la movilidad del mercado de trabajo permanece como una utopía para la mayoría de los casos, puesto que se da en un periodo corto o largo más no de manera permanente. Esto sería lo ideal para lograr una eficiencia óptima: las empresas deberían hacerse permanentemente de una nueva fuerza de trabajo y los trabajadores estar dispuestos a cambiar permanentemente de empresas. Al no ser así, la teórica competencia entre los trabajadores en busca de un empleo resulta falsa, ya que la competencia directa se da sólo entre la fuerza de trabajo de una misma profesión o en aquella sin ninguna profesión. Por ejemplo, un ajustador no compite con un médico o un abogado con un albañil (Prieto, 1989).

La oferta de trabajo contiene dos variables principales: a) la cantidad de horas de trabajo que el empleado oferta y b) el precio de dicho trabajo, en otras palabras, el salario (Troncoso, 2012). De este modo, el análisis del mercado consiste en la interacción que se da entre: 1) la oferta de trabajo (L_s) y 2) la demanda de trabajo de las empresas (L_d), que determinan: 3) el salario del mercado (W) y el nivel de empleo (L) correspondiente. Por lo tanto, si el salario del mercado (W) aumenta, entonces la demanda de trabajo de las empresas (L_d) disminuye, y si el salario del mercado (W) disminuye, entonces, la demanda de trabajo de las empresas (L_d) aumenta. Mientras tanto, si el salario del mercado (W) se incrementa, también lo hace la oferta de trabajo (L_s) y si el salario del mercado (W) disminuye, lo mismo ocurre con la oferta de trabajo (L_s). En resumen, el mercado de trabajo tiende al equilibrio, es decir, a la igualdad entre oferta y demanda de trabajo (Banyuls, 2009).

Para ilustrarlo, supongamos los siguientes valores: el salario que pasa de \$50 a \$60, y la decisión del trabajador que pasa de 16 horas de ocio y 8 de trabajo a 10 horas de ocio y 14 de trabajo. De este modo se obtiene una curva de oferta de trabajo que depende positivamente del salario (véase figura 2.2.).

Figura 2.2.

La curva de oferta de trabajo.



Fuente: Bergara, *et al.* (2003).

Hasta aquí, la isocuanta nos muestra una correlación positiva entre el salario y las horas trabajadas por el empleado, pero, al llegar a ciertos niveles de salario, es decir, altos, el consumidor comienza a ofertar más horas de trabajo (Bergara *et al.*, 2003). Sin embargo, el efecto no dura por mucho tiempo, ya que el nuevo ingreso elevado le permite al trabajador menos horas de trabajo. Debido a esto, en un inicio la oferta de trabajo crece ante los aumentos de salario, pero a partir de cierto nivel, dicho aumento salarial conduce a la caída de la oferta de trabajo.

La contribución del trabajo al proceso de producción se describe a través del producto medio, que es el nivel de producción por unidad de trabajo. Se obtiene de dividir la producción total entre la cantidad total de trabajo. Y el producto marginal, que es la producción adicional que se obtiene cuando se incrementa la cantidad de trabajo en una unidad, es decir, es la variación en la producción provocada por un aumento unitario de la cantidad de trabajo. Al respecto, cabe señalar que, según la Ley de Crecimientos Decrecientes, cuando aumenta el uso de un factor y el resto permanecen fijos, la producción alcanza un punto en el que los incrementos son cada vez menores (Pyndick y Rubinfeld, 1995).

Según Yasuhara (2014), en el marco teórico neoclásico, la integración de la industria en la cadena mundial de valor es la forma de estimular la productividad, por una parte la apertura comercial introduce reducciones tarifarias a los bienes intermedios importados y por ende, reduce el costo de su adquisición, acciones que permiten a la empresa bajar sus precios finales. Esta baja de precios incentiva la adaptación de las firmas a tecnologías avanzadas para elevar su productividad. En esta línea, bajo la óptica macroeconómica, el nivel de salario real corresponde al cambio de productividad. Por lo tanto, una baja productividad se traduce como el factor determinante de una recesión económica.

Dentro de las combinaciones de factores posibles, las empresas buscan lograr el óptimo de su producción, por eso existe la relación marginal de sustitución (RMS), es decir, en qué proporción un bien debe ser sustituido por otro para mantener el mismo nivel de utilidad (Rodríguez, 2013).

La teoría neoclásica de la firma plantea que dos factores son los que ocasionan el surgimiento de las economías de escala en los procesos de producción: a) los tecnológicos, que normalmente se encuentran en procesos que emplean tecnología especializada asociada a un elevado nivel de capital fijo y b) los no tecnológicos, que son aquellos que están estrechamente vinculados al uso de recursos muy específicos y especializados de los que se obtiene una ganancia de eficiencia (Correa, 2003).

A las variaciones en la relación a largo plazo entre los insumos utilizados y el producto obtenido se le conoce como “rendimientos a escala” y pueden ser de tres tipos (Rodríguez, 2013):

- Constantes: Al incrementar el tamaño de la planta los rendimientos también lo hacen proporcionalmente.
- Crecientes: Al incrementar el tamaño de la planta los rendimientos aumentan más que proporcionalmente.
- Decrecientes: Al incrementar el tamaño de la planta, los rendimientos aumentan menos que proporcionalmente.

La existencia de factores comunes provoca que las empresas produzcan más de un producto, por lo que el detonante de la diversificación son las economías de alcance. Al respecto, los costos de una empresa multiproducto serán sensibles a las modificaciones que surjan en la composición del producto. A la larga existirá la tendencia de una posible saturación debido al uso de inputs comunes por parte de varias empresas, lo que resultará en una disminución de los beneficios que obtenían a través de la diversificación (Arbelo y Pérez, 1993).

Aunque para algunos el pionero de las economías de escala es Adam Smith, el economista John Stuart Mill fue el primero en declarar: “entre mayor es la escala en que se llevan a cabo las operaciones manufactureras, más bajo es el costo a que pueden realizarse”. En esa misma dirección, Marshall señala que los principales beneficios que se obtienen son las reducciones de los costos medios conforme se expande la producción, resultado que se obtiene de “las economías de habilidad, economías de maquinaria y economías de materiales” (Vargas, 2010). En este sentido, mientras Adam Smith se concentraba en explicar la división del trabajo, John Stuart Mill se enfocaba en analizar las distintas combinaciones de trabajo, concluyendo que la producción es más eficaz si se produce a gran escala (Pelet, 2001).

Los rendimientos de escala son fundamentales en el mundo de los negocios debido a que se compone de dos tipos de empresas: a) las grandes, que son capaces de lograr el óptimo de la producción industrial, obteniendo así ventajas naturales en los costos por producir a escalas mayores y b) las pequeñas, que se caracterizan por producir a escalas menores y alcanzan un punto subóptimo de producción dentro de la industria.

Anteriormente se tenía la creencia de que una empresa pequeña generaría elevados costos de producción al no aprovechar las ventajas de la producción a un mayor volumen, sin embargo, trabajos empíricos han demostrado que el tamaño de la empresa no es una condición necesaria para que exista una producción eficiente, ya que eso depende del tipo de administración y de la experiencia y el grado de especialización en los procesos de producción (Ramírez, Mungaray, Ramírez Urquidy, y Taxis, 2010).

Dada la condición imperante de la globalización, los precios pasan a depender de las reglas del juego del mercado, haciendo que el control de costos se convierta en una prioridad para mantenerse en él. De aquí se desprende la diversificación de la producción para volverla multiproducto y así, lograr una economía de alcance, es decir, que resulta más barato producir conjuntamente dos o más productos que hacerlo de forma separada. Es preciso señalar que el concepto tradicional de economías de escala en un contexto de producción simple al convertirse en global sólo significa una ampliación del mismo, pues no produce ningún otro efecto (Arbelo y Pérez, 1993).

Al respecto, existen dos planteamientos: 1) las principales economías que tienen rendimientos crecientes son aquellas con métodos de producción indirectos o intensivos en capital, y 2) las economías de los métodos indirectos dependen del tamaño del mercado y por lo mismo son clasificadas en la categoría de rendimientos crecientes. No es que las empresas se concentren en multiplicar sus ganancias por la vía de aumentar sus ventas, sino más bien de incrementar los ingresos a través de la reducción de costos (Young, 2009).

Existen numerosas razones para justificar lo benéfico que resulta para las empresas llevar a cabo un proceso de integración económica como lo son las economías de escala que constituyen un fuerte argumento para hacer frente a las teorías de costos constantes o crecientes en la producción. Es recomendable que las empresas fijen sus precios a partir del costo medio, ya que, si se toma en cuenta el costo marginal, sufrirán pérdidas por ser inferior al costo medio. Otro factor a considerar en este efecto son los aranceles, porque en algunos casos, su eliminación podría implicar la desaparición de ciertas industrias que a pesar de producir a escalas ineficientes sobreviven gracias a él (Martín, 2003).

Debido a estas barreras, los gobiernos de los países frecuentemente se preguntan si el libre comercio es su mejor opción, ya que eso conlleva una apertura comercial de su parte que se presenta arriesgada. Sin embargo, los especialistas hacen hincapié en que estas acciones llevan a las naciones a tener resultados positivos en su crecimiento económico a largo plazo, que les permite invertir en factores de producción nacionales con los que obtendrán mayores rendimientos. Esto hace que aumente la productividad que impulsa a la innovación y genera economías de escala para expandir su mercado y, además, obtener nuevas tecnologías por medio de la importación de bienes de capital más baratos, que con el tiempo facilitarán la acumulación de capital (Lascurain, 2013).

2.3. Teoría de los polos de desarrollo

Las nuevas teorías del comercio internacional se caracterizan por su afán en disolver la brecha que ha existido a lo largo de la historia entre los conceptos teóricos y la realidad. Su motivación es tratar de explicar realmente cómo funciona el comercio internacional, qué motiva a las empresas a seguir determinadas estrategias, qué factores inciden en sus decisiones y sobre todo intenta explicar cómo los medios de producción actuales se modifican de acuerdo a los vertiginosos cambios de la demanda.

Para François Perroux (1903- 1987) las empresas son unidades de producción que combinan factores con base en determinados precios para obtener un producto que saldrá al mercado también con un precio. Lo importante es lograr vender su producto al costo o por encima de él (Guillén, 2007). De esta manera, con influencia de Shumpeter y Keynes, Perroux, propone una nueva línea de pensamiento en la que critica a la teoría del equilibrio general introduciendo al factor humano en todo su análisis. Intenta explicar la realidad al construir su concepto de espacio económico, señalando que no necesariamente corresponden a los espacios políticos del Estado-nación. De este modo, la localización

en el espacio de la actividad económica cobra una gran relevancia porque tiene una incidencia directa tanto en los costos como en los precios. Así, “el espacio geo-económico se define por las relaciones geoeconómicas entre puntos, líneas, superficies y volúmenes” (Correa, 2000).

En 1955 Perroux propone el modelo de los polos de desarrollo, que unos años más tarde complementaría Jaques Boudeville (Blacutt, 2013), definiendo tres tipos de región: a) Región homogénea, b) Región polarizada y c) Región de planificación. En algunos casos, los nuevos estudios regionales añaden una cuarta región: administrativa o histórica (Salguero, 2006).

Al respecto, Salguero (2006) considera necesario aclarar que para Perroux y la escuela francesa de economía regional un “polo”, significa una aglomeración o concentración de elementos, mientras que el término polarización hace referencia al proceso por medio del cual los polos se crean y se amplían. Por último, es necesario comprender que en inglés la palabra “polarización” engloba otro concepto, pues se refiere al proceso en el que dos opuestos extremos se atraen, dando a entender que normalmente se trata de dos de ellos, en tanto que para los franceses pueden existir más de dos polos simultáneamente.

En síntesis, en la propuesta de Perroux una nueva industria que se localiza en una determinada región, producirá efectos tanto positivos como negativos en su entorno. Este resultado neto de efectos positivos evitará que la nueva industria localizada conforme un enclave y, por el contrario, se establezca un polo de desarrollo. Se parte de la base de que la región es homogénea en sus recursos y potencialidades. Los efectos positivos se concretan en que la nueva industria transforma los insumos locales y tiene la capacidad de atender el mercado regional y también el externo, sin dejar de lado los encadenamientos hacia atrás y hacia delante. Las tecnologías deberán ser intensivas en mano de obra, para crear empleos y la población debe garantizar un nivel de demanda mínimo para que la empresa siga su evolución natural. La participación del Estado y de la población asentada en la región debe ser fomentada y promovida. Según las nuevas perspectivas, las empresas localizadas no tienen que ser forzosamente de tipo industrial, pues una de servicios también puede lograr los efectos positivos deseados (Blacutt, 2013).

Inspirado en dichos fenómenos, Perroux enfoca gran parte de su trabajo a los problemas del desarrollo, que para él significa el crecimiento acumulativo y durable del producto real global. Sin embargo, aunque tanto el producto global como el per cápita se incrementen, no quiere decir que dichos pueblos productores estén logrando un desarrollo, el cual define como “la combinación de cambios mentales de una población que la hace apta para hacer crecer, acumular y hacer durar su producto real global” (Correa, 2000, p. 1096). En este sentido, según

los especialistas, es erróneo confundir el desarrollo con conceptos como: expansión, crecimiento, o progreso, dado que se quedan cortos al tratar de abarcar las dimensiones que implica. Según el trabajo de Lara, Barreto y Gutiérrez (2013), polo de crecimiento y polo de desarrollo no son sinónimos. El primero hace referencia a un conjunto que tiene la capacidad de inducir el crecimiento en otro conjunto y se define como el último incremento de un indicador dimensional, mientras que el segundo, es un conjunto que genera una dialéctica de la estructura económica y social que produce un efecto de aumento en la complejidad del mismo y amplía su retorno multidimensional.

Por tal motivo, para Perroux, es más adecuado identificar el progreso con un calificativo: progreso económico: cuando el nivel de riqueza se incrementa, progreso social, cuando el bienestar de toda la población aumenta y progreso técnico, que es cuando la productividad se incrementa al hacer uso de nuevas tecnologías. Sin embargo, los tres tipos de progreso no están vinculados entre sí. De hecho, tiene que ver con la dependencia económica de un país, es decir, qué tanto su economía necesita de variables externas, ya que eso indicará su nivel de dependencia y también de dominio (Guillén, 2008).

En relación a los polos de desarrollo, Perroux señala que cuando en un sistema regional se inserta una nueva actividad, en este caso una planta industrial con tamaño considerable para lograr desestabilizar sus alrededores, esta generará una serie de repercusiones tanto positivas como negativas en el resto del sistema. En la medida que los efectos se acumulan en el subsistema regional, se le concederá a dicha actividad el carácter de “polo para la región”, que fomentará un crecimiento según el nivel y la calidad de las repercusiones que tenga en las estructuras preexistentes del sistema. Sin embargo, estas acciones se enfrentan a un dilema compuesto por dos partes (Coraggio, 1972):

- a) ¿Cómo lograr que una actividad motriz se localice en una región?
- b) ¿Cómo evitar que se convierta en un enclave?

Según Coraggio (1972), en palabras del propio Perroux: “el polo de desarrollo es un generador de actividad económica y su interés reside en la capacidad de multiplicación”. Por eso, elabora el concepto de industria motriz, que se caracteriza por tener tasas de crecimiento superiores a la media del producto nacional e industrial, durante determinado periodo.

En el caso de los países en vías de desarrollo uno de los retos más grandes lo constituyen las disparidades interregionales que viven. En gran medida esto se debe a la brecha existente entre la teoría sobre el tema y la realidad. La discusión

teórica del desarrollo regional evolucionó rápidamente transformándose hasta convertirse en un enfoque alternativo de desarrollo territorial en el que resaltan las cualidades culturales y políticas, así como los requerimientos económicos de los diversos grupos sociales que lo componen (Apey, 2008). Esta realidad queda ejemplificada en los distintos intentos fallidos en América Latina de agruparse al percatarse de que la integración regional sólo era posible entre países con un desarrollo similar (Grabendorff, 1978).

De este modo, la teoría de polos de crecimiento acepta que se necesita de unidades de gran escala para lograr el grado total de economías externas e internas de urbanización y localización, que maximizarán los retornos de la inversión, puesto que en todas partes las tendencias en la sociedad capitalista son similares. En concreto, la expansión del área de crecimiento se basa en el subdesarrollo de las periferias, ya que tanto ese como el desarrollo están interrelacionados y ambos forman la totalidad capitalista a partir de una interdependencia mutua de dominancia-dependencia (Armstrong, 1972).

Para otros como Eaton y Kortum (2002), existen distintos conceptos a considerar en los intercambios comerciales internacionales que están estrechamente ligados a los polos de desarrollo, como:

- a) El comercio se reduce drásticamente por la distancia.
- b) Los precios varían de acuerdo a la ubicación, haciendo que la diferencia sea mayor para los lugares más alejados.
- c) La proporción factorial dista mucho de ser equitativa entre los países.
- d) La productividad relativa de los países varía considerablemente de una industria a otra.

Por lo tanto, establecen que la geografía es importante para las actividades económicas y que los países están trabajando con distintos niveles de tecnología. Esto hace que existan diferencias de costos, que a la larga repercute en las estrategias de comercialización de las empresas. Finalmente, concluyen que, aunque la ventaja comparativa genera ganancias potenciales en el comercio, los beneficios se ven disminuidos debido a las barreras geográficas (Eaton y Kortum, 2002).

En este sentido, existe una correlación con el concepto de economías externas que influyen en la localización de las actividades productivas que depende de la dotación de factores, la disponibilidad de materias primas, la naturaleza del mercado de trabajo y la presencia de economías externas entre otras variables (Segarra, 2001).

Aunque son múltiples los factores que intervienen, existen marcadas tendencias de localización para las actividades productivas (Callejón, 1997):

- La concentración en unas cuantas localizaciones y no a la dispersión de la mayoría de las actividades industriales.
- Los territorios incluidos dentro de un ámbito geográfico mayor a especializarse en un cierto número limitado de actividades porque la fuerza de trabajo está mayormente concentrada en unas actividades que en otras con respecto a la media.

Partiendo de dicha base, desde Adam Smith, los estudiosos han intentado develar que factores son los que inciden en la localización de las actividades productivas, hasta que Marshal (1920) empleó el concepto de las economías externas para explicarlo, distinguiendo dos tipos: a) economías externas pecuniarias, que son las estrechamente relacionadas a los precios y se traducen en mejoras de costos para las empresas, y b) las no pecuniarias, enfocadas a impulsar el cambio tecnológico. En el mismo sentido, se identifican tres tipos de factores generadores de economías externas (Callejón, 1997):

- a) Un mercado de trabajo especializado que facilita la adaptación de la empresa su ciclo productivo propio y le ayuda a disminuir costos.
- b) Vínculos hacia adelante y hacia atrás con otras empresas.
- c) Los flujos de información tecnológicos que se dan entre empresas del mismo sector.

De este modo, las economías de escala externas se crean fuera de la empresa, en la industria y surgen cuando esta se expande, provocando una disminución en los costos del resto de las empresas que participan en la industria. Por ejemplo, la reducción de costos como consecuencia de la mejora del sistema de transporte o la reducción de costos que genera la construcción de empresas en una localidad o región (Lencinas, 2012).

Según Grupo Aduar (2000), citado por Rozga (2015), por polo de desarrollo se entiende: “el conjunto de las industrias bastante integrado y dinámico, localizado en las inmediaciones de una ciudad, del cual se espera que genere un efecto difusor del crecimiento económico en un territorio más amplio, caracterizado hasta ese momento por una escasa diversificación de la estructura productiva. Los polos de desarrollo constituyen un ejemplo destacado de intervención dirigida del sector público en el proceso industrializador” (p. 293).

Con base en su investigación Serrano (2001), concluye que no son las políticas de desarrollo sectorial las que permitirán relanzar una región, sino aquellas polí-

ticas centradas en el desarrollo de los sectores más dinámicos en cada región, con acciones como: la difusión de tecnología entre empresas y sectores, la mejoría de las infraestructuras y vías de comunicación, que faciliten el acceso a mercados tanto nacionales como internacionales, logrando así abaratar los costos de transportación.

2.4. Teoría del comercio intraindustrial

Se considera que el pionero del comercio intraindustrial es Bela Balassa, debido a que, en 1966, hizo uno de los primeros estudios sobre la creación de la Comunidad Económica Europea, que fue punto de partida de múltiples investigaciones. Posteriormente, en 1970, Grubell definiría al comercio intraindustrial diciendo que: “los bienes comercializados son sustitutos en su consumo, en su producción o en ambos” (González Blanco, 2011).

La diferencia que existe entre el comercio inter-industrial de aquel que es intra-industrial, es que, el primero, se da cuando dos países tanto exportan como importan productos provenientes de distintas industrias, mientras que el segundo, es el que surge en el momento que se importan y exportan bienes de una misma industria (Moscoso y Vásquez, 2006). Para Sequeiros y Fernández Redondo (2011), el comercio intraindustrial es “la importación y la exportación del mismo tipo de bienes por un país determinado”. De hecho, estos autores consideran que el comercio intraindustrial es polifórmico porque comprende aspectos como el nivel de agregación geográfico, el nivel de agregación temporal y el hecho de que el total resulta siempre superior a la suma de las partes.

Para López Arévalo y Rodil (2008), ni Ricardo, ni H-O pueden explicar el comercio intraindustrial, ya que sus planteamiento resultan contradictorios con su existencia, porque según plantean H-O, los sectores importadores y exportadores deben definirse en función de las ventajas y desventajas que tenga cada país. Por lo tanto, es claro que esto no se cumple en el país que importa y exporta variedades de un mismo producto. Sin embargo, es comprensible que las propuestas de dichos autores no pudieran contemplar este escenario porque en su contexto histórico simplemente no existían estas condiciones.

El concepto de comercio intraindustrial ha causado polémica porque para algunos expertos no se trata de un cambio en el patrón de especialización, sino de una consecuencia por la insuficiente desagregación de las estadísticas utilizadas, argumentando que, si se profundizara el análisis, entonces el comercio intraindustrial desaparecería. Hasta aquí, muchos pensaban que esta afirmación era correcta, hasta que en 1986 Abd-El Rahman, a través de un estudio de alto grado de desagregación demostró que este tipo de intercambios continúa siendo

importante (González Blanco, 2011). Gray (1973) y Davis (1977), citados por Sotomayor (2008), aseguran que antes del oficial reconocimiento de su existencia, se consideró que el comercio intraindustrial se trataba de una variante de la teoría de proporciones factoriales. Sin embargo, desde distintas aproximaciones se concluyó que sus dos rasgos distintivos son: a) las economías de escala, y b) la diferenciación del producto.

El comercio intraindustrial suele definirse como: la presencia simultánea de importaciones y exportaciones de un mismo sector. Además, se han observado dos características a partir de distintos enfoques: 1) que estos flujos comerciales no reflejan una especialización, sino, más bien, que incluyen bienes semejantes o sustitutos, y 2) que se dan entre países con una dotación factorial semejante o equiparable. Lo anterior, pone en entredicho las teorías clásicas de la economía que versan de una ventaja absoluta o comparativa entre países (Leoz y Azpiazu, 1986).

En 1980, Krugman, declara que los países comercian para aprovechar las economías de escala en sus procesos de producción y que esto aunado a la diferenciación del producto, la segmentación de los mercados y la discriminación de precios, son la clave para entender este tipo de comercio, que refleja la presencia de retornos crecientes en la producción, misma que permite que un país produzca y exporte una variedad de productos. Así mismo, su relevancia dependerá de las semejanzas o diferencias de los países con los que se produce el intercambio, ya que si son muy parecidos entonces las ventajas comparativas serán poco significativas y el comercio inter-industrial será escaso, provocando que el comercio intra-industrial sea el preponderante (Caicedo y Mora, 2011).

Según González Blanco (2011), los factores determinantes del comercio intraindustrial son los siguientes:

- Las diferencias en la dotación factorial. Existe un tipo de comercio intra-industrial amparado por la ventaja comparativa, ya que se comercializan productos sustituibles en su consumo, pero diferenciados en sus inputs.
- La diferenciación de productos. Es la demanda de diferenciación por parte de los consumidores la que provoca este tipo de comercio, porque existe una tendencia para Linder (1961) citado por Basevi (1970) de que, a mayor nivel de desarrollo económico, el comercio internacional necesitará un intercambio de productos significativamente diferenciados, característica que se incrementará cuando el mercado sea más amplio.
- Las economías de escala. Influye en la frecuencia y el volumen de los intercambios entre los países considerando su nivel de desarrollo, el tamaño del mercado, la protección arancelaria y la proximidad geográfica. Los principa-

los modelos son el de competencia monopolística, y los mercados oligopolísticos, también llamados “*dumping recíproco*”.

Concretamente, según López Arévalo y Rodil (2008), pueden identificarse tres modelos de comercio intraindustrial:

- 1) El que está basado en la diferenciación de productos y en las economías de escala.
- 2) El de bienes funcionalmente homogéneos, que está ligado al comercio fronterizo y estacional.
- 3) El que tiene su base en la brecha tecnológica y en el ciclo de vida del producto, así como en la internacionalización del proceso productivo.

Según los mismos autores, otra clasificación, consiste en:

- a) Horizontal. Ocurre cuando dos cadenas de producción independientes una de otra lleva al intercambio internacional bienes de la misma industria con un mismo nivel de elaboración.
- b) Vertical. Cuando una misma cadena de producción se localiza en distintos países, generando una reexportación de bienes.

Debido a este fenómeno que se suscita en el intercambio de bienes entre países y que promueve acciones como la producción a escala, Marshall en 1920, decidió analizar las razones que motivan a las empresas de ciertas industrias a agruparse en un mismo espacio geográfico, haciendo una distinción entre ciudades manufactureras y distritos industriales. En su estudio sobre los sectores industriales se percata de que pueden obtener ventajas en la producción a gran escala si un número de pequeños productores se reagrupa en un distrito. De este modo puede desarrollarse un mercado de industrias subsidiarias que pueden funcionar como proveedores especializados del resto de establecimientos. Sin embargo, Marshall fue duramente criticado al no ser capaz de probar su modelo, por lo que surgieron otras propuestas. Una de las principales aportaciones al tema la hizo Hotelling (1929), que parte de la base de que las empresas son libres de ubicarse donde consideren es óptimo, tomando en cuenta que los costos de transportación los absorberán los consumidores (Viladecans, 1995).

Así surge el concepto de conglomerados o clusters, que es la unión de organizaciones con distintos giros y que no son competidores directos ni se complemen-

tan en la misma cadena productiva. A pesar de que no existe un límite en el número de participantes que pueden integrarse, una característica relevante es que solo una empresa lleva el control y toma las decisiones sobre el resto de los miembros.

Algunos de los factores por los que una empresa se ve atraída de formar parte de un conglomerado son las siguientes (Tamayo y Piñeros, 2007):

- Reducción del riesgo: El conglomerado permite diversificarse tanto en productos como en mercados.
- Economías de alcance: Cuando en una sola empresa se integran diferentes procesos que anteriormente desempeñaban varias se pueden obtener reducciones considerables en los costos.
- Motivos de gerencia: En ocasiones existen conflictos internos porque los mandos medios y altos velan por sus intereses particulares, en un conglomerado esas prácticas se reducen al crear unidades administrativas comunes para la operación del conjunto de empresas.

Cuando una empresa ingresa en un clúster de manera casi inmediata acceda a un sinnúmero de beneficios entre los que destacan el rápido desarrollo, las economías de escala, la especialización, la disminución de costos y la retroalimentación que recibe como parte de la interacción directa con sus proveedores y en algunos casos también con sus clientes.

De esta manera, según Tamayo y Piñeros (2007), las empresas pueden decidir integrarse como conglomerados de acuerdo a los tres tipos existentes:

- Conglomerado de extensión productiva: Unión de empresas con productos que están relacionados, pero son diferentes.
- Conglomerados de extensión geográfica: Compañías que elaboran el mismo producto, pero en diferentes localizaciones.
- Conglomerado puro: Es cuando se unen firmas que operan en mercados totalmente distintos, es decir, de distintos giros.

A pesar de las ventajas que representa la aglomeración, no todas las empresas deciden aplicar dicha estrategia, sino que prefieren otras alternativas de integración. Esta importante decisión se da en función de los objetivos, la disponibilidad de recursos, la especialización, la mano de obra, conocimientos específicos, la necesidad de bienes complementarios o actividades de venta y distribución de los productos (Tamayo y Piñeros, 2007).

De acuerdo con los estudios que se han realizado hasta el momento: (Commons, 1934), (Coase, 1937 citado por Letto-Gilles, 2012), (Barnard, 1938 citado por Mahoney, 2005), (Hayek, 1945 citado por Steele, 2001), (Chandler, 1962 citado por Whittington, 2001) y (Arrow, 1969 citado por Tijerina, 1999), todo parece indicar que cuando los costos de transacción son elevados se recurre menos al mercado y entonces la empresa intentará realizar por sí misma todas las actividades que generan ese alto costo y que son necesarias para producir el bien y llevarlo al consumidor final.

Ferrando (2013), sostiene que actualmente los productos son fabricados en el mundo y no en un solo país, por lo tanto, es necesario un nuevo marco estadístico y metodológico para medir el valor agregado del comercio internacional, ya que, a la fecha no es posible medir de forma sólida la fragmentación internacional de la producción. Al respecto, Stephenson (2015), declara que no existen las cadenas globales de valor, sino que se trata de una producción desfragmentada entre países vecinos y por lo tanto es regional. Como muestra, dice que existen tres grandes centros de actividad en el mundo: Norteamérica, Europa y el sudeste asiático, señalando a los dos primeros como los que demandan y al tercero como el gran proveedor de sus necesidades.

2.5. La incidencia de los factores productivos y la localización en los procesos de fabricación y el intercambio comercial de bienes a nivel internacional

No cabe duda que la nueva geografía económica (NGE) ha suscitado múltiples controversias debido a los distintos enfoques de las diversas áreas del conocimiento que involucra, sin embargo, puntualmente han sido los profesionales de la economía y de la geografía los más participativos en sus aportaciones.

La distancia y la geografía han sido desde siempre factores clave para el comercio. Por tal motivo, la geografía económica ha incorporado estos elementos para entender la distribución de la actividad económica (Bereciartua, García, Toffoletti, y Cosentino, 2005). De aquí se desprenden inquietudes como las de entender y explicar cómo se forman y desarrollan las concentraciones o aglomeraciones económicas a lo largo de la geografía (Bereciartua *et al.*, 2005).

En 1979, Paul Krugman hizo una propuesta teórica denominada “La Nueva Teoría del Comercio” que superó por fin las explicaciones económicas de David Ricardo quien estuvo vigente desde principios del siglo XIX y que fueron perfeccionadas en años posteriores hasta que surgió el modelo de los suecos Eli Heckscher y Bertil Ohlin que, aunque más completo, también resultó insuficiente para explicar la actividad del comercio internacional. Por lo tanto, Krugman, basó su

propuesta en el concepto de las “economías de escala”, concluyendo que la especialización y la producción a gran escala con bajos costos y oferta diversificada son el caldo de cultivo que propicia la “Nueva Geografía Económica” (NGE) (Mayorga y Martínez Aldana, 2008).

La NGE no puede entenderse sin conocer sus antecedentes. Una de las bases principales de esta propuesta es la Teoría de la Localización, cuya reseña histórica y aportaciones más relevantes se describen a continuación.

2.5.1. La incidencia de la teoría de la localización en la Nueva Geografía Económica

En 2010, Ellison, Glaeser y Kerr, retomaron los estudios realizados por Marshall (1920), acerca de la concentración geográfica. De estos trabajos, los autores encontraron que todas las acciones descritas tuvieron su inspiración en la reducción de costos de transportación, bienes e ideas. Por lo tanto, a su parecer, la obra de Marshall sienta las bases de la aglomeración industrial y destacan los siguientes puntos de su contenido:

- Las firmas se ubicarán cercanos a sus proveedores o clientes para disminuir los costos de envío.
- Marshall, desarrolló una teoría sobre mercado de trabajo para explicar la clusterización.
- Marshall elaboró una teoría sobre el excedente intelectual y cómo coadyuva al surgimiento de aglomeraciones, en este caso industriales.

En este sentido, Duranton y Kerr (2015), destacan la injerencia que tienen dos fenómenos en particular como detonantes de la aglomeración de las empresas:

- a) La oferta de mano de obra en las ciudades, tomando en cuenta las restricciones a la migración de algunos países.
- b) El producto y la madurez tecnológica lleva a las industrias a mudarse de costosas ciudades a ubicaciones más baratas.

Es interesante como los autores resaltan los factores de la producción que además de ser de alta variabilidad, son la base de la diferenciación, porque gracias a la mano de obra y a la tecnología, las empresas son capaces de ser competitivas en los mercados internacionales.

Tanto la mano de obra como la tecnología tienen una fuerte incidencia en los procesos de intercambio de bienes entre países. A partir del campo de la economía internacional, se ha concluido que son tres los principales obstáculos

para el comercio: 1) la distancia, 2) los cruces fronterizos y 3) la contigüidad. En este sentido, por medio de distintos estudios se ha detectado que las barreras de comunicación dificultan que los consumidores obtengan información relevante sobre los bienes producidos en otra ubicación, a la par de que los productores locales se desconectan del cliente final y que las personas son propensas a valorar más los productos elaborados localmente porque existe la tendencia de hábitos de consumo heredados o bien prevalece el espíritu nacionalista al momento de realizar sus adquisiciones (Combes, Lafourcade, y Mayer, 2005).

Duranton y Puga (2001), afirman que cuando las ciudades diversificadas y especializadas coexisten, entonces actúan como un vivero que les facilita a las empresas la experimentación. Este ambiente, promueve que tan pronto la empresa encuentre su proceso de producción ideal, tenderá a reubicarse en una ciudad especializada en el mismo para iniciar con la producción en masa. De este modo, en las ciudades especializadas, los costos de producción unitaria serán lo suficientemente bajos para justificar el costo de la reubicación.

Según Saxenian (2007), algo semejante ocurre con la observación de la conducta organizacional de determinada industria, que cuando resulta exitosa tiende a ser imitada por otras que desean obtener buenos resultados. Así, muchos suponen que el hecho de agrupar varias empresas pequeñas y medianas en la misma ubicación garantizará que obtengan los máximos niveles de innovación al verse beneficiadas de la cercanía para compartir información y así lograr reconfigurar su estructura a las necesidades que les exigen los nuevos desarrollos (Pellenbarg, 2008).

La relevancia del tema de la localización se remonta a los economistas clásicos, pues Adam Smith (1766), le concedió gran importancia en su trabajo a los costos de transporte al argumentar que el valor, más no el precio de los bienes varía de acuerdo a las diferencias espaciales en los elementos que determinan los costos de producción como los salarios y las rentas pagadas a los factores productivos. En contraste, Ricardo (1817), dejaría de lado las diferencias espaciales de los precios para resaltar las diferencias en la fertilidad de los suelos para terminar englobando los costos de transportación en los costos totales. Desde ese momento el análisis económico clásico marginaría la dimensión espacial de la teoría económica. Este distanciamiento teórico entre la propuesta de Ricardo y la de Von Thünen se traduce como la separación entre la tradición clásica y la teoría de la localización (Duch, 2005).

Se reconoce a los trabajos de Von Thünen (1826) como la base de la teoría de la localización. Su modelo se centra en estudiar la transformación espacial provocada de la sustitución de un sistema agrícola cerrado o autárquico por otro

de mercado o comercial. Aunque ampliamente criticado, este modelo ha sido probado en distintas ocasiones, demostrando su vigencia al aplicarlo a otras industrias además de la agrícola como por ejemplo para el análisis de la localización de los lugares turísticos. Algunas de las aportaciones relevantes de este modelo a la teoría de la localización son el concepto de renta diferencial y su teoría del salario natural (García Ramon, 1976).

Después, Alfred Weber haría sus aportaciones a la teoría de la localización centrandose sus investigaciones en tratar de responder a la pregunta de: ¿Qué causa que una industria cambie su ubicación?, llegando a la conclusión de que la ubicación cambia de acuerdo al desarrollo económico porque el proceso que lo genera altera la fuerza de los factores de ubicación individuales (James, 1968). Debido a la relevancia de sus aportaciones, se le considera el padre de la teoría de la localización industrial a partir de su publicación en 1909, popularizándose a partir de ese año y hasta la década de los 60. Su propuesta distingue dos corrientes principales: 1) La enfocada a determinar las normas de localización de una empresa, y 2) La interesada en encontrar las leyes que conducen al equilibrio espacial, teniendo como su principal representante a Lösch (Bustos, 1993).

Posterior a la fiebre Weberiana comenzó a fraguarse una nueva corriente de la teoría de la localización que se negaba a aceptar que lograr la minimización de costos fuera el único factor determinante de la localización. En este sentido tanto Fetter (1924) como Hotelling (1929) investigan la relación que existe entre tres elementos: la formación de precios, las áreas de mercado y la localización. Ambos autores terminan concluyendo que el equilibrio locacional se logra solamente cuando se concentra a los vendedores en un solo punto. Más tarde Christaller reafirmaría esta corriente de pensamiento con su teoría (Duch, 2005).

Los trabajos de Christaller fueron continuados por Lösch para dar origen a la denominada Teoría de Los Lugares Centrales (TLC), que en síntesis trata de la cercanía entre lugares centrales provoca que la distribución espacial de las mismas se agrupe adquiriendo una forma hexagonal que resulta más eficiente. Esta forma es resultado de los costos de producción y de transporte que son inherentes al lugar central. Para estos autores los lugares centrales de mayor tamaño son relevantes porque surten de bienes y servicios a los lugares más pequeños, generando así una jerarquía entre las ciudades (Becerra, 2013).

Después de la Teoría de los Lugares Centrales no hubo grandes aportaciones a la teoría de la localización hasta las aportaciones de Walter Isard (1960), quien fue el que integró la variable del espacio a la teoría del equilibrio general. Este autor brinda un análisis empírico detallado de las regiones y de la actividad

económica de los Estados Unidos, país en el que aplica sus modelos, siendo el principal el gravitacional, en el que la región es concebida como una masa y las relaciones interregionales de tales partículas individuales pueden considerarse como las realizadas entre masas (ídem).

En definitiva, todos los teóricos expuestos coinciden en que la localización de las empresas es clave para su operación y que los principales factores que inciden en la decisión de cómo seleccionarla esta directamente relacionada con la disminución de costos, principalmente aquellos necesarios para recibir la materia prima y para distribuir el producto terminado.

La evolución de la teoría de la localización llegó con la Nueva Geografía Económica, que según Fujita, quien retoma los trabajos de Marshall y Von Thünen, la geografía económica surge con el afán de intentar explicar las distintas formas de aglomeración o concentración en ubicaciones específicas. Sus inicios se sitúan a principios de la década de los 90's, teniendo como base los "Modelos Urbanos No Monocéntricos", cuya característica principal es que la formación del conjunto espacial de una metrópolis es determinada endógenamente. A menudo a la unión de estos elementos se le denomina la "Nueva Geografía Económica" (Fujita M. , 2011).

2.5.2. La Nueva Geografía Económica

La Nueva Geografía Económica (NGE) hizo su aparición a principios de la década de los noventa y se reconocen como sus padres a Krugman, Fujita y Venables, quienes, para algunos especialistas, ignoraron lo que muchos geógrafos y economistas habían aportado al análisis regional con anterioridad. Por lo tanto, para algunos estudiosos el adjetivo de "nueva" es inapropiado (Cuadrado, 2014).

Según Masahisa Fujita, la geografía económica surge con el afán de intentar explicar las distintas formas de aglomeración o concentración en ubicaciones específicas. Sus inicios se sitúan a principios de la década de los 90's, teniendo como base los "Modelos Urbanos No Monocéntricos", cuya característica principal es que la formación del conjunto espacial de una metrópolis es determinada endógenamente. A menudo a la unión de estos elementos se le denomina la Nueva Geografía Económica (Fujita, 2011).

La NGE se gesta en los modelos propuestos por Fujita, Krugman y Venables quienes retoman a su vez los trabajos previos de Von Thünen, a quien reconocen como el pionero de la Teoría de la Localización, y de Marshall. Así, centraron su corriente en hipótesis simplificadoras que se prueban a través de modelos de

estrategias que toman como base principal el modelo analítico de Dixit y Stiglitz (1977), retomando la vieja idea de la competencia monopolística, que puede ser descrita como el intento de reconocer la existencia de un poder monopolístico, mientras se modifica el modelo de la oferta y demanda (Moncayo, 2001).

Para Fujita y Krugman (2004), la NGE persigue los siguientes objetivos:

- Proporcionar una explicación a la formación de las distintas alternativas de aglomeración o concentración económica en espacios geográficos, ya que el *clustering* tiene una variedad de formas y niveles.
- Incluir el debate de la economía urbana en un espectro más amplio que abarque el funcionamiento de la economía nacional o mundial en su totalidad. Esto con el fin de ampliar el concepto de *equilibrio general*, que deja en claro de dónde proviene el dinero y hacia dónde se dirige, argumento que debería ser capaz de explicar tanto el fenómeno de la concentración como el de la dispersión, por ejemplo, del factor trabajo disponible.

Por lo tanto, para Fujita (2004), la meta de la NGE es crear una aproximación a través de modelos que reflejen cómo la estructura geográfica de una economía es determinada por la tensión existente entre dos fuerzas: las centrípetas que concentran la actividad económica y las centrífugas que la separan.

Sobre los modelos Krugman (2004) hace hincapié en algunos términos clave a considerar:

- El modelo de equilibrio general de una economía en su conjunto será el que la distinga de los que puedan proporcionar la teoría de la localización y la geografía económica.
- Los rendimientos crecientes o indivisibles del productor de manera individual o de una sola fábrica, conducen a una estructura de mercado que se distingue por la *competencia imperfecta*.
- Los costos de transportación hacen que la distancia sea importante.
- El movimiento locacional de los factores productivos y los consumidores constituyen en sí mismos un prerrequisito a considerar en el estudio de la aglomeración.

Así, la NGE inició en palabras del propio Krugman con modelos simples y estilizados que buscaban lograr la rastreabilidad antes que reflejar la realidad. De este modo, surgieron distintos modelos fáciles de aplicar, pero poco realistas

para incorporar elementos de difícil medición como la competencia imperfecta o los costos de transporte, sin embargo, ese no era el objetivo, sino como muchos teóricos lo habían intentado antes, se trataba de entender cómo funcionan las interacciones económicas en el espacio. De este modo, surgieron cuatro propuestas (Krugman, 2004):

- a) Los costos de transporte: También incluyen aquí los costos de transacción a distancia. Tienen un papel preponderante en la integración del comercio internacional e interregional. Le dan mayor peso a este factor que otras teorías como la del comercio internacional o de la economía urbana.
- b) La interacción del tamaño del mercado con rendimientos crecientes: Es clave para decidir la ubicación de la producción. Para ello, es importante contemplar elementos como los efectos del mercado doméstico, los recursos localizados en el territorio y la densidad de su población, así como su nivel de especialización.
- c) Un proceso acumulativo: Los grandes mercados atraen la producción, que a su vez provoca que aumente el tamaño de los mercados promoviendo la aglomeración. Sin embargo, consideran que las ciudades y regiones están sujetas a cambios discontinuos.
- d) Los procesos que dan forma a la NGE dentro de los países también lo hacen con el comercio internacional: Tanto Krugman como Fujita y Venables esperaban poder justificar finalmente la afirmación de Ohlin acerca de que la teoría del comercio internacional simplemente se trata de la teoría de la ubicación internacional.

Partiendo de esta base, distintos estudiosos han continuado reuniendo evidencias para poder explicar los fenómenos que ocasiona la localización de los factores productivos y las aglomeraciones. En muchos casos destacan elementos como los costos de transportación, la distancia entre los países, el nivel de desarrollo, la especialización de la mano de obra, la disponibilidad de recursos naturales para ser proveedores de materias primas entre otros cuya relevancia e influencia en los procesos de fabricación y en la comercialización a continuación se confirman (Deichmann y Gill, 2008):

- Cuando los costos de transporte disminuyen, las empresas aumentan su escala y su producción.
- El determinante de crecimiento de las regiones en desarrollo es el comercio dentro de una misma industria, principalmente en partes y componentes.

- Cada vez existen más redes sofisticadas de proveedor- comprador que han sido la clave para la globalización. Los clientes finales pueden ubicarse en cualquier lugar, pero los proveedores de materias primas generalmente se localizan cerca.
- La especialización incrementa el comercio y genera oportunidades para las economías más pequeñas que se suman a las cadenas globales de valor o a la desagregación vertical.

Aunque estos elementos resultan relevantes, también lo son los factores productivos disponibles, ya que de ellos depende el desarrollo de un país. Por lo tanto, según Krugman y Venables (1995), la movilidad del trabajo dentro de un espacio diferencia a la economía regional de la internacional, ya que desde la primera se considera que el trabajo es móvil, mientras que en la segunda asume que el trabajo es fijo o imperfectamente móvil entre países. Por tal motivo, la NGE fundamenta la migración interna, proceso que se detona debido a la heterogeneidad de la concentración de la producción en diferentes regiones provocada por los rendimientos crecientes. De este modo, tanto las empresas como los trabajadores tenderán a migrar a regiones con mayor potencial de mercado. En este sentido, es posible suponer que la migración laboral se suscita por: 1) Las brechas salariales, 2) Los costos de movilidad, 3) El riesgo de migrar, y 4) El potencial del mercado de las regiones receptoras. En consecuencia, la concentración de empresas en una región promueve que se genere una aglomeración de trabajadores especializados, disminuyendo su probabilidad de desempleo y a su vez de carecer de mano de obra, este ambiente hará que sea más deseable vivir y producir cerca de una concentración de producción manufacturera (Quintana y Salgado, 2016).

Desde la perspectiva de las aglomeraciones, los *clusters* son parte del enfoque neoclásico que señala que las diferencias en el rendimiento de los factores trabajo y capital provocan su migración hacia regiones que les generen mayor rentabilidad. Así, aunque las economías de aglomeración favorecen el surgimiento de rendimientos crecientes de alta rentabilidad en la zona, el crecimiento a nivel interregional suele ser desequilibrado. Este escenario se da incluso en países en los que existen condiciones iguales para todos sus estados: políticas gubernamentales, condiciones del mercado de capitales, el costo de los factores y la eficiencia del equipo de transporte (Lartigue, 2006).

Como toda corriente del conocimiento, la NGE es perfectible y ha sido el foco de múltiples críticas desde su publicación, especialmente por los estudiosos de la geografía cuyos miembros más ortodoxos consideran que Krugman, Fujita y Venables realmente no están haciendo ninguna aportación.

Los principales críticos a los trabajos de los economistas que han promovido la “Nueva Geografía Económica” han sido los geógrafos económicos, en especial Ron Martin, quien señala que los modelos hasta el momento utilizados son abstractos e irrealistas como para que puedan aplicarse a la realidad y ser comprobados, además de estar altamente matematizados, aspecto que restringe considerar elementos como la “inercia” y los “accidentes históricos”. En síntesis, Martin considera que los trabajos de Krugman son fallidos al retomar los modelos de la ciencia regional y de economía urbana que los geógrafos económicos ya habían descartado porque no logran abarcar todos los factores que constituyen la compleja realidad de los lugares (Moncayo, 2001).

Frente a estas críticas, Krugman (2000), declara que es consciente de que el nombre de NGE puede ocasionar enojo a los geógrafos que tradicionalmente han trabajado arduamente en la geografía económica y por tanto, consideran que muchas de las cosas que dicen los “nuevos geógrafos” son ya antiguas y por otro lado que ignora la mayoría de los estudios realizados previamente como en su momento ocurrió con la teoría del comercio (Cuadrado, 2014).

Después de haber conseguido varios seguidores y también de haber recibido amplias críticas por sus modelos y por hacer uso del término “Nueva” Geografía Económica, Krugman elabora un documento en el que plasma las reflexiones sobre su trabajo a casi 15 años de haber hecho la primera y controversial publicación sobre el tema.

En este documento que titula “La “Nueva” Geografía Económica: ¿dónde estamos?”, inicia comentando como al principio tanto el como Fujita y Venebles se enfrascaron en crear modelos de fácil aplicación para incluir elementos importantes como la competencia imperfecta o los costos de transporte, pero que les llevó algún tiempo recobrar el sentido de su inquietud inicial: entender cómo funcionan las interacciones económicas en el espacio. En principio, les parecía una idea emocionante e inspiradora, pero varios años después con mucha evidencia empírica reunida, Krugman hace las siguientes declaraciones acerca de la NGE (Krugman, 2004):

- a) **La distancia es importante.** Esto lo pudo comprobar después de haber aplicado distintos modelos de gravedad, un instrumento ampliamente utilizado para predecir flujos comerciales y detectar anomalías como el impacto que tiene en el comercio la moneda, el idioma o los acuerdos comerciales. De este modo, un resultado secundario derivado de estos modelos ha sido la confirmación de que la distancia importa, porque a pesar de todos los

avances en comunicaciones y transportes, el comercio entre dos países cae dramáticamente a medida que aumenta la distancia entre ellos.

De este modo, Krugman prueba que el intercambio comercial entre países se debe en gran medida a la distancia y no tanto a su desarrollo o a la existencia del tratado, puesto que muestra como Canadá y México tienen más comercio con Estados Unidos que con países más distantes con su mismo tamaño económico y que su relación comercial es anterior al TLCAN. Según el economista, del mismo modo se explica el rápido crecimiento de las economías en Asia Oriental, en particular de China, puesto que los modelos de gravedad muestran que, si dos economías crecen rápido, su comercio mutuo también lo hará y si además su distancia geográfica es corta, su intercambio comercial se convertirá en una pieza importante del comercio internacional.

b) El aumento de los rendimientos y los efectos en el mercado interno.

Cuando la producción está sujeta a rendimientos crecientes, hay un incentivo para concentrar la producción en un reducido número de ubicaciones. A su vez, los costos de transporte promueven elegir ubicaciones cercanas a los mercados grandes y atender a los más pequeños a larga distancia. De este modo, el efecto en el “mercado interno”, los países y regiones en igualdad de condiciones, deberían tender a exportar productos sujetos a rendimientos crecientes para los cuales tienen una demanda nacional o local grande.

c) Procesos acumulativos y equilibrios múltiples. Después de estudiar el fenómeno a nivel de aglomeraciones regionales y urbanas de las localizaciones industriales, tomando en cuenta las arbitrariedades e incluso los accidentes históricos para decidir sus ubicaciones, hasta el año 2004, la evidencia reunida era escasa y contradictoria. Para comprobarlo, estudiaron dos hechos históricos: los bombardeos de Estados Unidos a distintas ciudades japonesas, que demostraron que aunque el daño variaba entre las ciudades, no tuvieron secuelas en la población en general una vez que lograron reponerse en la posguerra, concluyendo que, no hay evidencia de los efectos persistentes de los *shocks* temporales que esperaban si los equilibrios múltiples fueran generalizados. Por otra parte, analizaron el auge temporal de la costa del Pacífico inducido por la guerra en Estados Unidos que llevó a California y al Oeste a un equilibrio mayor al nivel que persistió en la posguerra, mientras del otro lado, en Japón, gozaban ya de estabilidad, debido a que sus ciudades se ubican en sitios determinados por puertos naturales, demostrando así que los equilibrios múltiples se reducen drásticamente, incluso con pequeñas ventajas naturales en ubicaciones particulares. Al respecto concluye que tal vez el

surgimiento de California fue inevitable, pero la Segunda Guerra Mundial aceleró su llegada en una o dos décadas.

- d) Comercio interregional versus comercio internacional.** Aunque les otorga a los países su relevancia como unidades económicas, enfatiza que el intercambio comercial se produce de manera más frecuente a nivel regional. Para demostrarlo cita el ejemplo de Canadá, país que recopila datos del comercio interprovincial, probando así que las provincias canadienses tienen un mayor número de intercambios entre sí que con los estados de Estados Unidos que se encuentran en una situación similar. Una posible explicación a este fenómeno es que la frontera entre ambos países disuade al comercio.

A partir de estas afirmaciones se confirma la importancia que tiene la ubicación de un país, así como la localización de los factores productivos, ya que es un elemento clave en su desarrollo al repercutir en distintos ámbitos como el costo del transporte, la disponibilidad de materias primas y el nivel de especialización alcanzado. Desde esta óptica, podría suponerse que entonces los territorios que desde el punto de vista geográfico son menos favorecidos están condenados a vivir limitadamente. En este sentido, Deichmann y Gill (2008), comentan que en la mayoría de los países de regiones rezagadas carecen del número de trabajadores calificados, la capacidad financiera local y la capacidad de sostener grupos de proveedores y servicios complementarios necesarios.

La integración regional no es uniforme y está dada por la configuración geográfica, pero además es un proceso que se ve afectado por la densidad económica al interior de la zona y la distancia que separa a los principales mercados mundiales. Por eso, las regiones como América Central, el Caribe, el Norte de África y Europa Oriental, que son cercanas a los mercados mundiales, tienen una integración relativamente fácil. Después están los países que dada su extensión tienen un amplio mercado interno que hace que se desarrollen, tal es el caso de China, India, Sudáfrica y Brasil. Otras regiones como África Meridional y América del Sur pueden integrarse al mundo si amplían sus mercados locales y se especializan a nivel institucional y de infraestructura regional (Deichmann y Gill, 2008).

CAPÍTULO 3

LOS FACTORES DE LA PRODUCCIÓN EN EL VALOR AGREGADO DEL PRODUCTO TERMINADO DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN EL APEC

“Lo importante en la ciencia no es tanto obtener nuevos datos, sino descubrir nuevas formas de pensar sobre ellos.”
William Lawrence Bragg, Nobel de Física 1915.

En este capítulo se analiza cuál de los factores de la producción es el preponderante en el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el APEC. Utilizando para ello, como herramienta metodológica las redes neuronales artificiales con su variante Perceptrón Multicapa.

Para un desarrollo específico de la herramienta metodológica instrumentada para llegar a los resultados presentados en este capítulo, se sugiere revisar el anexo 1. En este anexo, se describen las redes neuronales artificiales, su evolución, el concepto como tal y su clasificación, haciendo énfasis en la subvariante de las redes neuronales artificiales Perceptrón Multicapa, que es el tipo de red neuronal artificial aquí considerada.

El capítulo está compuesto por tres apartados. El primero muestra los resultados que arroja la red neuronal artificial Perceptrón Multicapa para cada uno de los catorce países seleccionados: Australia, Canadá, Chile, China, Corea del Sur, Estados Unidos, Indonesia, Japón, México, Nueva Zelanda, Perú, Rusia, Tailandia y Vietnam.

En el segundo apartado, se presentan los resultados obtenidos de aplicar la red neuronal artificial Perceptrón Multicapa a la misma selección de catorce países, pero divididos en dos categorías: a) países desarrollados, y b) países en desarrollo.

En el tercer apartado se dan a conocer los resultados que se desprenden de la implementación de la red neuronal artificial del tipo Perceptrón Multicapa para cada una de las diez marcas automotrices seleccionadas: Daimler, Dongfeng, Ford, General Motors, Hyundai, KIA, Mazda, Nissan, Suzuki y Toyota.

Al final de cada uno de estos apartados se muestra de manera sintética un cuadro global de resultados que facilita la lectura y la comparación entre cada

uno de los casos analizados. Existe uno por cada nivel de análisis: por los países seleccionados, por el nivel de desarrollo de estos países y por marcas automotrices.

3.1. Resultados de la RNA para cada uno de los países seleccionados

Se presentan aquí, los análisis efectuados a partir de la instrumentación de la red neuronal artificial (RNA)¹ tipo Perceptrón Multicapa para cada uno de los catorce países seleccionados del APEC que fueron productores de automóviles en el periodo 2000-2011. Los resultados obtenidos fueron divididos en dos partes para cada país: La primera, muestra la tendencia del comportamiento de la variable dependiente Valor Agregado (VA), a través de los 12 años del periodo seleccionado por medio de un diagrama de dispersión y la segunda, presenta el análisis de importancia que corresponde a cada una de las variables independientes respecto a la variable dependiente en la que se observa, cuál de las dos variables independientes (Remuneraciones “REM” o la Formación Bruta de Capital Fijo “FBCF”), tuvo una mayor incidencia en el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz para los catorce países productores del APEC.

En relación con el diagrama de dispersión que presenta el comportamiento del valor agregado, es preciso señalar que los puntos en la gráfica son el resultado de la unión de dos coordenadas: 1) el valor agregado pronosticado, y 2) el valor agregado observado. También, basándose en las muestras de entrenamiento y comprobación, se crea una gráfica donde se puede ver la importancia normalizada de cada variable independiente.

La hipótesis a probar en este primer nivel de estudio, es que el factor capital antes que el factor trabajo, fue el que determinó el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el APEC durante el periodo 2000-2011.

El modelo de redes neuronales tipo Perceptrón Multicapa se ejecutó para cada uno de los catorce países seleccionados para el periodo 2000-2011:

- | | | |
|--------------|-------------------|---------------|
| 1) Australia | 6) Estados Unidos | 11) Perú |
| 2) Canadá | 7) Indonesia | 12) Rusia |
| 3) Chile | 8) Japón | 13) Tailandia |
| 4) China | 9) México | 14) Vietnam |
| 5) Corea | 10) Nueva Zelanda | |

¹ Si bien la abreviación RNA corresponde a la red neuronal artificial, se hará uso de esta abreviación haciendo referencia de manera general a la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa.

3.1.1. Australia

Se presentan aquí, los resultados obtenidos del análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa para la variable dependiente: valor agregado (VA) del producto terminado de la industria automotriz y las variables independientes: remuneraciones (REM), que representa al valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

En la gráfica 3.1., considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se observa como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Australia en el periodo 2000-2011, tuvo una tendencia positiva, aunque un tanto dispersa, en la que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo.

Gráfica 3.1.

Valor agregado pronosticado por observado de Australia, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En la gráfica 3.2., se presentan los resultados obtenidos por la RNA, se tiene de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por las Remuneraciones (REM), o factor capital, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa,

generó mayor valor agregado en los automóviles de Australia producidos durante el período 2000-2011.

Gráfica 3.2.

Comportamiento de los factores productivos en Australia, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

De tal manera que, en los resultados obtenidos por la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa, se da para Australia una importancia de 0.597 a la formación bruta de capital fijo (FBCF) y a las remuneraciones (REM) el 0.403. Es una diferencia significativa la que existe entre ambos factores, lo que supone que, aunque los dos fueron importantes, se hizo una mayor inversión en capital para ese periodo. Con base en la literatura revisada, este comportamiento pudo deberse a la apertura comercial que tenía el país en ese momento lo que permitía el ingreso de capitales extranjeros, quienes veían en Australia un terreno fértil, por eso varias compañías automotrices abrieron sus plantas en este país entre 2000 y 2011. Además, mostró una gran habilidad para convertir sus *commodities*

en productos de exportación de alto valor agregado. En otras palabras, para el caso de Australia el factor capital antes que el factor trabajo fue el determinante del valor agregado del producto terminado de su industria automotriz.

3.1.2. Canadá

En la gráfica 3.3., el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Canadá, tuvo una tendencia positiva y fuerte, ya que la mayoría de las observaciones se acercan a la línea. Esto significa que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo, al ubicar el comportamiento de la mayoría de los años por debajo de la línea.

Gráfica 3.3.

Valor agregado pronosticado por observado de Canadá, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

De los resultados de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa se desprende que, en lo que respecta a Canadá la importancia de la formación bruta de capital fijo fue de 0.715, mientras que las remuneraciones su peso fue del 0.285. Siendo mayor en un 60% el valor que le asignó la RNA al factor capital respecto al trabajo. Es una diferencia notable la que existe entre ambos factores en la que la inversión en capital resultó preponderante (véase gráfica 3.4.).

Gráfica 3.4.

Comportamiento de los factores productivos en Canadá, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

La predominancia del factor capital es indiscutible en la industria automotriz canadiense y es un resultado totalmente alineado a sus estrategias dentro del sector, por ejemplo, haber tenido de 2000 a 2011, una de las estructuras de costos y fiscales más bajas de la industria en la región, aunado a las importantes inversiones constantes que destina a I+D, además de la ubicación estratégica de sus plantas que le permitieron un ágil intercambio con otros países, principalmente con Estados Unidos.

3.1.3. Chile

En la gráfica 3.5., el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Chile tuvo una tendencia positiva, aunque más bien dispersa, en la que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo.

Gráfica 3.5.

Valor agregado pronosticado por observado de Chile, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Los resultados de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa dan para Chile una importancia de 0.512 a la formación bruta de capital fijo (FBCF) y a las remuneraciones (REM) el 0.488. Ya normalizados, a la FBCF la RNA le concede el 100%, mientras que a la variable REM el 95% (véase gráfica 3.6.). Al existir una diferencia entre ambos factores de la producción de tan solo el 5%, significa que para estos años el sector automotriz chileno tenía una fuerte dependencia por ambos factores y por lo tanto los dos eran relevantes.

Gráfica 3.6.

Comportamiento de los factores productivos en Chile, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Este comportamiento puede obedecer a que primeramente se concentraron en ofrecer mano de obra a un precio competitivo, pero posteriormente redireccionaron su estrategia para convertirse en productores de automóviles verdes, cuyo elemento principal es la batería de litio, elemento en el que tienen una ventaja comparativa frente al resto de los productores. El efecto de dichas inversiones puede ser la causa de estos resultados.

3.1.4. China

En la gráfica 3.7., se observa durante el período de estudio como en el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en China existe una tendencia lineal positiva y fuerte, esto debido a que en la mayoría de los años coincide el valor agregado observado con el pronosticado por la Red Neuronal Artificial Perceptrón Multicapa.

Gráfica 3.7.

Valor agregado pronosticado por observado de China, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En la gráfica 3.8., se observa que para China la formación bruta de capital fijo tuvo una importancia del 0.171, mientras que para las remuneraciones fue del 0.829. La variable REM es la que tiene mayor peso, dándose una diferencia entre ambas variables del 79% (ver gráfica 3.8.). Es una diferencia amplia la que existe entre los factores de la producción, lo que revela que la industria automotriz en China orientó sus recursos al factor trabajo para generar mayor valor agregado en su producto terminado durante los años revisados.

Gráfica 3.8.

Comportamiento de los factores productivos en China, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

China se posicionó como el productor automotriz líder durante la crisis económica de 2008. Dada su estrategia de atraer inversiones y tecnología de otras compañías automotrices se hubiera supuesto un incremento en su inversión en capital, pero no fue así, ya que el país asiático en ese periodo no fue más que un maquilador con alto grado de especialización a precios competitivos.

3.1.5. Corea del Sur

El valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Corea del Sur, tuvo una tendencia lineal positiva y fuerte, en la que predominó totalmente el valor agregado pronosticado por la RNA muy por encima del observado como lo demuestran los once de los doce puntos por arriba de la línea (véase gráfica 3.9.).

Gráfica 3.9.

Valor agregado pronosticado por observado de Corea del Sur, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En Corea del Sur la formación bruta de capital fijo tuvo una importancia en la generación del valor agregado del 0.274 y para las remuneraciones fue del 0.726. Con los valores normalizados, la variable REM es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor capital representado por FBCF, dándose una diferencia entre ambas variables del 62% (ver gráfica 3.10.). Es una diferencia amplia la que existe entre ambos factores, lo que da cuenta de que la industria automotriz coreana orientó sus recursos al factor trabajo para generar mayor valor agregado en su producto terminado durante el periodo de estudio.

Gráfica 3.10.

Comportamiento de los factores productivos en Corea del Sur, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

De la literatura revisada en este trabajo, se encuentra que este comportamiento probablemente se deba a que, durante la década de estudio, Corea del Sur estaba consolidándose como productor con marcas propias y también luchaba por atraer la inversión de las grandes automotrices a través de ofertarles una mano de obra de calidad, especializada y con costos competitivos. Estas estrategias finalmente lograron colocar a este país asiático como uno de los principales exportadores de automóviles de la región.

3.1.6. Estados Unidos

El valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Estados Unidos tuvo una tendencia positiva y fuerte, en la que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo al tener siete años por debajo de la línea (véase gráfica 3.11).

Gráfica 3.11.

Valor agregado pronosticado por observado de Estados Unidos, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Para los Estados Unidos el factor capital tuvo una importancia de 0.599 en la generación de valor agregado y en el factor trabajo fue del 0.401. Con los valores normalizados, la variable FBCF es la que tiene mayor peso, siendo superior al valor que le asignó el modelo al factor trabajo representado por REM, teniéndose una diferencia entre ambas variables del 33% (ver gráfica 3.12.). Es una diferencia significativa la que existe entre ambos factores, lo que supone que, aunque los dos fueron importantes, se hizo una mayor inversión en capital para este periodo.

Gráfica 3.12.

Comportamiento de los factores productivos en Estados Unidos, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En la década de estudio, la industria automotriz estadounidense se encontraba en expansión hasta que en 2008 sucumbió ante la crisis, al grado de casi extinguirse de no haber sido rescatada por su gobierno y por las estrategias que implementó para capitalizarse rápidamente, entre las que destacan el que haya enviado fases de su producción al exterior, aquellas menos intensivas en tecnología para minimizar los costos, particularmente a México. Cabe mencionar que el comportamiento de Estados Unidos para este periodo fue prácticamente igual al que tuvo Australia, quien no tuvo el mismo grado de afectación por la crisis.

3.1.7. Indonesia

El valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Indonesia, prácticamente tiene el mismo comportamiento en los valores observados y aquellos pronosticados por la RNA, como lo muestran los puntos que están casi alineados en su totalidad presentando una tendencia positiva muy fuerte (véase gráfica 3.13.).

Gráfica 3.13.

Valor agregado pronosticado por observado de Indonesia, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En Indonesia la importancia en la generación del valor agregado por parte del factor capital fue del 0.221 y del 0.799 por lo que se refiere al factor trabajo. Con los valores normalizados, la variable REM es la que tiene mayor peso, siendo mayor al valor que le asignó la RNA a la FBCF, observándose una diferencia entre ambas variables del 72% (ver gráfica 3.14.). Es una diferencia amplia la que existe entre ambos factores, haciendo evidente que la industria automotriz en Indonesia orientó sus recursos al factor trabajo para generar mayor valor agregado en su producto terminado durante dicho periodo.

Gráfica 3.14.

Comportamiento de los factores productivos en Indonesia, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Los resultados reflejan la realidad de la industria automotriz en la Indonesia de aquella época en la que se enfocaban en ser atractivos a las inversiones de las grandes marcas automotrices para que instalaran plantas en su país orientadas a la exportación, ofreciendo mano de obra barata y una ubicación clave para el comercio en la zona.

3.1.8. Japón

El valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Japón, tuvo un comportamiento disperso, aunque la tendencia fue positiva y predominó ligeramente el valor agregado pronosticado sobre el observado como lo indican los 7 puntos por arriba de la línea (véase gráfica 3.15).

Gráfica 3.15.

Valor agregado pronosticado por observado de Japón, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Para Japón se tuvo una importancia de 0.706 en la generación del valor agregado por parte de la formación bruta de capital fijo y del 0.294 respecto a las remuneraciones. Con los valores normalizados, la variable FBCF es la que tiene mayor peso, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor trabajo, dándose una diferencia entre ambas variables del 58% (ver gráfica 3.16.). Es una diferencia significativa la que existe entre ambos factores, aunque los dos fueron importantes, el país asiático hizo una mayor inversión en capital para este periodo.

Gráfica 3.16.

Comportamiento de los factores productivos en Japón, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Los resultados para esta década correspondientes al caso de Japón son un reflejo de la estrategia que este país ha seguido en su sector automotriz en el que concentran las inversiones de capital principalmente en tecnología, investigación y desarrollo e infraestructura, y trasladan los procesos de producción intensivos en trabajo a otros países cercanos que les ofrecen calidad a un precio bajo, que al final le permite salir al mercado con un alto valor agregado y a un precio competitivo y atractivo al consumidor final.

3.1.9. México

En la gráfica 3.17., se observa como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en México, tuvo una tendencia positiva, alineada, aunque dispersa, en la que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo, al mostrar el comportamiento de ocho años por debajo de la línea.

Gráfica 3.17.

Valor agregado pronosticado por observado de México, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Para los años de estudio se tiene para México una importancia del 0.496 en la generación del valor agregado por parte de la formación bruta de capital fijo y por parte de las remuneraciones una del 0.504. Con los valores normalizados, la variable REM es la que tiene mayor peso, siendo superior al valor que le asignó la RNA al factor capital, observándose una diferencia entre ambas variables del 1.6%. La diferencia entre los factores de la producción fue mínima, lo que indica que para la industria automotriz mexicana en esta década ambos factores fueron imprescindibles en la generación de valor agregado en su producto terminado (ver gráfica 3.18.).

Gráfica 3.18.

Comportamiento de los factores productivos en México, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

El que el factor trabajo y el factor capital tengan prácticamente la misma importancia en la generación del valor agregado en el sector automotriz en México, de la literatura revisada en este trabajo, puede encontrarse su explicación en dos aspectos: a) La estrategia de atracción de inversión de México, orientada especialmente a las marcas automotrices estadounidenses se ha basado en ofertar una mano de obra calificada a un precio bajo, y 2) En los últimos años la transferencia tecnológica y de conocimiento se ha hecho evidente, el país empezó para los años en estudio a incursionar en otras actividades del sector como I+D.

3.1.10. Nueva Zelanda

El valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Nueva Zelanda en los años revisados tuvo una tendencia positiva, aunque predominó el valor agregado pronosticado sobre el observado, al tenerse un comportamiento de prácticamente todos los años por arriba de la línea (véase gráfica 3.19).

Gráfica 3.19.

Valor agregado pronosticado por observado de Nueva Zelanda, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Se observa para Nueva Zelanda una importancia de 0.481 en la formación bruta de capital fijo y en las remuneraciones de un 0.519, como generadores de valor agregado en la industria automotriz. Con los valores normalizados, la variable REM es la que tiene mayor peso con relación al que le asignó la RNA al factor capital, teniéndose una diferencia entre ambas variables del 7.4%. Es una diferencia reducida la que existe entre ambos factores, lo que da cuenta de que la industria automotriz neozelandesa impulsó estrategias que requerían prácticamente de la misma cantidad de los dos factores para generar valor agregado en su producto terminado durante los años estudiados (ver gráfica 3.20.).

Gráfica 3.20.

Comportamiento de los factores productivos en Nueva Zelanda, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Nueva Zelanda incursionó en la industria como un fuerte importador, para posteriormente llegar a ser un ensamblador a partir de piezas importadas y así convertirse en un centro logístico estratégico de distribución en la región, sobre todo en alianza con Australia, país que ya tenía mayor experiencia en el sector.

3.1.11. Perú

El valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Perú tuvo una tendencia positiva, aunque un tanto dispersa, en la que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo, se ubicaron nueve años por debajo de la línea (véase gráfica 3.21.).

Gráfica 3.21.

Valor agregado pronosticado por observado de Perú, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Para Perú el factor capital en la generación del valor agregado tuvo una importancia del 0.382, mientras que la del factor trabajo fue del 0.618. Con los valores normalizados, la variable REM es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor capital, dándose una diferencia entre ambas variables del 38% (ver gráfica 3.22.). Es una diferencia amplia la que existe entre los factores, lo que deja ver que la industria automotriz peruana orientó sus recursos al factor trabajo para generar mayor valor agregado en su producto terminado.

Gráfica 3.22.

Comportamiento de los factores productivos en Perú, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

A pesar de contar con abundancia de materias primas y una ubicación geográfica clave en la región, Perú carece de la tecnología y la infraestructura suficiente, aunque ha tenido avances importantes en el sector automotriz, prevalece como un importador, proveedor de mano de obra y base logística estratégica para distribuir el producto terminado.

3.1.12. Rusia

El valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Rusia, tuvo una tendencia positiva, aún y cuando se presenta de manera dispersa, en la que se observa prácticamente el mismo número de casos del valor agregado observado que del pronosticado por la RNA, tanto por debajo como por arriba de la línea (véase gráfica 3.23).

Gráfica 3.23.

Valor agregado pronosticado por observado de Rusia, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Para los años revisados se tuvo para Rusia en el valor agregado generado del sector automotriz una importancia del 0.501 por parte la formación bruta de capital fijo y por parte de las remuneraciones del 0.499. Con los valores normalizados, fue la variable FBCF la que tiene mayor peso, superior al valor que le asignó la RNA al factor trabajo, presentándose una diferencia mínima entre ambas variables del orden del 0.4% (ver gráfica 3.24.). La diferencia entre los factores de la producción es mínima, lo que indica que para la industria automotriz rusa en esa década ambos fueron imprescindibles en la generación de valor agregado en su producto terminado.

Gráfica 3.24.

Comportamiento de los factores productivos en Rusia, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En la década objeto de estudio, Rusia a toda costa intentaba incursionar en la industria automotriz, hay que recordar que lanzó sus propias marcas para después dejarlas de lado y enfocarse en ensamblar modelos de marcas ya posicionadas en el mercado, logrando al poco tiempo reincorporar las propias. En definitiva, dadas sus características, se trata de un caso único en la región Asia-Pacífico.

3.1.13. Tailandia

Al igual como ha sucedido con las economías objeto de estudio, en el caso de Tailandia, el valor agregado del producto terminado de su industria automotriz, tuvo una tendencia lineal positiva y fuerte, en la que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado, se tuvo el comportamiento de diez años por debajo de la línea (véase gráfica 3.25).

Gráfica 3.25.

Valor agregado pronosticado por observado de Tailandia, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Para Tailandia se tiene una importancia del 0.630 por lo que se refiere al factor trabajo en la generación del valor agregado de la industria automotriz, mientras que el factor capital su importancia fue del 0.370. Con los valores normalizados, la variable REM es la que tiene mayor peso, siendo superior al valor que le asignó la RNA a la FBCF, teniéndose una diferencia entre ambas variables del 41% (ver gráfica 3.26.). Es una diferencia amplia la que existe entre estos factores, lo que hace ver que la industria automotriz tailandesa orientó sus recursos al factor trabajo para generar mayor valor agregado en su producto terminado durante estos años.

Gráfica 3.26.

Comportamiento de los factores productivos en Tailandia, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

El comportamiento de Tailandia durante esta década obedece a su estrategia de acaparar a las principales marcas automotrices para sumarse a sus encadenamientos productivos en distintas fases, participando cada vez en eslabones más especializados. El factor trabajo es su principal aportación, siendo los principales colaboradores de la industria automotriz japonesa, además de fungir como una de las principales bases logísticas para la distribución de vehículos en la región.

3.1.14. Vietnam

En la gráfica 3.27., se observa como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Vietnam, tuvo una tendencia lineal positiva y fuerte, en la que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo, al tener ubicados siete años de esta variable por debajo de la línea.

Gráfica 3.27.

Valor agregado pronosticado por observado de Vietnam, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Para Vietnam se tuvo una importancia del 0.366 en la formación bruta de capital fijo y en las remuneraciones del 0.634 en la generación del valor agregado de la industria automotriz. Ya normalizados los valores, la variable REM es la que tiene mayor peso, es superior al valor que le asignó la RNA al factor capital, presentándose una diferencia entre estas variables del orden del 42% (ver gráfica 3.28.). Es una diferencia significativa la que existe entre los factores de la producción, lo que da cuenta de que la industria automotriz vietnamita orientó sus recursos al factor trabajo para generar valor agregado en su producto terminado durante los años de estudio.

Gráfica 3.28.

Comportamiento de los factores productivos en Vietnam, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Dada su escasa infraestructura para el desarrollo de la industria automotriz aunado a la falta de organización en el sector, Vietnam está más orientado al mercado de las motocicletas que al de los autos. Su incursión en la industria ha sido mediante la fabricación de piezas cuya característica principal es la intensa mano de obra requerida para su elaboración. No ha prosperado el sector debido a sus políticas proteccionistas que no lo hacen atractivo para las inversiones.

3.1.15. Resultados consolidados de los países seleccionados en el APEC

Los resultados presentados en el cuadro 3.1. proporcionan información relevante para la industria automotriz en Asia-Pacífico, puesto que se puede observar como en Australia, Canadá, Chile, Japón, Rusia y Estados Unidos, el factor de la producción predominante es el capital, cuando cabría esperar que los países desarrollados son los que cumplen con esta característica. En este caso, Chile y Rusia son intensivos en capital, aunque de acuerdo con la clasificación de la ONU sean países en desarrollo.

Cuadro 3.1.

Resultados consolidados de los 14 países seleccionados en el APEC

PAÍS		VARIABLES INDEPENDIENTES	IMPORTANCIA	IMPORTANCIA NORMALIZADA
1	Australia	FBCF	0.597	100.00%
		REM	0.403	67.50%
2	Canadá	FBCF	0.715	100.00%
		REM	0.285	39.80%
3	Chile	FBCF	0.512	100.00%
		REM	0.488	95.20%
4	China	FBCF	0.171	20.70%
		REM	0.829	100.00%
5	Corea	FBCF	0.274	37.70%
		REM	0.726	100.00%
6	Indonesia	FBCF	0.221	28.40%
		REM	0.779	100.00%
7	Japón	FBCF	0.706	100.00%
		REM	0.294	41.70%

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la RNA Perceptrón Multicapa.

China, Corea, Indonesia, México, Nueva Zelanda, Perú, Tailandia y Vietnam, resultaron intensivos en trabajo. Con excepción de Nueva Zelanda, los resultados se encuentran en la dirección según la cual los países en desarrollo tienden a ser intensivos en trabajo. Por tal motivo, al unirse a las cadenas globales de valor participan en eslabones poco especializados y que no requieren de mucha tecnología o infraestructura, dado que su aportación mayor suelen ser las materias primas y la mano de obra a un costo inferior del que tienen las mismas actividades en un país desarrollado.

A nivel continental, de la muestra de estudio, destaca primero que Asia es el que tiene el mayor número de países que participan en la industria automotriz, en la región Asia-Pacífico con 7, seguido del continente americano con 5 y por último, Oceanía con 2. Dentro de los países asiáticos, el Perceptrón Multicapa arrojó que predomina el factor trabajo (China, Corea, Indonesia, Tailandia y Vietnam), mientras que en América, zona donde se ubica su mayor competencia, predomina el factor capital (Canadá, Estados Unidos y Chile). En Oceanía existe un equilibrio, ya que mientras Australia es intensivo en capital, Nueva Zelanda lo es en trabajo.

De este primer análisis de los productores de automóviles miembros del APEC resaltan ciertas características, como las similitudes en los resultados entre algunos de ellos, así como lo significativo que pudo resultarles uno u otro factor de la producción.

Al respecto, cabe destacar que los resultados obtenidos a través de la RNA Perceptrón Multicapa para Australia y Estados Unidos fueron prácticamente los mismos, en la importancia normalizada para el primero fue: FBCF (100%) y REM (67.50%), mientras que para el segundo: FBCF (100%) y REM (66.80%). Si se redondearan las cantidades, la diferencia de los resultados para la variable remuneraciones en ambos países sería de poco menos del 1%. Este resultado es interesante tanto para comprender el comportamiento de la región como el de la industria, puesto que, en esa década, Estados Unidos venía de un largo periodo de bonanza para después caer en una crisis que por poco lo lleva a la quiebra y a cederle el mercado automotriz completo a los asiáticos y a los europeos. Sin embargo, Australia estaba concentrada en atraer inversión y ser el principal productor de su zona en especial para proveer su mercado interno y hacer un intercambio con sus vecinos cercanos como Nueva Zelanda con quien tiene una estrecha relación en este sector.

Canadá se encuentra estrechamente vinculada con los Estados Unidos en esta industria, en su caso el factor preponderante fue también el capital. Esto es resultado de las estrategias que ha llevado a cabo para tener un sector organizado, eficiente y que es atractivo para la inversión extranjera. Por su parte, México que pertenece al mismo bloque, mostró un comportamiento distinto a sus vecinos del norte, ya que prácticamente tanto el factor trabajo como el factor capital tienen la misma relevancia en su sector automotriz. Posiblemente esto se debe a que en un inicio solo se concentraba en atraer inversión extranjera sobre todo de Estados Unidos que buscaba minimizar sus costos y por ende, México se adaptaba a sus necesidades, pero, posteriormente, poco a poco empezó a participar en otras áreas del sector e incursionó en procesos más relacionados con la transferencia del conocimiento y el desarrollo tecnológico, generando *clusters* con proveedores y trabajadores especializados que han hecho que se intensifique el factor capital.

Un país en una situación muy similar a la de México fue Rusia, que prácticamente obtuvo una importancia normalizada del 100% para ambos factores de la producción. Esto significa que este país durante esa década se concentró totalmente en el desarrollo de su industria automotriz. Por un lado, intentó incursionar en el mercado a través de la producción de vehículos con marcas propias y por el otro, no cesaba de invitar a reconocidas marcas en la industria a ubicarse en su territorio, aprovechando su privilegiada ubicación geográfica que facilita la entrada al mercado europeo y al interior de Asia.

A pesar de que la paradoja de Leontief probó que los países desarrollados no necesariamente deben de seguir la regla de ser poco intensivos en trabajo, a través de los resultados arrojados por el análisis de la RNA Perceptrón Multicapa, al menos para el periodo 2000-2011, puede observarse una relación entre el nivel de desarrollo del país que participa en la industria automotriz y el factor de producción preponderante en la generación de valor agregado en su producto terminado.

Hay países con una marcada diferencia en la preponderancia del factor de la producción que le genera mayor valor agregado al producto terminado de su industria automotriz, como fue el caso de: Australia, Canadá, Japón y Estados Unidos, que son países desarrollados y cumplen con la característica de ser intensivos en capital. Por otro lado, países como: Vietnam, Tailandia, Perú e Indonesia, son países en desarrollo que se distinguen por ser intensivos en trabajo. Sin embargo, existen casos en los que esto no se cumple. Por ejemplo, China, para estos años, se convirtió en el primer productor de automóviles del mundo y aun así fue intensivo en trabajo, con una diferencia amplia entre ambos factores de la producción de prácticamente el 80%. En este sentido, el caso de Corea del Sur también es de llamar la atención, ya que, a pesar de la relevancia y de su participación en el mercado automotriz, durante el periodo de estudio fue intensivo en trabajo, con una diferencia considerable frente al factor capital del 62%. No obstante, el importante papel que jugaron en la región Asia-Pacífico en esa década, ambos conservan su carácter de países en desarrollo.

Otro caso peculiar es el que muestran los latinoamericanos Chile y México, ya que estos países tuvieron una diferencia mínima entre ambos factores de la producción –trabajo y capital- durante el periodo de estudio. Además, hay que considerar que no obstante, ubicarse en el mismo continente, ser culturalmente afines, ser países en desarrollo, pero tienen distintos objetivos y atienden distintos mercados.

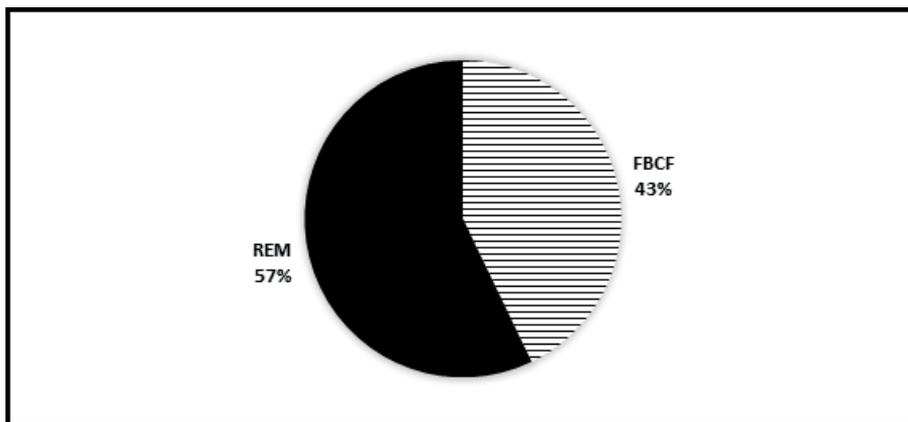
Los países del APEC participantes en la producción de vehículos de la región que fueron intensivos en trabajo durante el periodo de estudio representan el 57% del total de la muestra, que por orden según el valor de importancia de esta variable asignada por la red fueron: China (0.829), Indonesia (0.779), Vietnam (0.634), Tailandia (0.630), Perú (0.618), Nueva Zelanda (0.519) y México (0.504) (véase gráfica 3.29. y cuadro 3.1.). De acuerdo con la clasificación del nivel de desarrollo empleado para esta investigación, de 2000 a 2011, salvo Nueva Zelanda, son economías en desarrollo.

Por su parte, el 43% de la muestra fue intensiva en capital para generar valor agregado en los vehículos producidos en su territorio. Por orden según el valor de importancia de esta variable asignada por la red fueron: Canadá (0.715), Japón (0.706), Estados Unidos (0.599), Australia (0.597), Chile (0.512) y Rusia (0.501),

siendo estos dos últimos, los que obtuvieron los valores más bajos en su categoría. El resto de estas economías son catalogadas como desarrolladas.

Gráfica 3.29.

La tendencia de los factores de la producción de la industria automotriz de los países del APEC, 2000-2011



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos de la RNA Perceptrón Multicapa

En síntesis, para esta primera etapa del análisis, se tiene con base en los resultados obtenidos a través de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que, aunque ambos factores de la producción desempeñaron un papel importante en la industria automotriz, se rechaza la primera hipótesis de la investigación al haber sido el factor trabajo con el 57%, antes que el factor capital con el 43% de los 14 países seleccionados, el que determinó el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el APEC durante el periodo 2000-2011.

3.2. Resultados de la RNA según el nivel de desarrollo de los países seleccionados

Se presentan los análisis efectuados a partir de los resultados obtenidos a través de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa para cada uno de los 14 países seleccionados del APEC que fueron productores de automóviles en el periodo 2000-2011, esta vez de acuerdo a dos categorías: a) países desarrollados, y b) países en desarrollo. Los resultados obtenidos por la RNA fueron divididos en dos partes para cada categoría: La primera, muestra la tendencia del comportamiento de la variable dependiente: Valor Agregado (VA), a través de las observaciones correspondientes a los 12 años del periodo seleccionado por medio de un diagrama

de dispersión y la segunda, presenta el análisis de importancia que corresponde a cada una de las variables independientes respecto a la variable dependiente, en la que se observa, cuál de las dos variables independientes -Remuneraciones “REM” o la Formación Bruta de Capital Fijo “FBCF”-, tuvo una mayor incidencia en el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz para los 14 países productores del APEC.

En relación al diagrama de dispersión que muestra el comportamiento de la variable valor agregado, los puntos en la gráfica son el resultado de la unión de dos coordenadas: 1) el valor agregado pronosticado, y 2) el valor agregado observado. También, basándose en las muestras de entrenamiento y comprobación, se crea una gráfica que muestra la importancia y la importancia normalizada de cada variable independiente.

En todos los casos la arquitectura de la RNA fue asignada de manera automática. El resumen del modelo para ambas categorías, indicó un error aceptable y dentro de los parámetros. Por lo tanto, la regla de parada no se detonó, lo que indica que las redes fueron entrenadas correctamente y sin contratiempos. En consecuencia, los resultados obtenidos en este primer nivel de análisis son confiables. Si se desea conocer el análisis de la red a detalle puede consultarse en el anexo de este libro.

La hipótesis a probar en este segundo nivel de estudio, es que el factor capital sobre el factor trabajo en los países desarrollados, mientras que el factor trabajo sobre el factor capital en los países en desarrollo, incidió más en la generación del valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en el APEC durante el periodo 2000-2011.

Así, el modelo de redes neuronales tipo Perceptrón Multicapa se ejecutó para ambas categorías:

- a) Países desarrollados: Australia, Canadá, Estados Unidos, Japón y Nueva Zelanda.
- b) Países en desarrollo: Chile, China, Corea del Sur, Indonesia, México, Perú, Rusia, Tailandia y Vietnam.

3.2.1. Países desarrollados en el APEC productores de automóviles, 2000-2011

Se presentan aquí, los resultados de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que obtuvieron los países desarrollados del APEC para la variable dependiente -valor agregado (VA) del producto terminado de la industria- y las variables independientes -remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF), que representa al capital- en la industria automotriz durante el periodo 2000-2011.

En la gráfica 3.30., considerando 60 observaciones (una para cada año de los cinco países desarrollados), se hace evidente como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en los países desarrollados seleccionados en el APEC durante el periodo 2000-2011, tuvo una tendencia lineal positiva pero sumamente dispersa, en la que predominó el valor agregado pronosticado por la RNA -que es aquel que se encuentra por encima de la línea- sobre el valor agregado observado.

Gráfica 3.30.

Valor agregado pronosticado por observado de los países desarrollados en el APEC, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En la gráfica 3.31., se observan los resultados obtenidos por la RNA Perceptrón Multicapa, exponiendo de manera explícita qué variable independiente -factor trabajo, representado por las remuneraciones (REM), o factor capital, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF)- fue la que generó mayor valor agregado en los automóviles producidos de 2000 a 2011 en los países desarrollados del APEC.

De los resultados obtenidos a través de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa, se encuentra que para los cinco países desarrollados de la selección se le dio una importancia del 0.581 a la formación bruta de capital fijo y a las remuneraciones del 0.419. Con los valores normalizados, la variable FBCF

es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo superior al valor que le asignó la RNA a la variable REM, teniéndose una diferencia entre ambas variables del 27.8%. Es una diferencia significativa la que existe entre los factores de la producción, lo que supone que, aunque los dos fueron importantes, los países desarrollados del APEC que participaban en la industria automotriz hicieron una mayor inversión en capital para el periodo considerado.

Cabe destacar que, aunque el factor capital fue el preponderante para esta categoría de países durante la década estudiada, el factor trabajo también resulta significativo. Esto quiere decir que las tareas, las fases, las herramientas y todo lo que conlleva los procesos productivos que ejecutaron los países desarrollados en este periodo, da señales de que aún prefieren ejecutar ciertas tareas intensivas en trabajo, probablemente como consecuencia de la experiencia que les dejó la crisis de 2008.

Gráfica 3.31.

Comportamiento de los factores productivos en los países desarrollados en el APEC, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

3.2.2. Países en desarrollo en el APEC productores de automóviles, 2000-2011

Al igual que como se procedió con los países desarrollados, en este apartado, partiendo del mismo instrumento metodológico -la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa- se revisan los resultados obtenidos en materia de generación de valor agregado en el sector automotriz por parte de los factores de la producción trabajo y capital. En este caso, para los países en desarrollo del APEC aquí considerados, durante el período 2000-2011.

En la gráfica 3.32., considerando 108 observaciones (una por cada año analizado de los nueve países en desarrollo), se observa como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en los países en desarrollados del APEC seleccionados, tuvo una tendencia lineal que representa una correlación positiva pero débil, en la que predominó el valor agregado pronosticado por la RNA -que es aquel que se encuentra por arriba de la línea- sobre el valor agregado observado.

Gráfica 3.32.

Valor agregado pronosticado por observado de los países en desarrollado en el APEC, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Los resultados obtenidos mediante la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa dan a los nueve países en desarrollo una importancia del 0.310 a la formación bruta de capital fijo como generadora de valor agregado y a las remuneraciones el 0.690. Con los valores normalizados, la variable REM es la que tiene mayor peso, siendo superior al valor que le asignó la RNA a la variable FBCF, presentándose una diferencia entre ambas variables del orden del 55% (véase gráfica 3.33.).

Gráfica 3.33.

Comportamiento de los factores productivos en los países en desarrollo en el APEC, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En otras palabras, el factor trabajo antes que el factor capital fue el determinante del valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de Chile, China, Corea del Sur, Indonesia, México, Perú, Rusia, Tailandia y Vietnam, cuyo denominador común es la carencia de infraestructura y de fondos suficientes. Por lo tanto, suelen sumarse a los encadenamientos productivos a través de ofertar mano de obra a bajo costo, siendo proveedores de materias primas o bien, como un punto logístico estratégico para la distribución de las empresas trasnacionales.

3.2.3. Resultados consolidados según el nivel de desarrollo de los países seleccionados en el APEC

En el cuadro 3.2. se encuentran los resultados de la RNA, siendo los países desarrollados: Australia, Canadá, Estados Unidos, Japón y Nueva Zelanda, intensivos en capital con un valor del 0.581, que normalizado da el 100% y del 0.419 de las REM que normalizado queda en 72%. Es de destacar que no obstante la preponderancia del factor capital en estos países, el factor trabajo también resultó significativo, ya que entre ambos sólo existe una diferencia del 28%. Es decir, aún existen fases del proceso productivo que los países desarrollados prefieren realizar a pesar de implicarles mayor trabajo. Esto puede obedecer a múltiples factores, tal vez, se trate de querer proteger al máximo ciertos elementos fuente de ventajas comparativas y diferenciadores, el no querer compartir cierto conocimiento o tecnología o simplemente porque los costos de transacción superan el posible beneficio al que pudieran aspirar.

Cuadro 3.2.

Resultados consolidados según el nivel de desarrollo de los 14 países seleccionados en el APEC

Nivel de desarrollo	Variables independientes	Importancia	Importancia normalizada
Desarrollados	FBCF	0.581	100.00%
	REM	0.419	72.20%
En desarrollo	FBCF	0.310	45.00%
	REM	0.690	100.00%

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la RNA Perceptrón Multicapa.

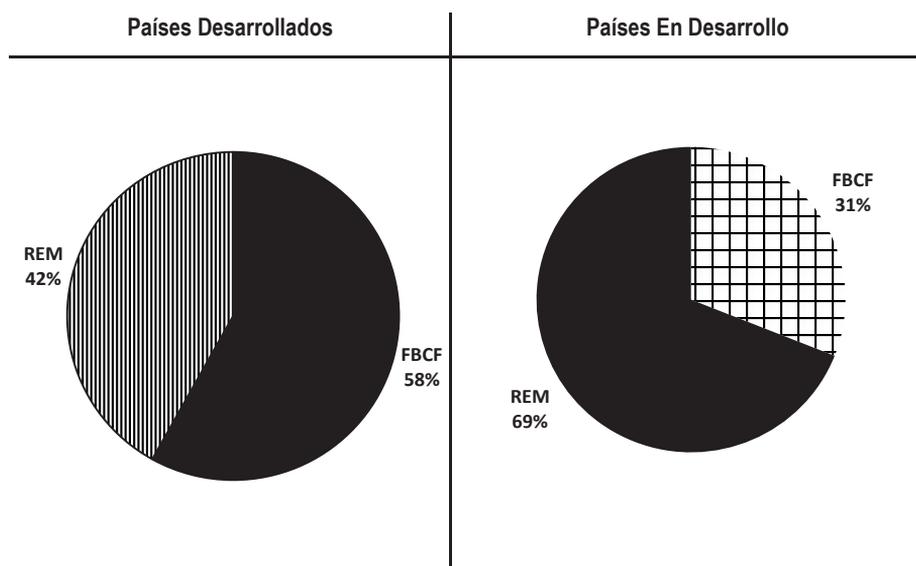
Por su parte, los países en desarrollo: Chile, China, Corea del Sur, Indonesia, México, Perú, Rusia, Tailandia y Vietnam, tuvieron una tendencia predominante en el factor trabajo, representada por las REM con un valor del 0.690, que normalizado da el 100% y del 0.310 de la FBCF que normalizado queda en 45%. Con una diferencia entre ambos factores del orden del 55%, es evidente que estos países siguen basando sus estrategias en el factor trabajo, posiblemente porque es la única alternativa de poderse sumar a la industria automotriz y participar de sus beneficios, ya que es difícil que logren tener la infraestructura necesaria para realizar tareas más complejas. Por lo que, suelen quedarse como proveedores de materias primas y de mano de obra de calidad a un precio más bajo que el que pagarían los fabricantes en sus países de origen.

Otro elemento importante por mencionar de los países en desarrollo, es que a medida que los países desarrollados les ceden una mayor parte de sus procesos con un mayor grado de complejidad, les transfieren tecnología. Este intercambio genera cambios notables que se reflejan en el desarrollo de la región Asia-pacífico, de manera concreta, se observa en el caso de Japón y su influencia en países como Corea del Sur o Tailandia, o bien del otro lado del Pacífico, la influencia que han tenido los Estados Unidos sobre México.

De los resultados obtenidos a través de la RNA, con base en la clasificación de los países de la muestra de acuerdo a su nivel de desarrollo, se observa que para el caso de los países en desarrollo el factor de la producción al que se le atribuye mayor grado de importancia es al trabajo con un 69%, seguido de manera distante del factor capital con un 31%. Mientras que, para los países desarrollados la mayor relevancia la tiene el factor capital con un 58% seguido de cerca por el factor trabajo con un 42% (ver gráfica 3.34.).

Gráfica 3.34.

Resultados consolidados del comportamiento de los factores de la producción en los países seleccionados según su nivel de desarrollo durante el periodo 2000-2011



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la RNA Perceptrón Multicapa.

Estos resultados confirman la participación que tienen los países en desarrollo en las cadenas globales de valor automotriz de Asia-Pacífico como proveedores de mano de obra, mientras que los países desarrollados concentran el capital y por

consecuencia se enfocan más al diseño y desarrollo tecnológico que en los procesos de producción de vehículos. Esta ha sido la tendencia predominante, más no significa que sea una regla, ya que algunos países en desarrollo han avanzado notablemente en la industria automotriz, diversificándose e involucrándose cada vez con procesos más complejos que requieren de mayor inversión en infraestructura y personal capacitado. De igual forma, ciertos países desarrollados de Asia-Pacífico que participan en el sector automotriz a pesar de contar con los recursos suficientes para fragmentar su producción, por cuestiones estratégicas han preferido internalizar ciertos procesos y mantener una estructura predominantemente integrada, esto en gran medida se relaciona con factores como la cultura organizacional de cada marca automotriz, sus recursos disponibles, sus objetivos, así como las políticas públicas del país en el que producen así como a los que exportan.

En resumen, en la segunda etapa del análisis, se observa que con base en los resultados obtenidos a través de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que, aunque ambos factores de la producción desempeñaron un papel importante en la industria automotriz, se acepta la segunda hipótesis de la investigación, ya que para los países desarrollados fue el factor capital con el 58%, mientras que para los países en desarrollo fue el factor trabajo con el 69%, el que determinó el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el APEC durante el periodo 2000-2011.

3.3. Resultados de la RNA para las marcas automotrices seleccionadas

En este apartado se presentan los resultados obtenidos mediante la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa para cada una de las 10 marcas automotrices seleccionadas del APEC que produjeron automóviles en el periodo 2000-2011. Los resultados de la RNA fueron divididos en dos partes para cada marca. La primera, muestra la tendencia del comportamiento de la variable dependiente producción mundial anual en unidades frente el valor agregado pronosticado por la RNA a través de los 12 años del periodo seleccionado, esto por medio de un diagrama de dispersión. Mientras que la segunda parte, presenta el análisis de importancia que corresponde a cada una de las variables independientes: a) activos totales de la marca en millones de dólares (TOTAL_ACT), y b) número total de empleados de la marca (NUM_EMPLE), respecto a la variable dependiente, en la que se observa cuál de estas dos variables tuvo una mayor incidencia en el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz para las 10 marcas automotrices ubicadas en el APEC.

En relación al diagrama de dispersión que muestra el comportamiento de la variable dependiente, es de mencionarse que los puntos en la gráfica son el resultado de la unión de dos coordenadas: 1) el valor agregado pronosticado, y 2) la producción mundial anual en unidades. También, basándose en las muestras de entrenamiento y comprobación, la RNA crea una gráfica que muestra la importancia y la importancia normalizada de cada variable independiente: 1) total de activos y 2) total de empleados.

En todos los casos la arquitectura de la RNA fue asignada de manera automática. El resumen del modelo para las 10 marcas, indicó un error aceptable y dentro de los parámetros. Por lo tanto, la regla de parada no se detonó, lo que indica que las redes fueron entrenadas correctamente y sin contratiempos. En consecuencia, los resultados obtenidos en este modelo son confiables. Si se desea conocer el análisis de la red a detalle puede consultarse en el anexo de este trabajo.

La hipótesis a probar en este tercer nivel de estudio es que las marcas automotrices fueron más intensivas en el factor capital antes que en el factor trabajo en la generación del valor agregado del producto terminado en la industria automotriz del APEC durante el periodo 2000-2011.

El modelo de redes neuronales tipo Perceptrón Multicapa se ejecutó para cada una de las 10 marcas automotrices seleccionadas para el periodo 2000-2011:

- | | | |
|-------------------|------------|------------|
| 1) Daimler | 5) Hyundai | 9) Suzuki |
| 2) Dongfeng | 6) KIA | 10) Toyota |
| 3) Ford | 7) Mazda | |
| 4) General Motors | 8) Nissan | |

3.3.1. Resultados de Daimler

Enseguida, se presentan los resultados obtenidos mediante la RNA Perceptrón Multicapa para la variable dependiente producción anual mundial de la marca automotriz y su comportamiento de 2000 a 2011. Al igual que el de las variables independientes activos totales de la marca y número total de empleados, para conocer cuál incidió más en la generación de valor agregado de su producto terminado.

En la gráfica 3.35., considerando 12 observaciones (una por cada año revisado), que generan una coordenada a partir de dos valores, la producción anual mundial y el valor agregado pronosticado, se observa que la producción anual mundial de la marca Daimler, tuvo una tendencia lineal positiva, aunque un tanto débil, dada la dispersión de los puntos, predominando la producción anual mundial sobre el valor agregado pronosticado por la RNA.

Gráfica 3.35.

Producción anual mundial por valor agregado pronosticado de Daimler, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En la gráfica 3.36., se encuentran los resultados obtenidos por la RNA, donde se expone de manera explícita qué variable independiente, ya sea el factor trabajo, representado por el número de empleados (NUM_EMPLE) o el factor capital, representado por el total de activos (TOTAL_ACT), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa generó mayor valor agregado en los automóviles producidos por *Daimler* entre 2000 y 2011.

Los resultados de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa para los años de estudio muestran que para la marca *Daimler* el número de empleados (NUM_EMPLE) tuvo una importancia de 0.523 en la generación de valor agregado, mientras que la importancia para el total de activos (TOTAL_ACT) fue del 0.477. Con los valores normalizados, la variable NUM_EMPLE es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor capital representado por TOTAL_ACT por una diferencia del 9% (ver gráfica 3.36.).

Gráfica 3.36.

Comportamiento de los factores productivos de Daimler, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

La diferencia entre ambos factores productivos es un indicador de que son de suma importancia para Daimler, ya que prácticamente tienen la misma relevancia. De la literatura revisada en este trabajo, se infiere que este comportamiento de la marca fue consecuencia de las estrategias que se implementaron para la producción en esos años en los que Estados Unidos y Japón se disputaban el liderazgo de la producción mundial.

3.3.2. Resultados de Dongfeng

En la gráfica 3.37., se observa que la producción anual mundial de Dongfeng, tuvo una tendencia lineal positiva y muy fuerte puesto que los puntos tienden a alinearse, ya que al incrementarse la producción también lo hace el valor agregado. Predomina aquí, el valor agregado pronosticado por la RNA sobre la producción anual mundial de la marca, al ubicarse el comportamiento de la mayoría de los años por arriba o sobre la línea.

Gráfica 3.37.

Producción anual mundial por valor agregado pronosticado de Dongfeng, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

La marca Dongfeng tuvo una importancia de 0.945 en el valor agregado generado por el número de empleados (NUM_EMPLE) y un 0.055 en el total de activos (TOTAL_ACT). Con los valores normalizados, la variable NUM_EMPLE es la que tiene mayor peso, siendo superior al valor que le asignó la RNA a la variable TOTAL_ACT, dándose una diferencia amplia entre ambas variables del orden del 94% (ver gráfica 3.38.).

Gráfica 3.38.

Comportamiento de los factores productivos de Dongfeng, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Este caso, es el reflejo de los inicios de China en la industria automotriz, cuando ofrecía mano de obra a bajo costo que se ajustaba a los estándares de calidad que solicitaban otras marcas líderes. Sin embargo, todo cambio debido a las políticas implementadas por el gobierno en las que obligaban a las marcas extranjeras a asociarse con productores locales, posicionándose después de la crisis de 2008 como los líderes en la producción mundial.

3.3.3. Resultados de Ford

En la gráfica 3.39., se puede ver que la producción anual mundial de Ford durante los años de estudio, tuvo una tendencia lineal positiva, aunque un poco débil dada la dispersión de los puntos, por lo que se presume que existen otras causas de dependencia. En este caso, predominó el valor agregado pronosticado por la RNA, sobre la producción anual mundial de la marca.

Gráfica 3.39.

Producción anual mundial por valor agregado pronosticado de Ford, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Los resultados muestran para Daimler una importancia de 0.663 en la generación de valor agregado por lo que se refiere al número de empleados y del 0.337 en lo que respecta al total de activos. Para valores normalizados, la variable NUM_EMPLE es la que tiene mayor peso y es superior al valor que le asignó la RNA a la variable TOTAL_ACT por una diferencia del 49% (ver gráfica 3.40).

Gráfica 3.40.

Comportamiento de los factores productivos de Ford, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

El caso de Ford en esta década atrajo la atención de los estudiosos porque logro salvarse de los efectos de la crisis del 2008, gracias a que previamente había vendido dos de sus principales marcas y había hipotecado gran parte de sus propiedades para poder auto financiarse. Estos resultados hacen ver como en ese momento, dada su difícil situación financiera, la estrategia se volcó con una considerable diferencia al factor trabajo, tanto así, que fue el momento en el que decidieron trasladar parte de su producción al exterior, especialmente a México.

3.3.4. Resultados de General Motors

Se observa en la gráfica 3.41., que la producción anual mundial de *General Motors* durante el periodo revisado tuvo una tendencia positiva, aunque débil dada la dispersión de los puntos. En este caso, predomina la producción anual mundial de la marca sobre el valor agregado pronosticado por la RNA. La mayoría de los puntos se ubican por debajo de la línea y por consiguiente, por debajo del valor agregado pronosticado.

Gráfica 3.41.

Producción anual mundial por valor agregado pronosticado de General Motors, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Para General Motors los resultados de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa evidencian que la variable número de empleados tiene una importancia de 0.524 en el valor agregado generado y la variable total de activos su importancia fue del 0.476. Con los valores normalizados, la variable NUM_EMPLE es la que tiene mayor peso y es superior al valor que le asignó la RNA a la variable TOTAL_ACT, dándose una diferencia entre ambas variables del 9% (ver gráfica 3.42.).

Gráfica 3.42.

Comportamiento de los factores productivos de General Motors, 2000-2011.

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En General Motors, ambos factores productivos son relevantes al momento de generar valor agregado. Sin embargo, para el periodo estudiado, el factor trabajo fue el preponderante. Esta tendencia sin duda se incrementó como consecuencia de la crisis de 2008, en la que la empresa estuvo a punto de desaparecer de no haber sido salvada por el gobierno estadounidense. Resalta que la proporción factorial es exactamente la misma que la de la marca Daimler.

3.3.5. Resultados de Hyundai

La producción anual mundial de *Hyundai* tuvo una tendencia lineal positiva y una correlación fuerte, porque al aumentar la producción también lo hace el valor agregado. No existe una evidencia clara en este caso, de si es el valor agregado pronosticado por la RNA o la producción anual mundial de la marca la que predomina (véase gráfica 3.43).

Gráfica 3.43.

Producción anual mundial por valor agregado pronosticado de Hyundai, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Al igual que las marcas revisadas hasta aquí, donde prevalece el factor trabajo, Hyundai en la generación del valor agregado le da una importancia del 0.951 al número de empleados y un 0.049 al total de activos. También con los valores normalizados, es la variable NUM_EMPLE la que tiene mayor peso, siendo superior al valor que le asignó la RNA al factor capital representado por TOTAL_ACT, teniéndose una diferencia entre ambas variables del 95% (ver gráfica 3.44).

Gráfica 3.44.

Comportamiento de los factores productivos de Hyundai, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Los resultados para esta marca son atípicos porque se trata de una empresa originaria de un país –Corea del Sur– que desde hace años ha invertido en infraestructura y tecnología para posicionarse en el mercado automotriz. Sin embargo, para el periodo estudiado aún predominó el factor trabajo, cuyos bajos costos le permitieron ofrecer un producto de calidad a precios competitivos.

3.3.6. Resultados de KIA

La producción anual mundial de KIA tuvo una tendencia lineal positiva, aunque un poco débil dada la dispersión de los puntos. En este caso, predominó la producción anual mundial de la marca sobre el valor agregado pronosticado por la RNA. Prácticamente todos los puntos se situaron por debajo de la línea y del valor agregado pronosticado (véase gráfica 3.45.).

Gráfica 3.45.

Producción anual mundial por valor agregado pronosticado de KIA, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

La marca KIA durante los años de estudio da una importancia al número de empleados del 0.144 en la generación del valor agregado y de 0.856 al total de activos. Con los valores normalizados es la variable TOTAL_ACT la que tiene mayor peso y es superior al valor que le asignó la RNA al factor trabajo, presentándose una diferencia entre ambas variables del orden del 83% (ver gráfica 3.46).

Gráfica 3.46.

Comportamiento de los factores productivos de KIA, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

El caso de KIA es significativo dado su origen coreano, pues en comparación de Hyundai, para su producción KIA invierte más en el factor capital que en el factor trabajo. Es decir que, aunque las políticas públicas y comerciales tienen impacto sobre las estrategias de las firmas, cada una tiene su propia cultura organizacional, objetivos y metas y por consiguiente, el estilo de administración y de toma de decisiones varía de una a otra, a pesar de ser del mismo país o estar ubicadas en el mismo territorio.

3.3.7. Resultados de Mazda

En la gráfica 3.47., se observa que la producción anual mundial de Mazda, tuvo una tendencia lineal positiva, pero un poco débil dada la dispersión de los puntos. En este caso, predominó el valor agregado pronosticado por la RNA sobre la producción anual mundial de la marca. En general aquí, los puntos para cada uno de los años considerados se situaron por arriba de la línea.

Gráfica 3.47.

Producción anual mundial por valor agregado pronosticado de Mazda, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Mazda da una importancia de 0.679 al valor agregado generado por el número de empleados y el 0.321 al total de activos. La variable número de empleados con los valores normalizados es la que tiene mayor peso, es superior al valor asignado por la RNA al factor capital, teniéndose una diferencia entre ambas variables del 53% (ver gráfica 3.48.).

Gráfica 3.48.

Comportamiento de los factores productivos de Mazda, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En la década revisada Mazda se inclinó por el factor trabajo para generar valor agregado en sus vehículos, situación aparentemente contradictoria para una marca automotriz originaria de Japón, uno de los países más destacados en innovación y desarrollo tecnológico en el sector. Este resultado no significa que la marca no posea tecnología o que no le dé importancia al capital, sino que para el periodo de estudio prefirió orientar sus estrategias al desarrollo laboral.

3.3.8. Resultados de Nissan

La producción anual mundial de *Nissan* durante el periodo de estudio tuvo una tendencia lineal positiva con cierta fuerza, a pesar de la ligera dispersión de los puntos. Aquí, predominó el valor agregado pronosticado sobre la producción anual mundial al situarse la mayoría de los años por encima de la línea (véase gráfica 3.49).

Gráfica 3.49.

Producción anual mundial por valor agregado pronosticado de Nissan, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Durante los años revisados, Nissan dio una importancia del 0.056 al número de empleados en la generación del valor agregado y el 0.944 al total de activos. A partir de los valores normalizados, la variable TOTAL_ACT es la que tiene mayor peso, siendo superior al valor que le asignó la RNA al factor trabajo, dándose una diferencia entre ambas variables del 94% (ver gráfica 3.50).

Gráfica 3.50.

Comportamiento de los factores productivos de Nissan, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Nuevamente se presenta el caso de que marcas originarias de un mismo país asuman estrategias de producción distintas. Esta vez Nissan a diferencia de Mazda, destinó la mayor parte de sus recursos al factor capital porque es el que le ayudó a generar mayor valor agregado. Estos resultados pueden deberse a inversiones importantes que realizaron en investigación y desarrollo y en temas relacionados con la transferencia de conocimiento. Posiblemente prefirieron subcontratar aquellas actividades del proceso productivo que les implicaban mayores costos y les restaban tiempo valioso para otras actividades.

3.3.9. Resultados de Suzuki

En la gráfica 3.51., se observa que la producción anual mundial de *Suzuki* tuvo una tendencia lineal positiva y fuerte, a pesar de la ligera dispersión de los puntos que aun así tienden a la línea. Predominó la producción anual mundial de la marca sobre el valor agregado pronosticado por la RNA. En general se ubican aquí, la mayoría de los años en estudio por debajo de la línea.

Gráfica 3.51.

Producción anual mundial por valor agregado pronosticado de Suzuki, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa

La marca Suzuki le dio una importancia del 0.164 al número de empleados al generar el valor agregado y el 0.836 al total de activos. Para los valores normalizados, la variable TOTAL_ACT es la que tiene mayor peso, es superior al valor que le asignó la RNA al factor trabajo, se presenta una diferencia entre los factores del 80% (ver gráfica 3.52).

Gráfica 3.52.

Comportamiento de los factores productivos de Suzuki, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

La marca Suzuki en la década objeto de estudio al igual que otras firmas japonesas automotrices orientó sus esfuerzos al factor capital, posiblemente al área de investigación y desarrollo y a la transferencia de conocimientos a otros países vecinos en los que subcontrata mano de obra con tal de minimizar los costos de producción. Esto también para poder tener mayor disponibilidad de recursos orientados al capital, que finalmente, es el que durante este tiempo les ayudó a generar valor agregado en sus vehículos, haciéndose evidente para el consumidor final, que podía acceder a un vehículo lo suficientemente equipado a un buen precio.

3.3.10. Resultados de Toyota

La producción anual mundial de Toyota tuvo una tendencia lineal positiva y fuerte, no obstante, la ligera dispersión de los puntos que aun así, tienden a la línea. En este caso, predominó el valor agregado pronosticado, sobre la producción anual mundial de la marca (véase gráfica 3.53).

Gráfica 3.53.

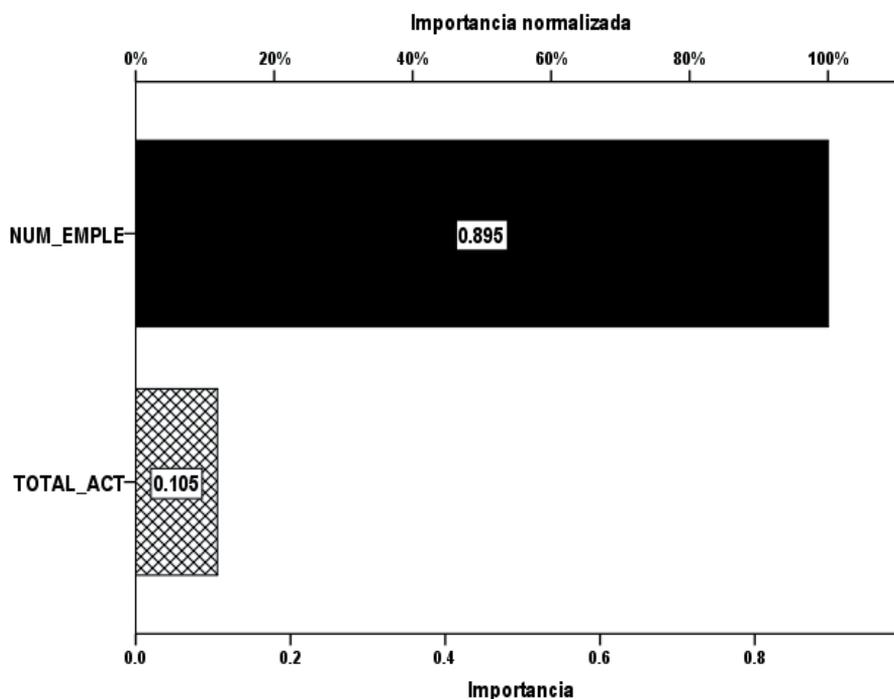
Producción anual mundial por valor agregado pronosticado de Toyota, 2000-2011

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

La marca Toyota le dio una importancia de 0.895 al número de empleados en la generación del valor agregado y al total de activos el 0.105. Al normalizar los valores, el factor trabajo es la que tiene mayor peso, siendo superior al valor que le asignó la RNA al factor capital, la diferencia entre los factores productivos fue del 88% (ver gráfica 3.54.).

Gráfica 3.54.

Comportamiento de los factores productivos de Toyota, 2000-2011



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

Al igual que las otras firmas japonesas Toyota podía haber privilegiado el factor capital, sin embargo, con una amplia diferencia del 88% se inclina por el trabajo. Este resultado es significativo, si se observa que Toyota es pionera en sistemas de producción automotriz con innovaciones como el “*just in time*” y “*lean production*”. Así que, al parecer encuentran en estas tareas la fuente de generación de valor agregado en sus vehículos.

3.3.11. Resultados consolidados de las marcas automotrices seleccionadas del APEC

En el cuadro 3.3., se observan los resultados consolidados obtenidos a través de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa de las diez principales marcas automotrices seleccionadas del APEC.

El primer aspecto a destacar del cuadro de resultados es la distribución del origen de las marcas, de las diez seleccionadas sólo tres son occidentales: Daimler, Ford y General Motors, mientras que el resto son asiáticas. Dentro de las marcas asiáticas a su vez, están divididas en tres grupos: a) las japonesas: Mazda, Nissan, Suzuki y Toyota; b) las coreanas: Hyundai y KIA; y, c) la china Dongfeng. Esto significa que el desarrollo de la industria automotriz de la región Asia-Pacífico se concentra en tan sólo cuatro países: Estados Unidos, Japón, Corea del Sur y China, mientras que el resto de los países que participan en el sector lo hacen a través de la proveeduría de materias primas y de mano de obra a menor costo, pero con calidad aceptable o que se encuentra en los estándares deseados.

Cuadro 3.3.

Resultados consolidados de las marcas automotrices de la selección

	Marca	Variables independientes	Importancia	Importancia normalizada
1	Daimler	Activos totales	0.477	91%
		Número de empleados	0.523	100%
2	Dongfeng	Activos totales	0.055	6%
		Número de empleados	0.945	100%
3	Ford	Activos totales	0.337	51%
		Número de empleados	0.663	100%
4	General Motors	Activos totales	0.476	91%
		Número de empleados	0.524	100%
5	Hyundai	Activos totales	0.049	5%
		Número de empleados	0.951	100%
6	KIA	Activos totales	0.856	100%
		Número de empleados	0.144	17%
7	Mazda	Activos totales	0.321	47%
		Número de empleados	0.679	100%
8	Nissan	Activos totales	0.944	100%
		Número de empleados	0.056	6%
9	Suzuki	Activos totales	0.836	100%
		Número de empleados	0.164	20%
10	Toyota	Activos totales	0.105	12%
		Número de empleados	0.895	100%

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la RNA Perceptrón Multicapa.

Es de observar como ciertas marcas comparten el mismo país de origen y sus estrategias reflejadas en la combinación de los factores productivos son muy diferentes. Por ejemplo, para las marcas occidentales la preponderancia durante la década analizada es hacia el factor trabajo. En gran medida esto puede explicarse porque la eficiencia de los procesos productivos lograda vía el aglomeramiento en ciertas regiones específicas como Detroit, favorecen la especialización, la eficiencia y la productividad, sin que dejen de lado la inversión en tecnología, pero sin ser tan significativa.

En esta misma línea se encuentra Dongfeng, que hay que recordar que en sus inicios constituyó un oligopolio en el sector automotriz chino y como tal su enfoque era hacia las economías de escala, por lo que, sin dejar de lado las inversiones del factor capital, el factor trabajo resultaba más preponderante. Este efecto continuó durante todo el periodo de estudio, en el que el factor trabajo fue la fuente del valor agregado de sus vehículos.

Después están las marcas coreanas que son un ejemplo de cómo las empresas son autónomas a pesar de encontrarse en el mismo entorno. En este caso, aunque ambas se ubican en el mismo país y están sometidas a la misma reglamentación, sus estrategias son diferentes. Esto puede deberse a que tienen distintos objetivos dado que buscan satisfacer distintas necesidades en el mercado. Por eso se observa contradictoriamente que mientras para el periodo de estudio Hyundai favorece al factor trabajo, KIA se inclina al factor capital como el preponderante en sus procesos de fabricación.

Por último, se encuentra el bloque de las firmas japonesas. Es de observar que, aunque es un territorio pequeño posee un número significativo de compañías automotrices, que además, son referente en la industria. Este caso resulta interesante porque de las cuatro compañías analizadas en este trabajo, dos de ellas, Nissan y Suzuki favorecen al factor capital como generador de valor agregado en sus vehículos, mientras que Mazda y Toyota se inclinan por el factor trabajo.

A partir de los resultados obtenidos, puede inferirse que la integración de las firmas asiáticas es mayor y más diversificada que las de occidente que tienden a la aglomeración en una sola región o corredor industrial. Los asiáticos al estar más diversificados disminuyen riesgos y tienen una oferta disponible lo suficientemente variada de la que pueden elegir de acuerdo a las necesidades específicas que se les presenten en sus procesos productivos.

En cambio, la clusterización de Norteamérica por un lado favorece a la especialización, pero por el otro, restringe las opciones de proveeduría y con ello, aumenta el riesgo, ya responsabilidad de las compañías al momento de llevar a cabo sus procesos de producción.

Otro elemento a considerar en los resultados obtenidos por las 10 marcas analizadas es el nivel de desarrollo de sus países de origen. Se trata de dos países desarrollados: Japón y Estados Unidos y dos en desarrollo: China y Corea del Sur. A partir de esta base pudiera suponerse que existen criterios o elementos que estimulan o inhiben la participación mayor de uno u otro factor de la producción, porque el Estado incide en las condiciones tanto productivas como comerciales de las empresas. Sin embargo, es significativo observar como las compañías asiáticas originarias de distintos países obtienen resultados prácticamente iguales como: Dongfeng (100% número de empleados / 6% activos totales), Nissan (100% activos totales/ 6% número de empleados), y Hyundai (100% número de empleados / 5% activos totales). Pudiera decirse que existe una tendencia a privilegiar el factor trabajo en Asia.

Por otra parte, las marcas automotrices de occidente también mostraron una tendencia al obtener exactamente los mismos resultados, es decir, la misma proporción de los factores productivos. Nos referimos a Daimler y a General Motors, quienes concedieron el 100% al número de empleados y el 91% a los activos totales. Sin embargo, Ford difiere de esta estrategia al presentar una combinación de 100% para el número de empleados y el 51% para los activos totales. La marca asiática Mazda tuvo un comportamiento similar con el 100% para el número de empleados y el 47% para los activos totales. Entre Ford y Mazda existe una diferencia mínima del 4% en relación a la prioridad que le dieron al factor capital durante el periodo 2000-2011.

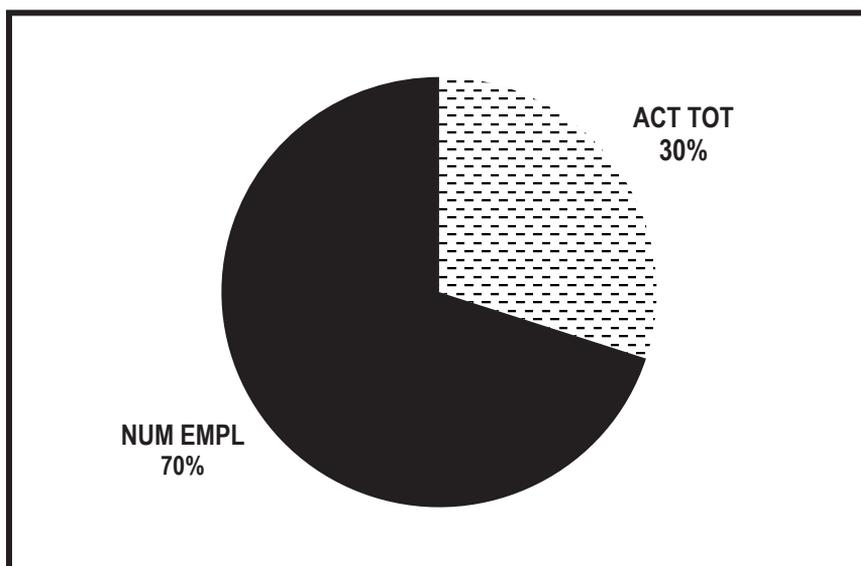
Por último, llama la atención el caso de Toyota, fue la única compañía automotriz que obtuvo resultados muy dispares al resto de la selección, otorgándole la RNA el 100% al factor trabajo y el 12% al factor capital.

La gráfica 3.55., resume los resultados obtenidos por las diez marcas productoras de vehículos en el APEC analizadas por la red neuronal artificial Perceptrón Multicapa durante el periodo 2000-2011.

Las marcas automotrices del APEC durante los años de estudio fueron principalmente intensivas en trabajo, cuya variable de estudio “Número de Empleados”, alcanzó un valor de importancia del 70%, considerando el resultado de la RNA para las 10 marcas, en tanto que, el valor de importancia para el factor capital representado por la variable “Activos Totales” fue del 30%.

Gráfica 3.55.

Resultados consolidados del comportamiento de los factores de la producción en las 10 principales marcas automotrices en el APEC, 2000-2011



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la RNA Perceptrón Multicapa.

De acuerdo al valor de la importancia asignada por la RNA a la variable “Número de Empleados” que representa al factor trabajo, las marcas automotrices de la muestra obtuvieron los valores que a continuación se enumeran de mayor a menor: Hyundai (0.951), Dongfeng (0.945), Toyota (0.895), Mazda (0.679), Ford (0.663), General Motors (0.524), Daimler (0.523), Suzuki (0.164), KIA (0.144) y Nissan (0.056) (véase cuadro 3.3.).

De los resultados obtenidos se observa que si bien el factor trabajo fue el predominante durante el periodo de estudio, existen significativas diferencias en los valores de importancia asignados por la RNA. Esto posiblemente se deba a las distintas estrategias que sigue cada una de las marcas para lograr una mayor eficiencia en sus procesos productivos y, sobre todo, permanecer en el mercado ofreciéndole al cliente un producto con valor que satisfaga sus necesidades.

En síntesis, en la tercera etapa del análisis con base en los resultados obtenidos a través de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa, se rechaza la tercera hipótesis de la investigación, al resultar en conjunto las diez marcas automotrices seleccionadas intensivas en el factor trabajo antes que en el factor capital en la generación del valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el APEC durante el periodo 2000-2011.

CONCLUSIONES

En el libro se presenta un estudio de una industria relevante a nivel mundial, la industria automotriz. Para ello, se decidió usar la metodología de redes neuronales artificiales, misma que ha sido empleada en múltiples casos, incluso dentro de la industria automotriz. No obstante, hasta el momento no se tiene conocimiento de que haya sido aplicada bajo el enfoque específico de los factores de la producción en tres vertientes. Primeramente regional, considerando a las principales economías del APEC fabricantes de vehículos: 1) Australia, 2) Canadá, 3) Chile, 4) China, 5) Corea del Sur, 6) Indonesia, 7) Japón, 8) México, 9) Nueva Zelanda, 10) Perú, 11) Rusia, 12) Tailandia, 13) Estados Unidos, y 14) Vietnam. En segundo lugar, por nivel de desarrollo de los países fabricantes de vehículos en el APEC, tomando como base la clasificación de la ONU. Por último, por marcas fabricantes de vehículos originarias de países del APEC y ubicadas en la región, tomando a las 10 principales: 1) Daimler, 2) Dongfeng, 3) Ford, 4) General Motors, 5) Hyundai, 6) KIA, 7) Mazda, 8) Nissan, 9) Suzuki, y 10) Toyota.

De la revisión de la literatura se consideraron los elementos fundamentales, por ejemplo, quiénes fueron los principales productores de vehículos en el APEC de 2000 a 2011, qué nivel de desarrollo tenían estos países para ese entonces, y cuáles eran las marcas automotrices más representativas de la región durante ese periodo, entre otros, que posteriormente dieron lugar a elementos clave de esta investigación como fueron las hipótesis, las variables y la selección de los países y las marcas.

Con base en los resultados obtenidos a través de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa para cada uno de los factores de la producción en el grado de incidencia que tuvieron en la generación del valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el APEC durante el periodo 2000-2011, se concluye que:

- 1) En la región del APEC la producción de vehículos durante el período de estudio se distinguió por ser intensiva en trabajo, representando el 57% en la generación del valor agregado. Por orden, según el valor de importancia de esta variable asignada por la RNA fueron: China (0.829), Indonesia (0.779), Vietnam (0.634), Tailandia (0.630), Perú (0.618), Nueva Zelanda (0.519) y México (0.504). Según la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas del nivel de desarrollo empleada para esta investigación, salvo Nueva Zelanda, son todas economías en desarrollo.
- 2) De la muestra de países considerados del APEC en este trabajo el 43% fueron intensivos en capital para generar valor agregado en los vehículos producidos en la región del APEC. Según el valor de importancia de esta variable asignada por la RNA fueron: Canadá (0.715), Japón (0.706), Estados Unidos (0.599), Australia (0.597), Chile (0.512) y Rusia (0.501). Siendo estos dos últimos los que obtuvieron los valores más bajos, economías en desarrollo, mientras que las restantes son catalogadas como economías desarrolladas.
- 3) Se identificó que durante el periodo 2000-2011, la industria automotriz en China, Corea del Sur, Indonesia, México, Nueva Zelanda, Perú, Tailandia y Vietnam, fue intensiva en trabajo, mientras que en Australia, Canadá, Chile, Japón, Rusia y Estados Unidos fue intensiva en capital.
- 4) Con relación al nivel de desarrollo de los países productores de vehículos del APEC, se concluye que para el periodo de estudio, los países desarrollados Australia, Canadá, Japón, Nueva Zelanda y Estados Unidos, fueron intensivos en capital. De manera global predominó el factor capital con el 58%, en tanto que, el factor trabajo alcanzó el 42%. Mientras que, los países en desarrollo Chile, China, India, Corea del Sur, México, Perú, Rusia, Tailandia y Vietnam, fueron intensivos en el factor trabajo al obtener una importancia del 69% y del 31% en el factor capital.
- 5) Para el caso de los países desarrollados analizados, las diferencias de los valores asignados por la RNA a los factores de la producción no fueron tan relevantes, lo que supone que para ellos el factor trabajo resulta también importante y sin duda permea en el desarrollo de las estrategias de sus procesos productivos.
- 6) Por el contrario, los países en desarrollo presentaron una significativa diferencia entre los valores de importancia asignados por la RNA a ambos factores de la producción, por lo que puede inferirse que se trata de esa tendencia que tienen de sumarse a las cadenas productivas de la industria automotriz como proveedores de mano de obra a un costo atractivo para aquellos países intensivos en capital o bien, como proveedores de materia prima.

- 7) A nivel continental Asia es el que tiene el mayor número de países que participan en la industria automotriz en la región Asia-Pacífico con 7, seguido del continente americano con 5 y por último Oceanía con 2. Dentro de los países asiáticos, predomina el factor trabajo, mientras que, en América, predomina el factor capital. En Oceanía existe un equilibrio, ya que mientras Australia es intensivo en capital, Nueva Zelanda lo es en trabajo.
- 8) Estos resultados confirman la participación que tienen los países en desarrollo en las cadenas globales de valor en la producción del sector automotriz en el Foro de Cooperación Asia-Pacífico como proveedores de mano de obra, mientras que los países desarrollados se distinguen por su aportación del factor capital principalmente.
- 9) Con relación a las marcas fabricantes de vehículos originarias del APEC y ubicadas en la región, se concluye que durante el periodo de estudio fueron intensivas en trabajo -obteniendo un 70%- antes que en el factor capital -que alcanzó un 30%-. En este sentido, Daimler, Dongfeng, Ford, General Motors, Hyundai, KIA, Mazda, Nissan, Suzuki y Toyota fueron intensivas en el factor trabajo, mientras que KIA, Nissan y Suzuki lo fueron en el factor capital.
- 10) Por último, es importante mencionar que el hecho de que una marca automotriz sea originaria de un país desarrollado no necesariamente significa que sus procesos productivos y sus estrategias para generar valor agregado en su producto terminado estarán orientados a ser intensivos en capital, porque como ya se demostró, el factor trabajo también es considerado significativamente.

BIBLIOGRAFÍA

- AAP. (5 de marzo de 2015). Asociación Automotriz del Perú. Obtenido de https://aap.org.pe/estadisticas/importaciones_vehiculos_nuevos/imp-2016/
- Alfonso, E. (2010). Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Nordeste. Recuperado el 23 de julio de 2018, de Mercado de factores: <http://eco.unne.edu.ar/economia/catedras/micro1/Unidad9.pdf>
- Alonso, L. (1992). Postfordismo, crisis y fragmentación de la sociedad de consumo: los nuevos espacios de la distribución comercial y el comprador posmoderno. *Sociología del trabajo*, 119-142.
- Alvarado, D. (18 de diciembre de 2014). Análisis de la Industria Automotriz en Perú y el mundo. Recuperado el 15 de noviembre de 2018, de Iniro.Pe: <https://www.nitro.pe/el-urbano/analisis-de-la-industria-automotriz-en-peru-y-el-mundo.html>
- Álvarez, M. (2002). Cambios en la industria automotriz frente a la globalización: el sector de autopartes en México. *Revista Contaduría y Administración*, 29-49.
- APCO. (2010). Market Analysis Report: China's Automotive Industry. Jerusalén: APCO Worldwide.
- APEC. (2018). APEC. Recuperado el 18 de febrero de 2018, de Asia-Pacific Economic Cooperation: <https://www.apec.org/About-Us/About-APEC/History>
- Apey, A. (2008). Polos de desarrollo y ciudades intermedias en regiones exportadas. Santiago : Universidad de Chile.
- Arbelo, A., y Pérez, P. (1993). Producción multiproducto y economías de escala y alcance. *Anales de estudios económicos y empresariales*, 67-68.
- Arbor, A. (2010). Contribution of the Automotive Industry to the Economies of the Fifty States and the United States. Michigan: Center of Automotive Research.

- Arévalo, R. (2015). Academia. Recuperado el 17 de enero de 2019, de Google: https://www.academia.edu/22995085/Factores_de_Producci%C3%B3n
- Armstrong, W. (1972). Crítica de la teoría de polos de desarrollo. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, 25-39.
- Arrieta, J. E., Torres, J. C., & Velásquez, H. (2009). Predicción del comportamiento diario de la acción SURAMINV: un modelo de redes neuronales. *AD-MINISTER Universidad EAFIT*, 32-46.
- Arzubi, A. (mayo de 2003). Análisis de eficiencia sobre explotaciones lecheras de Argentina. Tesis doctoral. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Córdoba.
- Astudillo, M., & Paniagua, J. F. (2012). *Fundamentos de economía*. México, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Autos chilenos. (1 de mayo de 2018). Autos chilenos. Obtenido de <http://autos-chilenos.blogspot.com/>
- AutosRPM. (2017). Autos RPM. Recuperado el 27 de mayo de 2017, de <http://www.autosrpm.com/>
- Bailey, D., de Ruyter, A., Michie, J., & Tyler, P. (2010). Global restructuring and the auto industry. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 311–318.
- Bajracharya, D. (octubre de 2010). *Econometric Modeling vs Artificial Neural Networks – A Sales Forecasting Comparison*. Suecia: University of Boras.
- Baldwin, R. (2013). Global Supply Chains: why they emerged, why they matter, and where they are going. *Global Value Chains in a changing world*, 13-56.
- Banco Mundial. (2018). Banco Mundial. Recuperado el 27 de abril de 2018, de Datos sobre las cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos sobre cuentas nacionales de la OCDE.: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.IND.TOTL.ZS>
- Banyuls, J. (2009). *Economía Laboral*. Valencia, España: Universidad de Valencia.
- Basevi, G. (1970). Domestic Demand and Ability to Export. *Journal of Political Economy*, 333.
- Basogain, X. (31 de octubre de 2008). OpenCourseWare. Obtenido de Universidad del País Vasco: https://ocw.ehu.eus/file.php/102/redes_neuro/contenidos/pdf/libro-del-curso.pdf
- Basurto, R. (2013). Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. Oportunidades y perspectivas para México. *Economía UNAM*, 75-92.
- BBVA Research. (2012). *Industria automotriz: clave en el crecimiento económico de México*. Ciudad de México: BBVA.
- Becerra, L. G. (2013 de Enero de 2013). Scielo Colombia. Obtenido de Scientific Electronic Library Online: <http://www.scielo.org.co/pdf/espe/v31n1spe70/v31n70a3.pdf>

- Bereciartua, P., García, R., Toffoletti, E., & Cosentino, I. (2005). "Nueva Geografía Económica" y su relevancia para la Argentina. Buenos Aires: Cámara de Exportadores de la República Argentina.
- Bergara, M., Berretta, N., Della, U., Fachola, G., Ferre, Z., Rossi, M., & Triunfo, P. (2003). *Economía para no economistas*. Montevideo: Departamento de Sociología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Uruguay/ds-unr/20120814103224/tansini.pdf>
- Bernard, A. (junio de 2013). *Recent Trends in Canadian Automotive Industries. Analytical Paper, Economic Insights*. Ontario: Statistics Canada.
- Blacutt, M. (2013). *El desarrollo local complementario*. Madrid: Fundación Universitaria Andalu.
- Boutenko, V., Kreid, E., Lang, N., & Mauerer, S. (2013). *Transforming Russia's Autoindustry*. Moscú: Boston Consulting Group.
- Bustos, M. (1993). Las Teorías de la Localización Industrial: una breve aproximación. *Estudios regionales*, 51-76.
- Caicedo, C., & Mora, J. (2011). Comercio intraindustrial Colombia-Estados Unidos: el caso de los bienes altamente tecnológicos (1995-2005). *Cuadernos de Economía*, 83-107. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ceconomia/article/view/24059/31500>
- Caldevilla, D. (marzo de 2009). La importancia de la identidad visual corporativa. *Revista de Comunicación Vivat Academia*(103), 1-26.
- Callejón, M. (1997). Concentración geográfica de la industria y economías de aglomeración. *Economía Industrial*, 61-68.
- Canis, B., & Yacobucci, B. (2010). *The U.S. Motor Vehicle Industry: Confronting a New Dynamic in the Global Economy*. Washington D. C.: Congressional Research Service.
- Carbajal, Y. (2010). Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial. *Paradigma económico*, 24-52.
- Carro, R., & González, D. (2012). Productividad y Competitividad. *Administración de las Operaciones*, 1-16.
- Castro, J. F. (2006). *Fundamentos para la implementación de red neuronal perceptrón multicapa mediante software*. Tesis de grado. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Chen, S. (2014). *The Political Economy of Thai Automobile Industry*. Jiaoxi, Taiwán: Department of Public Affairs, Fo Guang University.
- COLMEX. (2010). *Redes globales de producción, rentas económicas y estrategias de desarrollo: la situación de América Latina*. Ciudad de México: El Colegio de México.

- Combes, P.-P., Lafourcade, M., & Mayer, T. (2005). The trade-creating effects of business and social networks: evidence from France. *Journal of International Economics*, 1-29.
- Commons, J. (2017). *Contemporary Meanings of John R. Commons's Institutional Economics*. Singapore: Springer.
- Comunidad Andina. (2012). *Informe Anual del Mercado Automotor en la Comunidad Andina*. Lima.
- Coraggio, J. (1972). Hacia una revisión de la Teoría de los Polos de Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, 121-134.
- Correa, E. (2000). *La teoría general de Francois Perroux*. Bancomext, 1090-1098.
- Correa, F. (2003). Economía del desarrollo sostenible: propuestas y limitaciones de la teoría neoclásica. *Semestre Económico*, 1-21.
- Costa, J. (2012). Construcción y gestión estratégica de la marca. *Revista Luciérnaga*, 20-25.
- Coutiño, Á. (2013). Google Academia. (U. Galileo, Ed.) Obtenido de Microeconomía.
- Cuadrado, J. (2014). ¿Es tan “nueva” la “Nueva Geografía Económica”? Sus aportaciones, sus límites y su relación con las políticas. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, 5-28.
- Delautre, G., & Hiriyur, S. (29 de agosto de 2017). *¿Qué depara el futuro del trabajo a la industria automotriz?* Recuperado el 27 de agosto de 2018, de Organización Internacional del Trabajo: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_571944/lang-es/index.htm
- Domingo, B. (16 de Julio de 2014). RUJA: Repositorio Institucional de Producción Científica. Obtenido de Universidad de Jaén: <http://ruja.ujaen.es/handle/10953/640>
- Duch, N. (7 de noviembre de 2005). Universitat de Barcelona. Obtenido de http://www.eco.ub.es/~nduch/postgrau_archivos/Duch_localizacion.pdf
- Duc-Hiep, T., & Dang-Thanh, N. (2014). Performance of the Vietnamese Automobile Industry: A Measurement using DEA. *Asian Journal of Business and Management*, 184-191.
- Duranton, G., & Kerr, W. (Julio de 2015). *The Logic of Agglomeration*. Harvard Business School, Working paper 16-037.
- Duranton, G., & Puga, D. (2001). Nursery Cities: Urban Diversity, Process Innovation, and the Life Cycle of Products. *The American Economic Review*, 1454- 1477. Recuperado el 20 de septiembre de 2017, de http://www.brown.edu/Departments/Economics/Faculty/Matthew_Turner/ec2410/readings/Duranton_Puga_AER_2001.pdf

- Eaton, J., & Kortum, S. (2002). Technology, Geography and Trade. *Econometrica*, 70(5), 1741-1799. Obtenido de https://www.princeton.edu/~erossi/courses_files/EKn.pdf
- Elizalde, E. (2012). Microeconomía. Estado de México: Tercer Milenio.
- Emol. (20 de octubre de 2017). Emol.autos. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de Un pasado de fabricación: La desconocida historia de la industria automotriz nacional: <https://www.emol.com/noticias/Autos/2017/10/20/879946/La-desconocida-historia-de-la-industria-automotriz-nacional.html>
- Ernst & Young. (2012). Automotive Market in Thailand, Industry overview. Krung Thep Maha Nakhon : Ernst & Young.
- Esparza, Z. (2008). China: el nuevo gigante automotriz. México y la Cuenca del Pacífico, 57-71.
- FAO. (22 de febrero de 2018). Análisis microeconómico de la producción. Obtenido de Food and Agriculture Organization on the United Nations: <http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s07.htm#TopOfPage>
- Federal Chamber of Automotive Industries (2011). Australian Automotive Industry. Kingston : Paragon Printers.
- Ferrando, A. (2013). Las cadenas globales de valor y la medición del comercio internacional en valor agregado. Buenos Aires: Instituto de Estrategia Internacional.
- Fitzsimons, A. (2017). Estado y acumulación de capital en Argentina. Buenos Aires: <https://www.teseopress.com/estadoyacumulaciondecapitalenargentina>.
- Forbes. (2019). Forbes. Obtenido de Global 500: <http://fortune.com/global500/2010/>
- Freissenet, M. (2011). La industria automotriz en la crisis económica y ambiental mundial: lo que está en juego. Pasado, Presente y Futuro del Automóvil en Castilla y León. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Frost & Sullivan. (06 de julio de 2015). Frost & Sullivan. Obtenido de Frost Perspectives: <https://ww2.frost.com/frost-perspectives/impact-economy-peruvian-automotive-market/>
- Fujita, M. (1998). Industrial Policies and Trade Liberalization: The Automotive Industry in Thailand and Malaysia. The Deepening Economic Interdependence in APEC region, 149-187.
- Fujita, M. (noviembre de 2011). The Research Institute of Economy, Trade and Industry. Obtenido de <http://www.rieti.go.jp/en/>
- Fujita, M., & Krugman, P. (2004). La Nueva Geografía Económica: pasado, presente y futuro. *Investigaciones Regionales*(004), 177-206. Obtenido de <http://www.economia.unam.mx/cedrus/descargas/MasahisaFujita-PaulKrugman.pdf>

- Galán, H., & Martínez-Bowen, A. (14 de diciembre de 2010). Inteligencia artificial. Redes neuronales y aplicaciones. Obtenido de Universidad Carlos III de Madrid: <http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/10-11/06mem.pdf>
- García Ramon, M. (1976). Valor actual del modelo de Von Thünen y dos comprobaciones empíricas. *Revista de geografía*, 11-33. Obtenido de <http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/viewFile/45703/56694>
- García Vázquez, J. C., & Sancho, F. (2016). *NetLogo A Modeling Tool Una herramienta de modelado*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- García, V., & Falquez, J. (12 de marzo de 2018). *Microeconomía: La Producción*. Obtenido de Colegio de Estudios Superiores de Administración: <https://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/311/4.%20LA%20PRODUCCION.pdf?sequence=13&isAllowed=y>
- Garuda, A., Sun, E., Tsai, J., Hu, Y., & Sugimoto, Y. (6 de Mayo de 2016). *The Japanese Automotive Cluster*. Obtenido de Harvard Business School: <https://www.isc.hbs.edu/resources/courses/moc-course-at-harvard/Documents/pdf/student-projects/Japan%20Automobiles%202016.pdf>
- Global 500. (2012). *Fortune Global 500*. Recuperado el 2015 de abril de 27, de <http://fortune.com/global500/2011/>
- Global Affairs Canada. (noviembre de 2018). *Invest in Canada*. Recuperado el 5 de diciembre de 2018, de <https://www.international.gc.ca/investors-investisseurs/assets/pdfs/download/vp-automotive.pdf>
- Godoy, C. (noviembre de 2001). *Fundamentos de Economía*. Valparaíso, Chile: Universidad de Playa Ancha.
- Góngora, J. (2012). La formación bruta de capital fijo en México. *Comercio Exterior*, 7-9.
- González, J. (2005). Salarios, precios y productividad, una aproximación al valor de la fuerza de trabajo en México. *Análisis Económico*, XX(44), 63-91. Recuperado el 17 de febrero de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/413/41304404.pdf>
- González Blanco, R. (2011). Diferentes teorías del comercio internacional. *Revista de Economía de Información Comercial Española*, 103-118.
- Grabendorff, W. (1978). *Perspectivas y polos de desarrollo en América Latina*, (págs. 1-27). Bonn.
- Guillén, H. (2008). Francois Perroux: pionero olvidado de la economía del desarrollo. *Mundo Siglo XXI*, 11-22.
- Haraguchi, N. (2010). *Impact of the Global Economic Crisis on the Thai Automotive Industry: From the Perspective of the Interplay between Shocks and the Industrial Structure*. Viena: United Nations Industrial Development Organization.

- Hakimpoor, H., Arshad, K.A., Tat, H.H., Khani, N., & Rahmandoust, M. (2011). *Artificial Neural Networks' Applications in Management*.
- Ichida, Y. (2014). Development of the Vietnamese Automotive Industry and EDI Infrastructure. *International Federation of East Asian Management Association (IFEAMA) Journal*, 80-95.
- Interbrand. (15 de mayo de 2015). The Best 100 Brands 2015 Rankings. Obtenido de Interbrand: <https://www.interbrand.com/best-brands/best-global-brands/2015/ranking/>
- Ipsos Business Consulting. (2013). *Automotive Parts Industry in Indonesia*. Hong Kong: Ipsos.
- Irawati, D., & Charles, D. (2010). The involvement of japanese MNE's in the indonesian automotive cluster. *International Journal Of Automotive Technology and Management*, 1-18.
- JAMA. (2010). *The Motor Industry of Japan 2010*. Tokio: Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.
- James, D. (agosto de 1968). Glasgow University. Obtenido de https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi87-SljpfXAhVE5SYKHT_9BhoQFggrMAA&url=http%3A%2F%2Fsummit.sfu.ca%2Fsystem%2Ffiles%2Ffiritems1%2F3482%2Fb13985127.pdf&usg=AOvVaw2QnArS_VgQHBiIDxzj4fbB
- Jiménez, A. (2014). *Mercado laboral: situación, perspectivas y tendencias*. Madrid: PeopleMatters. Obtenido de [https://www.peplematters.com/Archivos/Descargas/Docs/Docs/articulos/1412_Capital%20Humano\(Demografia%20Laboral\).pdf](https://www.peplematters.com/Archivos/Descargas/Docs/Docs/articulos/1412_Capital%20Humano(Demografia%20Laboral).pdf)
- KAMA. (27 de septiembre de 2017). German Asia-Pacific Business Associations. Obtenido de https://www.oav.de/fileadmin/user_upload/2_Termin/Korea_Sued/4_KAMA.pdf
- Kriesel, D. (27 de mayo de 2005). A Brief Introduction to Neural Networks. Obtenido de D. Kriesel.com: http://www.dkriesel.com/en/science/neural_networks
- Krkoska, L., & Spencer, A. (Febrero de 2008). *Automotive Industry in Russia: Impact of foreign investments in car assembly plants on suppliers' entry*. European Bank for Reconstruction and Development. Reino Unido: EBRD.
- Krugman, P. (26 de noviembre de 2004). *The "New" Economic Geography: Where are we?*
- Lara, F. (1996). *Fundamentos de redes neuronales artificiales*. Ingeniería de Sistemas: Tópicos y Ensayos, 138-156.

- Lartigue, J. (Enero de 2006). Origen de las ventajas competitivas de la industria oaxaqueña y recomendaciones para su mejor aprovechamiento . Tesis de maestría. Ciudad de México, México: Centro de Investigación y Docencia Económicas.
- Lascurain, M. (2013). Retos y oportunidades de la globalización económica . *CONfines*, 9-34.
- Lee, C. (2011). The rise of the Korean Automobile Industry: Analysis and suggestions. *International Journal of Multidisciplinary Research* , 428-439.
- Lee, J.-C. (2013). Nurturing Peruvian Automotive Parts Remanufacturing Industry. Daegu: Keimyung University.
- Lencinas, A. (2012). Economías de escala en la industria vitivinícola de exportación en Argentina. Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo.
- Leoz, V., & Azpiazu, P. (1986). El comercio intraindustrial: una aplicación al caso de Euskadi. *Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía*, 21-38.
- Letto-Gillies, G. (2012). *Transnational Corporations and International Production Concepts, Theories and Effects*. Massachusetts: Edward Elgar Publishing.
- López Arévalo, J., & Rodil, Ó. (2008). Comercio intra-industrial e intra-firma en México en el contexto del proceso de integración de América del Norte (1993-2006). *Economía UNAM*, 86-112.
- López Aymes, J. (2014). Bases del desarrollo industrial en Corea del Sur: análisis de la política económica integral. *Obsevarvatorio Virtual Asia-Pacífico de la Universidad Jorge Tadeo Lozano*, 1-33.
- Mahoney, J. (2005). *Economic Foundations of Strategy*. Washington: Sage Publications.
- Martín, J. (2003). Economías de escala. Economías externas e integración económica. *Cuadernos de estudios empresariales*, 203-214.
- Martín, P. (2005). El valor de la marca. *MK Marketing +Ventas*, 108-112.
- Massad, C. (2007). *Economía para todos*. Santiago, Chile: Banco Central de Chile. Obtenido de <http://www.economiamascerca.cl/libroEPT.pdf>
- Matich, D. J. (2001). *Redes Neuronales: Concepos básicos y aplicaciones*. Rosario: Universidad Tecnológica Nacional.
- Mayorga, J. Z., & Martínez Aldana, C. (Junio de 2008). Paul Krugman y el nuevo comercio internacional. *Criterio Libre*(8), 73-86. Recuperado el marzo de 2019, de https://www.academia.edu/15323084/PAUL_KRUGMAN_Y_EL_NUEVO_COMERCIO_INTERNACIONAL
- Mc-Graw Hill Education. (2018). *Mc-Graw Hill Education*. Recuperado el 20 de enero de 2019, de Los fundamentos de la economía: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448151542.pdf>

- Mena, C., & Montecinos, R. (2006). Comparación de redes neuronales y regresión lineal para estimar productividad de sitio en plantaciones forestales, utilizando geomática. *Revista Bosque (Valdivia) online*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002006000100004>.
- MIA. (6 de septiembre de 2018). Motor Industry Association. Obtenido de MIA: <https://www.mia.org.nz/>
- Molina, E., & Regalado, E. (2014). La integración económica en Asia-Pacífico. Evolución y perspectivas. Buenos Aires: CIEI, Centro de Investigaciones de Economía Internacional. Obtenido de <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Cuba/ciei-uh/20140306043442/1.pdf>
- Moncayo, E. (20 de agosto de 2001). Repositorio Digital. Recuperado el 03 de octubre de 2017, de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7262/S018637_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Moscoso, F., & Vásquez, H. (2006). Determinantes del comercio intra-industrial en el Grupo de los Tres. Bogotá, Colombia: Universidad de Externado.
- OICA (2018). International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. Obtenido de <http://www.oica.net/>
- Pardi, T. (2017). The future of work in the automotive sector: The challenges of deglobalization. Génova: ILO.
- Pawson, E. (11 de marzo de 2010). Cars and the motor industry - A motorised society. Recuperado el 21 de mayo de 2018, de Te Ara - the Encyclopedia of New Zealand: <https://teara.govt.nz/en/cars-and-the-motor-industry/page-1>
- Pelet, C. (2001). John Stuart Mill: la etapa de madurez de la escuela clásica. *Acciones e Investigaciones Sociales*, 87-104.
- Pellenbarg, P. (2008). *International Business Geography: Case Studies of Corporate Firms* (primera edición ed.). (P. P. Wever, Ed.) Nueva York: Routledge.
- Phan, T., & Thi Nguyen, V. (10 de junio de 2008). MPRA Munich Personal RePEc Archive. Impacts of the Protection Policy for Vietnam's Automobile Industry. Munich, Alemania: MPRA.
- Pitarque, A., Roy, J., & Ruiz, J. (1998). Redes neuronales vs modelos estadísticos: Simuladores sobre tareas de predicción y clasificación. *Psicología*, 387-400.
- Prieto, C. (1989). ¿Mercado de Trabajo? *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 177-192.
- PROMéxico. (2014). *Industria Automotriz*. Ciudad de México: Secretaría de Economía.
- Pyndick, R., & Rubinfeld, D. (1995). *Microeconomía* (3a edición ed.). Madrid, España: Prentice Hall. Obtenido de <https://orenatocaunp.files.wordpress.com/2012/10/libro-1.pdf>

- Quintana, L., & Salgado, U. (2016). Migración interna mexicana de 1990-2010: un enfoque desde la nueva geografía económica. *Revista Problemas del Desarrollo*, 184(47), 137-162. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rpd.2016.01.007>
- Ramírez, N., Mungaray, A., Ramírez Urquidy, M., y Taxis, M. (2010). Economías de escala y rendimientos crecientes: Una aplicación en microempresas mexicanas. *Economía Mexicana Nueva Época*, 213-230.
- Resico, M. (2010). *Introducción a la Economía Social de Mercado*. Buenos Aires: Konrad Adenauer Stiftung.
- Rheingold, H. (1993). Howard Rheingold. Obtenido de Net Smart: <http://rheingold.com/>
- Rionda, J. (2001). Trabajo, remuneración y productividad: ¿cómo establecer la cuota de remuneración justa al trabajo en base a su productividad marginal? *Acta Universitaria*, 35-43. Recuperado el 18 de noviembre de 2018, de <http://www.eumed.net/cursecon/colaboraciones/jirr-remun.pdf>
- Rivas, A., & Flores, B. (2007). La gestión del conocimiento en la industria automovilística. *Estudios Gerenciales*, 23(102), 83-100. doi:[https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(07\)70003-7](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(07)70003-7)
- Roa, A. (26 de septiembre de 2017). *Compara online*. Recuperado el julio de 23 de 2018, de <https://www.comparaonline.cl/blog/finanzas/2017/09/made-in-chile-empresa-china-propone-fabricacion-autos-electricos-corfo/>
- Rodríguez, C. (2013). *Diccionario de economía: etimológico, conceptual y procedimental*. Buenos Aires: Universidad Católica Argentina. Recuperado el 21 de febrero de 2019, de <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/libros/diccionario-economia-etimologico-conceptual.pdf>
- Root, S. (2010). *Prospects for the Russian automotive market*. Moscú: Price Waterhouse Coopers.
- Royal Thai Embassy. (julio de 2013). *Royal Thai Embassy in Washington D.C.* Obtenido de <http://thaiembdc.org/wp-content/uploads/2015/05/Automotive-Industry.pdf>
- Rozga, R. (2015). De los polos de crecimiento a los clusters regionales . De los polos de crecimiento a los clusters regionales - en homenaje a Antoni Kuklinski (1927-2015)- (págs. 1-31). Cuernavaca: AMECIDER-CRIM, UNAM.
- Salguero, J. (2006). Enfoques sobre algunas teorías referentes al desarrollo regional. Conferencia estatutaria para posicionarse como miembro de número de la Sociedad Geográfica de Colombia (págs. 1-20). Bogotá: Sociedad Geográfica de Colombia.
- Saltos, L. (15 de julio de 2016). *La acumulación de capital como factor del crecimiento económico en España entre 1964 a 2013*. Segovia, España: Universidad de Valladolid.

- Sancho, C. F. (23 de abril de 2017). Dpto. de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial . Obtenido de Universidad de Sevilla: <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=72>
- Saxenian, A. (2007). The new Argonauts. *Words into Action*, 89-110. Obtenido de http://people.ischool.berkeley.edu/~anno/Papers/IMF_World_Bank_paper.pdf
- Schaede , U. (2009). Globalization and the Reorganization of Japan's Auto Parts Industry . *International Journal of Automotive Technology and Management* , 1-24.
- Schröder, M. (2017). Viet Nam's Automotive Supplier Industry: Development Prospects under Conditions of Free Trade and Global Production Networks. Kyūshū: ERIA Discussion Paper Series.
- Scialabba, E. (11 de marzo de 2018). La producción y el costo de producción. Obtenido de Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales: <https://elianascialabba.files.wordpress.com/2017/03/fundamentos-de-micro-u3.pdf>
- Secretariat Automotive Review (2008). *Review of Australia's Automotive Industry*. Canberra: Secretariat Automotive Review.
- Segarra, A. (2001). *Sectores productivos y economías externas*. Tarragona: Universitat Rovira I Virgili.
- Sequeiros, J., & Fdz. Redondo, M. (2011). Comercio internacional: Rangos de precios, gamas de calidad y comercio intra industrial (una aplicación al caso español). *La XIII REUNIÓN DE ECONOMÍA MUNDIAL* (págs. 1-49). San Sebastián: Universidad del País Vasco (UPV/EHU) de Donostia-San Sebastián.
- Serrano, G. (2001). *Economías externas y crecimiento desigual en las regiones españolas. Un modelo dinámico de datos de panel*. *Investigaciones Económicas*, 359-389.
- Shioji, H. (2012). *The Kyoto Economic Review. Competitiveness of Japanese, Korean and Chinese Automobile Industries*, (págs. 48-63). Kyoto.
- Soejachmoen, M. (2016). *Globalization of the Automotive Industry: Is Indonesia Missing Out? Asian Economic Papers*, 1-19.
- Sotomayor, M. (2008). *Un estudio sobre el comercio intra-industrial de México en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte*. Tesis doctoral. Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Steele, G. (2001). *Keynes and Hayek, The Money Economy: Foundations of Market Economy*. Abingdon, Oxon: Routledge.

- Stephenson, S. (24 de Febrero de 2015). Cadenas globales de valor: la nueva realidad del comercio internacional. Obtenido de International Centre for Trade and Sustainable Development: <https://www.ictsd.org/bridges-news/puentes/news/cadenas-globales-de-valor-la-nueva-realidad-del-comercio-internacional>
- Sturgeon, T., Memedovic, O., Van Biesebroeck, J., & Gereffi, G. (2009). Globalisation of the automotive industry: main features and trends. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 12-28.
- Sweeney, B. (2017). *A Profile of the Automotive Manufacturing Industry in Canada, 2012-2016*. Hamilton, Ontario: Automotive Policy Research Centre, McMaster University.
- Tamayo, M., & Piñeros, J. (2007). Formas de integración de las empresas. *Ecos de Economía*, 1-18.
- Tanco, F. (25 de noviembre de 2003). Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de Facultad Regional Buenos Aires: <http://www.secyt.frba.utn.edu.ar/gia/RNA.pdf>
- The Allen Consulting Group. (2013). *The strategic role of the Australian Automotive Manufacturing Industry*. Melbourne: Allen Consulting Group.
- The White House President Barack Obama. (2011). *The Resurgence of the American Automotive Industry*. Washington D.C: The White House.
- Tijerina, E. (1999). *Aprendiendo Economía con los Nobel, un examen crítico*. México: Plaza y Valdes Editores.
- Toral, J. (2015). *Redes Neuronales*. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Guadalajara: México.
- Troncoso, C. (2012). *Introducción a la Economía*. Montevideo: Universidad de la República.
- Trujillano J., Badía C., March J., Rodríguez, P., (2005). Redes neuronales artificiales en Medicina Intensiva. *Med Clin (Barc)*. 122 supl 1:59-67.
- Vargas, G. (2010). Microeconomía y empresa. *Economía informa*, 85-99.
- Veltmeyer, H. (2010). La crisis global y Latinoamérica. *Revista Problemas del Desarrollo*, 14-38. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v41n160/v41n160a2.pdf>
- Veltmeyer, H. (2010). La crisis global y Latinoamérica. *Revista Problemas del Desarrollo*, 14-38. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v41n160/v41n160a2.pdf>
- Viladecans, E. (1995). *El papel de las economías de aglomeración en la localización de las actividades industriales*. Barcelona, España.

- Vyeira, J. (2000). Reversión industrial, gran empresa y efectos territoriales. El caso del sector automotriz en México. *Revista Latinoamericana de Estudios Regionales*, 25-47.
- Whittington, R. (2001). *What is Strategy-and does it matter?* London: South Western CENGAGE Learning.
- Young, A. (2009). Rendimientos crecientes y progreso económico. *Revista de Economía Institucional*, 227-243.

ANEXO 1: CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

El funcionamiento del cerebro siempre ha despertado el interés de los estudiosos, al ser un órgano interconectado lleno de misterios que es el que ha colocado al hombre en donde está, gracias al desarrollo que ha tenido durante la evolución de nuestra especie.

En los últimos años, los avances tecnológicos han permitido acercarse cada vez más a replicar el funcionamiento del cerebro humano a través de un esfuerzo multidisciplinario con el que se ha dado vida a lo que hoy se denomina inteligencia artificial. De esta manera surgen las redes neuronales artificiales, un intento humano por replicar las estructuras y funciones que lleva a cabo nuestro cerebro y así poder procesar grandes cantidades de datos que a una sola persona le sería imposible en poco tiempo.

Tradicionalmente, dada su naturaleza, los factores de la producción y sus combinaciones han sido analizadas a través de la microeconomía, haciendo uso de isocuantas, también se han empleado matrices para conocer el desempeño de las industrias y herramientas econométricas para estudiar el comportamiento de las variables en un periodo determinado. Sin embargo, existen otras alternativas como las redes neuronales artificiales que forman parte de la denominada inteligencia artificial.

Como dijo una vez Howard Rheingold (1993) : “La red neuronal es un tipo de tecnología que no es un algoritmo, es una red que tiene ponderaciones y tú puedes ajustar esas ponderaciones para que aprenda. Le enseñas a través de prue-

bas” (p.3). De una manera simple y coloquial esta descripción plantea a grandes rasgos en lo que consisten las redes neuronales artificiales.

Como apunta Basogain (2008), la computación neuronal es una técnica versátil que permite una amplia variedad de aplicaciones y, además, a diferencia de otros métodos tradicionales de cálculo, proporciona un mayor acercamiento a la percepción humana en casos como: reconocimiento de imágenes, control de procesos, filtración de ruido, robótica, procesamiento de señales y diagnósticos médicos. También pueden ejecutar tareas más complejas como: 1) Convertir un texto a voz, 2) Hacer un procesamiento natural del lenguaje, completando frases o conjugando verbos, 3) La comprensión de imágenes, por medio de su reconstrucción, 4) El reconocimiento de caracteres, 5) Reconocimiento de patrones en imágenes, entre muchas acciones más con previo entrenamiento.

Las redes neuronales son sistemas procesadores de información comúnmente empleadas para el análisis de datos en sus distintas modalidades: predicción, clasificación y agrupación (*clustering*). Dada su versatilidad, se les utiliza con distintas finalidades, siendo las más comunes (Hakimpoor, Bin Arshad, Hon Tat, Khani y Rahmandoust, 2011):

- Predecir eventos futuros a través de patrones que han sido observados en datos históricos.
- Clasificar datos no vistos previamente en grupos predefinidos, basándose en la observación de datos históricos.
- Agrupar los datos de entrenamiento basándose en las características que tengan similares.

Como resultado de los diversos trabajos en inteligencia artificial se han dado importantes pasos hacia adelante en materia de las redes neuronales artificiales, convirtiéndose en una versátil técnica compatible con diversas áreas. Sin embargo, es necesario señalar que dada la proliferación de opciones vale la pena revisar la clasificación de las redes para así tener una idea de cuál puede ser la ideal para el caso que se pretende resolver. A grandes rasgos como se describe a continuación, las redes neuronales artificiales pueden ser clasificadas por su estructura, es decir, su arquitectura o bien, por su estilo de aprendizaje.

En la práctica, distintos autores que han hecho uso tanto de modelos econométricos como de redes neuronales artificiales destacan que estas últimas suelen ser más precisas, aunque la diferencia entre ambos no es amplia. Tal es el caso de Bajracharya (2010), quien comenta que ambos modelos son frecuentemente

utilizados para hacer pronósticos. Por lo tanto, compara el modelo de regresión, el suavizado exponencial y el modelo ARIMA contra las redes neuronales, llegando a la conclusión que la red neuronal artificial es más precisa al pronosticar las ventas, pero, no difiere demasiado de la regresión lineal en términos de precisión.

Por su parte, Arrieta, Torres y Velásquez (2009), para obtener el pronóstico del comportamiento de una acción, utilizan el modelo econométrico de series de tiempo tipo ARIMA con efectos ARCH y GARCH, consiguiendo un buen ajuste en los datos reales pero un desempeño inadecuado fuera de la muestra por la incapacidad del modelo de ajustarse a los precios observados, confirmando que este tipo de modelos no tienen un buen desempeño en un horizonte largo de predicción fuera de la muestra. Por lo tanto, decidieron emplear la red de neuronas artificiales para estos precios fuera de la muestra, observándose un notorio avance respecto al desempeño, al lograr capturar la dinámica de la serie real mucho mejor que con los modelos econométricos, mejorando considerablemente el ajuste. Recomiendan entonces, ampliamente el uso de redes neuronales para nuevos análisis de predicción y complementarlos con otras técnicas de inteligencia artificial como la “lógica difusa”.

Para hacer estimaciones de productividad, Mena y Montecinos (2006), también probaron utilizando un modelo de regresión lineal y una red neuronal artificial, concluyendo que aunque el modelo econométrico entró dentro de los parámetros aceptables de significación estadística con un 41.65%, el modelo de redes neuronales realizó estimaciones con un menor error a través del algoritmo de retropropagación del error.

Con base en estas experiencias previas, queda de manifiesto que, aunque los modelos econométricos son de suma utilidad y son descriptivos, las redes neuronales artificiales tienden a ser más precisas en sus resultados. Al respecto, Hakimpour *et al.* (2011), señalan los siguientes beneficios de las redes neuronales en comparación con otros modelos:

- Pueden ser actualizadas fácilmente por lo que resultan adecuadas para entornos dinámicos.
- Son flexibles en relación a los datos ruidosos e incompletos.
- La significancia y la exactitud de los modelos de redes neuronales pueden ser evaluados utilizando las medidas estadísticas tradicionales.
- Son capaces de aprender cualquier mapeo no-lineal y lidiar con “no-linealidades” tanto implícitas como directas.

- Proveen resultados más precisos que aquellos que se obtienen a través de modelos de regresión.
- Son complementarias de las técnicas estadísticas empleadas con datos multivariados.

Las redes neuronales artificiales

El cerebro humano constituye una computadora muy notable. Tiene habilidades excepcionales difíciles de replicar: distinguir un susurro en un sitio ruidoso, distinguir un rostro en una calle mal iluminada, y leer entre líneas un discurso, todo ello aprendido sin instrucciones explícitas de ningún tipo. Entonces, resulta irónico que las computadoras, máquinas capaces de efectuar 100 millones de operaciones en coma flotante por segundo carezcan de la habilidad para entender el significado de las formas visuales o distinguir entre distintas clases de objetos. Por tal motivo, aunque las computadoras son exitosas para tareas como la resolución de problemas matemáticos, la creación y administración de bases de datos y en el procesamiento de textos y gráficos, por mencionar algunos, éstas, carecen de la capacidad de interpretar la realidad (Tanco, 2003).

La capacidad que tiene el cerebro humano para pensar, recordar y solucionar problemas ha sido la fuente de inspiración para que muchos científicos hayan intentado modelar en una computadora su funcionamiento. El resultado ha sido una nueva tecnología llamada “Computación Neuronal” o también “Redes Neuronales Artificiales” (RNA), (Basogain, 2008).

La evolución de las redes neuronales artificiales

La historia de las redes neuronales se remonta a 1900, época desde la que múltiples estudiosos de distintas ramas del conocimiento, entre ellos biólogos, psicólogos, médicos, matemáticos, ingenieros, entre otros, que a partir de la década de los 30's han hecho significativas aportaciones que permiten en la actualidad emplear modelos en computadoras a través de distintos algoritmos integrados en softwares. A continuación, se hace una reseña de las principales aportaciones al campo de las redes neuronales artificiales.

Tabla 1.**Las principales aportaciones para la construcción de las redes neuronales artificiales**

Año	Estudiosos/Acontecimiento	Aportación
1936	Alan Turing	El pionero en estudiar el paralelismo entre el cerebro humano y una computadora.
1943	Warren McCulloch y Walter Pitts	Propusieron una teoría sobre el funcionamiento de las neuronas y modelaron una red neuronal simple con circuitos eléctricos.
1949	Donald Hebb	Estudió la acción de aprendizaje en las neuronas, descubriendo que éste se producía al activar cambios en las mismas. Su trabajo es parte de la base de la Teoría de Redes Neuronales.
1950	Karl Lashley	Descubrió que el almacenamiento de la información no se centraliza en el cerebro, sino que se distribuye por encima de él.
1951	Marvin Minsky	Crea el neuro-computador Snark, capaz de calcular los pesos automáticamente. Sin embargo, nunca se ha utilizado, pues se desconoce exactamente qué es lo que calcula.
1956	Congreso de Darmouth	Es un parteaguas histórico, a partir de este evento se reconoce oficialmente a la inteligencia artificial.
1957	Frank Rosenblatt	Es el creador del Perceptrón, la red neuronal más antigua. La red tenía la habilidad de aprender patrones y reconocerlos en un cúmulo de datos. Su mayor limitante es que solo puede ser empleado para la solución de problemas lineales.
1958	Frank Rosenblatt, Charles Wightman y sus colaboradores en el MIT	Desarrollaron el primer neuro-computador funcional: el perceptrón Mark I, capaz de reconocer números simples mediante un sensor de imágenes.
1960	Bernard Widroff/Macian Hoff	Crearon ADALINE (<i>Adaptive Linear Elements</i>), un modelo de redes neuronales aplicado a resolver un problema real: eliminar los ecos de las líneas telefónicas a través de filtros.
1961	Karl Steinbuch	Desarrolló una red neuronal que recrea la memoria asociativa llamada " <i>Die Lernmatrix</i> ".
1969	Marvin Minsky/ Seymour Papert	Casi logran la muerte de las redes neuronales artificiales al probar matemáticamente la imposibilidad del Perceptrón para resolver problemas sencillos de naturaleza no lineal.
1973	Christoph Von Der Malsburg	Utilizó un modelo de neurona no lineal y biológicamente más motivado.
1974	Paul Werbos	Fue el pionero del desarrollo del algoritmo " <i>Back Propagation</i> ".

1977	Stephen Grossberg	Innova con su propuesta de la Teoría de Resonancia Adaptada (TRA), diferenciándose de las redes previamente utilizadas al tener la capacidad de simular nuevas funciones del cerebro: la memoria a corto y a largo plazo.
1982	Teuvo Kohonen	Se concentró en el estudio de la capacidad del cerebro humano para auto-organizarse y crearse a sí mismo, buscando replicar artificialmente dichas funciones. Lo más destacado son los mapas de características auto-organizadas o Mapas de <i>Kohonen</i> .
1982	John Hopfield	Basándose en las leyes físicas del magnetismo inventó las denominadas "Redes de Hopfield". No tuvieron un uso práctico como tal pero promovieron nuevamente el uso de las redes neuronales.
1983	Fukushima, Miyake e Ito	Introdujeron el modelo <i>Neocognitron</i> , extensión de la red <i>Cognitron</i> desarrollada en 1975. Su función principal fue reconocer caracteres manuscritos.
1985	John Hopfield	Provocó nuevamente el interés por el estudio de las redes neuronales al publicar su libro "Computación neuronal de decisiones en problemas de optimización".
1986	David Rumelhart/ G. Hinton	Juntos retomaron y mejoraron el algoritmo de aprendizaje hacia atrás " <i>Backpropagation</i> ".
1986	Varios sucesos	1) El algoritmo de <i>BackPropagation Error</i> , enfocado al proceso de aprendizaje fue desarrollada ampliamente y publicada por el <i>Parallel Distributed Processing Group</i> . 2) Los problemas no lineales lograron resolverse a través del Perceptrón Multicapa refutando los argumentos matemáticos de Minsky.

Fuente: Elaboración propia con base en Matich (2001) y Kriesel (2005).

Como resultado del trabajo de Minsky Papert, miembros del Laboratorio de Investigación de Electrónica del Instituto Tecnológico de Massachussets, surgió "*Perceptrons*", un libro cuyo contenido es un minucioso análisis matemático del concepto del perceptrón, concluyendo que tanto este concepto como la computación neuronal no eran temas relevantes para estudiar o desarrollar, provocando así el desinterés de la comunidad científica por el tema y la pérdida del presupuesto asignado para su investigación. Posteriormente los pocos interesados en el tema hicieron avances significativos, pero prácticamente pasarían 25 años hasta

que Hopfield logró rescatar el interés en las redes neuronales artificiales al inventar el famoso algoritmo Backpropagation que consiste en elementos procesadores interconectados que tienden a un mínimo de energía (Basogain, 2008).

Posterior a esa fecha las redes neuronales artificiales fueron suscitando mayor interés y paulatinamente su uso se fue propagando para dar solución a problemas de distinta naturaleza, impulsando así el desarrollando de diversos modelos y softwares que han facilitado de sobremana el análisis de datos, permitiendo que de forma frecuente se publiquen trabajos en los que se emplea esta metodología.

El concepto de las redes neuronales artificiales

Existen diversas definiciones de redes neuronales artificiales, lo que significa que a la fecha no existe un consenso. Sin embargo, a partir de distintas propuestas realizadas Match (2001), elabora la siguiente definición: “Se trata de un modelo de computación creado a partir de un modelo matemático inspirado en la biología del cerebro humano, compuesto por un gran número de elementos procesales organizados en niveles, altamente interconectados, que transforman la información que reciben de entradas externas y que intentan interactuar con los objetos del mundo real” (p. 8).

Por su parte, Galán y Martínez-Bowen (2010), dan a conocer otras tres definiciones para el concepto de redes neuronales artificiales:

- “Una nueva forma de computación inspirada en modelos biológicos”.
- “Un modelo matemático compuesto por un gran número de elementos procesales organizados en niveles”.
- “Redes interconectadas masivamente en paralelo de elementos simples (usualmente adaptativos) y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que hace el sistema nervioso biológico”.

Dada la analogía con el funcionamiento del cerebro humano, en las RNA el equivalente a la neurona biológica es el “elemento procesador”, también conocido como PE por sus siglas en inglés (process element), que tiene varias entradas y las combina con una suma básica. Con esta base, Basogain (2008) afirma que “una red neuronal consiste en un conjunto de unidades elementales PE conectadas de una forma concreta” (p. 4).

Debido a que la neurona es la unidad básica de la red y conociendo que los modelos matemáticos se han basado en ellas para recrear simulaciones en las computadoras, a continuación se muestran las equivalencias de una red biológica con una artificial.

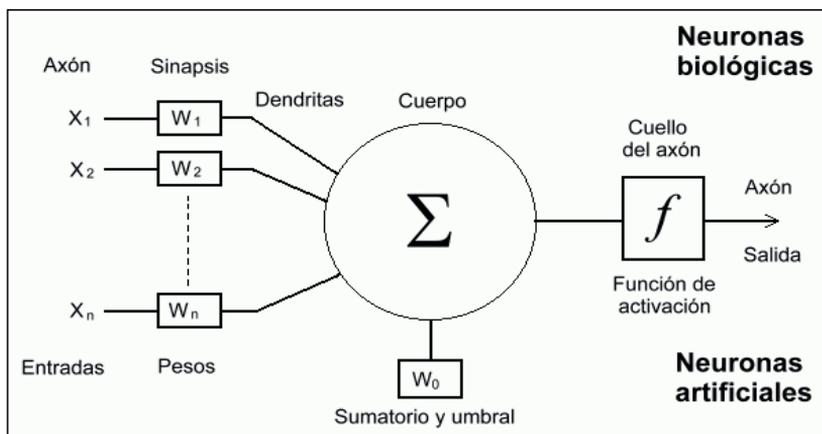
Tabla 2
 Comparativa de una red neuronal biológica con una artificial

Redes biológicas	Redes artificiales
• Neuronas.	• Unidades de proceso.
• Conexiones sinápticas.	• Conexiones ponderadas.
• Efectividad de la sinapsis.	• Peso de las conexiones.
• Efecto excitatorio de una conexión.	• Signo del peso de una conexión.
• Efecto combinado de la sinapsis.	• Función de propagación.

Fuente: Galán y Martínez-Bowen (2010).

Partiendo de la base de que las redes neuronales artificiales emulan a las biológicas, el psiquiatra y neuroanatomista Warren McCulloch y el matemático Walter Pitts desarrollaron en 1943 el primer modelo matemático de una neurona artificial, mismo que, aunque ya ha sido superado con creces, aún sirve para mostrar la estructura básica de la red artificial que es la que se presenta a continuación (García Vázquez y Sancho, 2016):

Figura 1
 Comparativo de una red neuronal biológica con una artificial



Fuente: García Vázquez y Sancho (2016).

Para este modelo en particular, la función queda representada de la siguiente manera (García Vázquez y Sancho, 2016):

$$Y = f\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i\right)$$

En donde:

X= Un conjunto de entradas o *inputs*.

W= Los pesos sinápticos correspondientes a cada entrada.

Σ = Función de agregación.

f= Función de activación.

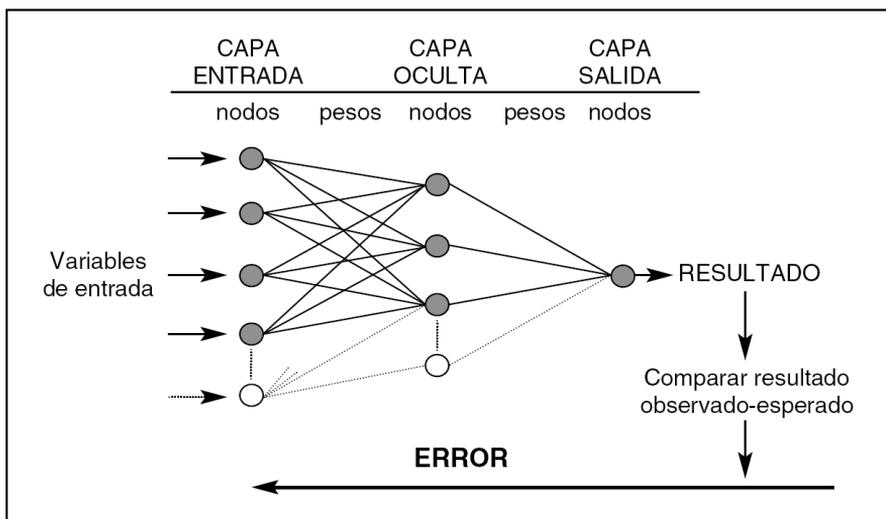
Y= Salida

Según explica Sancho (2017), cada entrada constituye un estímulo que la neurona artificial recibe del entorno en el que opera, generando por cada uno de ellos una salida. Un aspecto interesante es que la neurona tiene la capacidad de adaptarse al medio en el que se encuentra y aprender de él. Por ello, modifica el valor de los pesos sinápticos de acuerdo a la tarea que le es ordenada ejecutar. Por este motivo, se les conoce como “parámetros libres” del modelo. En cuanto a la función de activación, es importante señalar que ésta se elige de acuerdo a la tarea que se desea que ejecuten las neuronas.

Los procesos de aprendizaje, validación y codificación que se genera en las redes neuronales artificiales tienen su origen en las neuronas. Dependiendo de la función a desempeñar reciben y comparten determinada información que resulta útil para la ejecución de determinadas tareas. Para entenderlo de manera más clara, el proceso se desarrolla principalmente a través de capas que albergan a un conjunto de neuronas. Según Matich (2001), las capas son de tres tipos:

- a) Capa de entrada: Se encarga de recibir la información de fuentes externas a la red.
- b) Capa oculta: Se ubican al interior de la red y jamás tienen contacto con el exterior. El número de capas ocultas es impredecible y las neuronas que se encuentran en ellas pueden interconectarse de múltiples formas, lo que aunado a la cantidad de las mismas determina su tipología.
- c) Capa de salida: Comunican la información de la red al exterior.

Figura 2
 Las capas que componen una red neuronal artificial



Fuente: Elaboración propia con base en Trujillano *et al.* (2005).

De la misma manera, una RNA lleva a cabo ciertas funciones básicas, mismas que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 3
 Funciones básicas de una red neuronal artificial

Función de Entrada	Función de Activación	Función de Salida
La neurona recibe múltiples valores como si fueran uno solo (entrada global). Después esos valores se multiplican por unos pesos anteriormente ingresados a la neurona.	Transforma la entrada global en un valor de activación cuyo rango va de 0 a 1 o de -1 a 1. Hay que recordar que una neurona puede estar activa o inactiva.	Determina el valor que se le transferirá a las neuronas vinculadas. Los valores están comprendidos de 0 a 1 y de -1 a 1, de lo contrario ninguna salida pasa a la siguiente neurona.

Fuente: Elaboración propia con base en Matich (2001).

Profundizando un poco en los elementos principales que componen la red, se puede decir que cada neurona se encarga de efectuar las siguientes tareas (Torral, 2015):

- a) Entrada y salida. Pueden ser de dos tipos: a) binarias, porque solo admiten 2 valores que son expresados como $\{0,1\}$ o $\{-1,1\}$, y b) continuas, que admiten valores dentro de un rango determinado que suele representarse como $[-1,1]$. Por lo tanto, dependiendo de la aplicación que se le quiera dar a la red y el modelo que se pretende construir será la selección de la neurona a utilizar.
- b) Peso sináptico. Define la fuerza de la conexión entre 2 neuronas. Se representa como W_{ij} , en donde i =neurona presináptica y j = neurona postsináptica. Los pesos pueden adquirir valores tanto positivos como negativos o bien, quedar en cero. Las entradas positivas actúan como excitadores mientras que las negativas ejercen un efecto inhibitorio. Cuando el peso resulta en cero, significa que no existe comunicación entre el par de neuronas.
- c) Función de activación. Determina el estado de activación de la neurona con base en su estado de activación previo.

Para que la neurona se active es necesario que supere cierto umbral. Esto se lleva a cabo aplicando una “función de activación”. Tanto las neuronas como las funciones de activación se dividen en dos tipos: Bipolares o antisimétricas, y binarias. Se indica además, si la función de activación de una neurona es lineal representándola con un cuadrado o bien no lineal con un círculo (Izaurieta y Saavedra, 2000).

Cada neurona artificial tiene una función de activación que se encarga de transformar la entrada total, es decir, la suma de los productos de las entradas por sus pesos sinápticos. Matemáticamente puede expresarse de la siguiente forma (Castro, 2006):

$$\text{SALIDA} = f (W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3 + \dots + W_n X_n)$$

En donde:

f = La función de activación de la neurona.

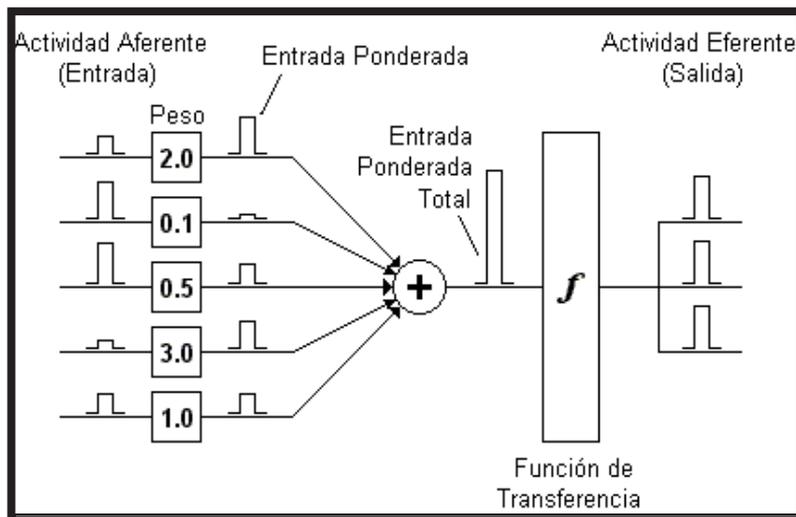
$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ = Las entradas.

$W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ = Los pesos sinápticos de las entradas.

En la figura 3, se muestra el proceso que sigue cada neurona y el momento justo de la intervención de la función de activación.

Figura 3

Las tareas que ejecuta una neurona en una red artificial



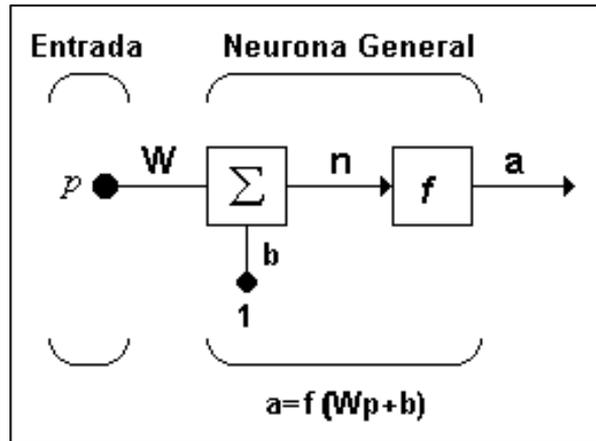
Fuente: Elaboración propia con base en Tanco (2003).

Existen distintos tipos de funciones de activación, sin embargo, las más comúnmente utilizadas para las redes neuronales artificiales son sólo 5 (Castro, 2006):

- Limitador fuerte.
- Limitador fuerte simétrico.
- Función lineal.
- Función sigmoideal logarítmica.
- Función sigmoideal tangente hiperbólica.

Con la finalidad de facilitar la comprensión de las funciones de activación de las redes neuronales artificiales, también denominadas “funciones de transferencia” se presenta la figura 4:

Figura 4
El proceso interno de una neurona artificial



Fuente: Elaboración propia con base en Tanco (2003).

En donde:

- P = a las entradas.
- W = a los pesos sinápticos.
- B = es la nueva entrada que refuerza la salida del sumador “n”.
- N = es la salida neta de la red.

La salida total está determinada por la función de transferencia, que puede ser:

- a) Una función lineal de “n”.
- b) Una función no lineal de “n”.

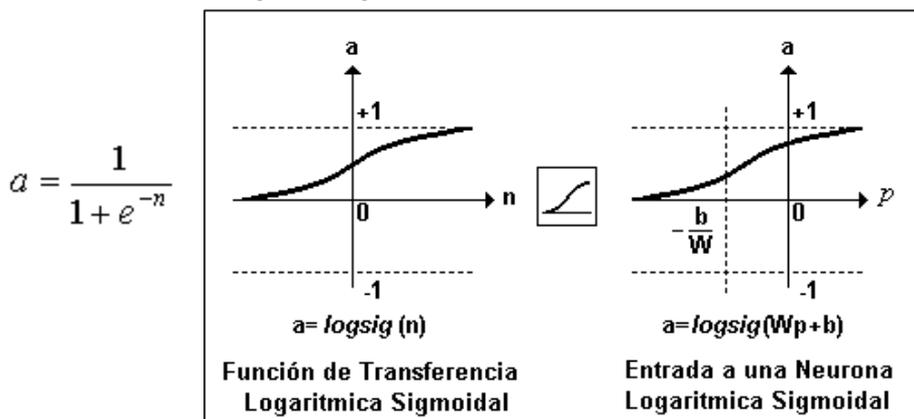
Lo anterior debido a que aunque las RNA se inspiren en los modelos biológicos, no existe restricción alguna para realizar modificaciones en las funciones de salida. Por lo tanto, existen modelos artificiales que no tienen que ver con las características del sistema biológico (Tanco, 2003).

En el caso del Perceptrón Multicapa, una red de propagación hacia adelante, está compuesta por dos o más capas de neuronas con función de activación sigmoideal logarítmica, sigmoideal tangente hiperbólica o lineal (Castro, 2006). A continuación, se describen las principales funciones de transferencia que se emplean en las redes de tipo Perceptrón, Multicapa y de Retropropagación.

- a) Sigmoidal (Logsig). Comúnmente utilizada en las redes multicapa como la Backpropagation, principalmente debido a que la función *logsig* es fácilmente diferenciable. Toma los valores de entrada que oscilan entre más y menos infinito y restringe la salida a valores entre cero y uno según la siguiente expresión (Tanco, 2003):

Figura 5

Función de transferencia logarítmica sigmoidal

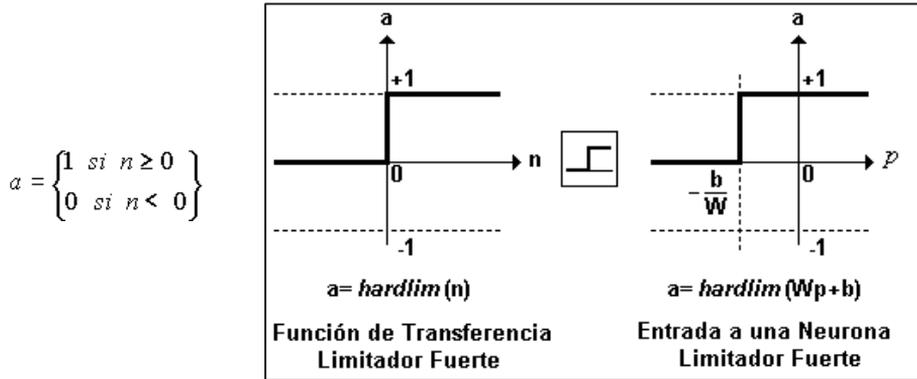


Fuente: Elaboración propia con base en Tanco (2003).

- b) Limitador fuerte (Hardlim). Esta función crea neuronas que categorizan a las entradas en dos grupos, por lo que es empleada en la red tipo Perceptrón. Su labor consiste en acercar la salida de la red a 0, si el argumento de la función es menor que 0, o bien, acercar la salida a 1 si el argumento resulta mayor que 1 (Tanco, 2003).

Figura 6

Función de transferencia limitador fuerte

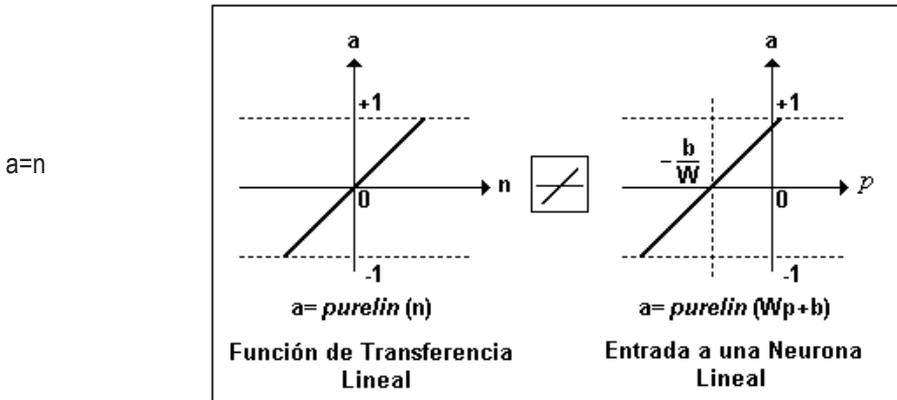


Fuente: Elaboración propia con base en Tanco (2003).

- c) Lineal (purelin). Se resume en que la salida de una función de transferencia lineal es igual a su entrada.

Figura 7

Función de transferencia lineal



Fuente: Elaboración propia con base en Tanco (2003).

Es preciso señalar que cada función presenta variantes, ya que se pueden estructurar distintas redes de acuerdo al problema que se busca solucionar. Partiendo de esta base existirán variaciones en las fórmulas de las funciones, así como en su ejecución. Match (2001), señala que las principales ventajas de una red neuronal artificial son:

- Su sincronización con la tecnología existente. Al ser posible adaptar los chips a la misma y que sea compatible con las redes que ya están trabajando.
- La operación en tiempo real, porque se cuenta con los equipos necesarios para desarrollar las redes.
- Tolerancia a los errores. Porque a pesar de que la red sufra un severo daño posee la habilidad de retener sus capacidades.
- Auto-organización. La red tiene la capacidad de organizarse a sí misma basándose en su fase de aprendizaje.
- Aprendizaje adaptativo. Las redes pueden ejecutar tareas con base en su entrenamiento o una experiencia previa.

Por su parte, Basogain (2008), destaca como principales características del funcionamiento de las RNA las siguientes propiedades:

- Almacenamiento. La memoria o el conocimiento se encuentra distribuido a lo largo de todas las conexiones ponderadas de la red.
- Asociativas. Cuando existe una entrada parcial la red elegirá la entrada más parecida que encuentre en su memoria y generará una salida que corresponda a una entrada completa.
- Generalización. Le permite a la red responder adecuadamente cuando se le presenta una entrada incompleta o con ruido.
- Tolerancia a la falta (*Fault tolerance*). En el caso en el que varias neuronas o elementos procesadores resultaran destruidos o se alteraran las conexiones, el comportamiento de la red se vería mínimamente modificado. Aunque el comportamiento varía el sistema no se descompone ni deja de funcionar.

Estas acciones son posibles para una red neuronal artificial gracias a que la información no está contenida en un solo lugar, sino que circula a través de ella. Ciertamente las RNA poseen características que hacen que tengan la capacidad de adaptarse a su entorno y a distintas circunstancias de acuerdo a los objetivos que se persigan en cada investigación. Es sorprendente apreciar la capacidad que tienen para clasificar y pronosticar a partir de información que muchas veces no es clara o está incompleta y aun así arrojar resultados con muy alta precisión. Además, impresiona la facilidad que tienen para aprender constantemente, habilidad que las ha convertido en la herramienta favorita para casos muy dinámicos en donde las variables están cambiando constantemente, porque las redes artificiales permiten estar haciendo ajustes con agilidad.

Las redes neuronales artificiales permanecen en constante evolución, porque como todo modelo son susceptibles de mejora. Aunque representan la mejor alternativa de solución para algunos casos incluso muy complejos, aún siguen enfrentándose a ciertas limitantes. Se presentan en la tabla 4 las principales ventajas y desventajas que conlleva el uso de las redes neuronales artificiales.

Tabla 4

Principales ventajas y desventajas del uso de las redes neuronales artificiales

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Son complementarias de las técnicas estadísticas empleadas con datos multivariados con alto grado de interdependencia entre factores cuando los datos son ruidosos o están incompletos. Juntos forman una herramienta poderosa para la toma de decisiones. • Proveen resultados más precisos que aquellos que se obtienen a través de modelos de regresión. • Las redes neuronales son capaces de aprender cualquier mapeo no-lineal y lidiar con “no-linealidades” tanto implícitas como directas. • La significancia y la exactitud de los modelos de redes neuronales pueden ser evaluados utilizando las medidas estadísticas tradicionales: la raíz del error cuadrático y el coeficiente de determinación (R²). • Las redes neuronales son flexibles en relación a los datos ruidosos e incompletos. • Los modelos de redes neuronales pueden ser actualizados fácilmente por lo que resultan adecuados para entornos dinámicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe una fórmula o procedimiento estandarizado para determinar el tamaño de la muestra para las redes neuronales de entrenamiento. • No se ha ideado ningún método para determinar la importancia de las variables independientes (inputs) en una red neuronal. • En la red neuronal las ponderaciones no pueden ser interpretadas de la misma manera que un coeficiente de regresión. Las ponderaciones tienen relación con la importancia del input, pero las interacciones complejas en las capas ocultas hacen que el análisis sea difícil más no imposible. • Es difícil determinar cuándo se ha encontrado la mejor solución puesto que no hay parámetros que indiquen que se ha dado con la mejor red neuronal. • La selección del modelo y el entrenamiento continúan siendo un arte y no una ciencia puesto que las redes neuronales son más complejas que las regresiones de mínimos cuadrados ordinarios. • La arquitectura de la red neuronal y otros parámetros deben determinarse durante la experimentación. • Si el entorno cambia, la red debe ser reconstruida y reentrenada. • El proceso de aprendizaje de las redes neuronales puede consumir mucho tiempo.

Fuente: Elaboración propia con base en Hakimpour *et al.* (2011).

Desde la proliferación del uso de las redes neuronales han existido detractores o bien estudiosos que han argumentado en su contra, como fue el caso de Minsky (1969) quien a través de argumentos matemáticos sólidos puso en duda su capacidad para la solución de problemas complejos (no lineales) para después ser rebatido al surgir la propuesta del Perceptrón Multicapa. De la misma manera, otros han puesto en entredicho su funcionalidad al argumentar que la estadística a través de sus diversas herramientas es más eficiente. Por ello, Pitarque, Roy y Ruiz (1998) en su trabajo orientado al estudio comparativo del uso de las redes neuronales contra los modelos estadísticos, analizaron de manera separada datos que correspondían a las siguientes funciones: a) Predicción cuantitativa en la que compararon la regresión múltiple contra redes neuronales con una unidad de salida, b) la clasificación cualitativa binaria, comparando el análisis discriminante y la regresión logística contra redes neuronales con dos unidades de salida, y c) la clasificación cualitativa no binaria en la que compararon el análisis discriminante contra las redes neuronales con tres unidades de salida.

De sus resultados concluyen y señalan puntualmente lo siguiente:

- a) Tanto los modelos de regresión múltiple como las redes neuronales tienden a rendir por igual en la mayoría de los casos, confirmando los resultados de otros estudios como los elaborados por Ripley (1993).
- b) Las distintas pruebas aplicadas mostraron que las distintas condiciones de correspondencia tienden a afectar en grado similar tanto a los modelos estadísticos como a las redes neuronales, *“siendo el patrón de correlaciones predictor-criterio el que determina la calidad del rendimiento de ambos sistemas”*.
- c) Las redes neuronales a diferencia de los modelos estadísticos logran generar una proporción de clasificaciones correctas significativamente mayor, independientemente del patrón de correlaciones que mantengan las variables.

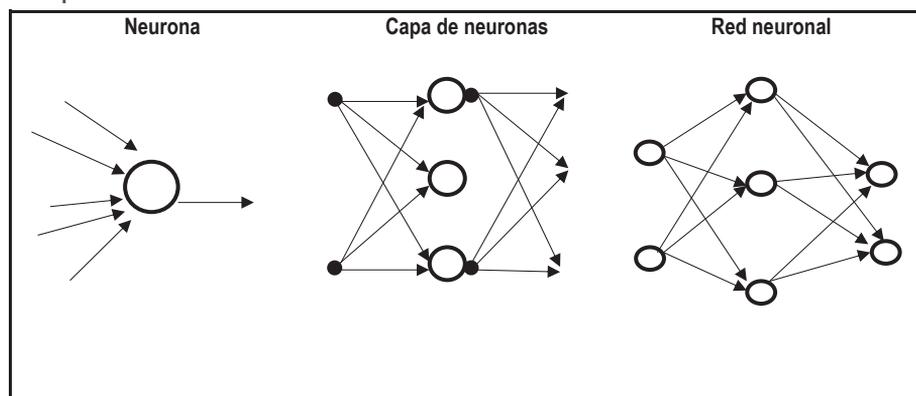
La clasificación de las redes neuronales artificiales

Como resultado de los diversos trabajos en inteligencia artificial se han dado importantes pasos hacia adelante en materia de las redes neuronales artificiales, convirtiéndose en una versátil técnica compatible con diversas áreas. Sin embargo, es necesario señalar que dada la proliferación de opciones vale la pena revisar la clasificación de las redes para así tener una idea de cuál puede ser la ideal para el caso que se pretende resolver. A grandes rasgos, las redes neuronales artificiales pueden ser clasificadas por su estructura, es decir, su arquitectura o bien, por su estilo de aprendizaje.

En la primera clasificación, Galán y Martínez-Bowen (2010), recomiendan primeramente plantearse cuál será el uso que se le dará a la red de acuerdo a su arquitectura, es decir, cómo están dispuestas y conectadas las neuronas, pudiendo distinguir el número de capas, si están ocultas o visibles, si son de entrada o de salida y el sentido o dirección de sus conexiones.

Figura 8

La arquitectura de las redes neuronales artificiales

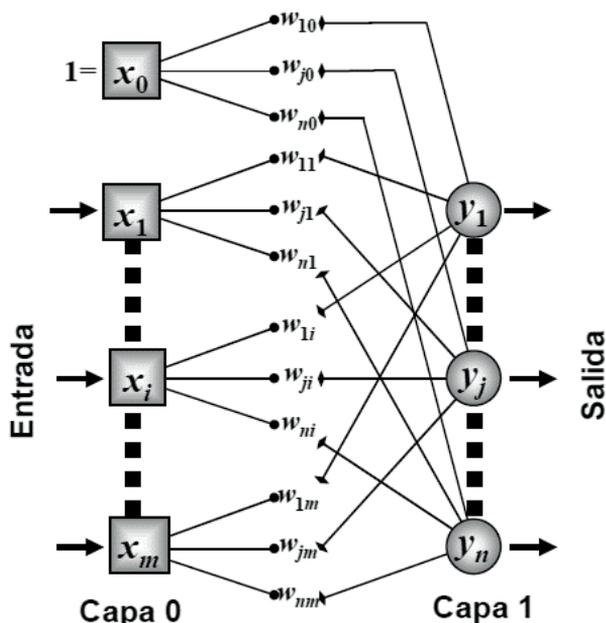


Fuente: Elaboración propia con base en Galán y Martínez-Bowen (2010).

Tomando como base las formaciones mostradas en la figura 8, resulta sencillo poder diferenciar a las redes neuronales artificiales debido a su estilo de arquitectura, pudiendo ser:

- a) Redes artificiales monocapa. Se compone de una capa que simultáneamente constituye tanto la entrada como la salida del sistema. Está en permanente contacto con el exterior con el que intercambia señales.

Figura 9
 Red neuronal artificial monocapa



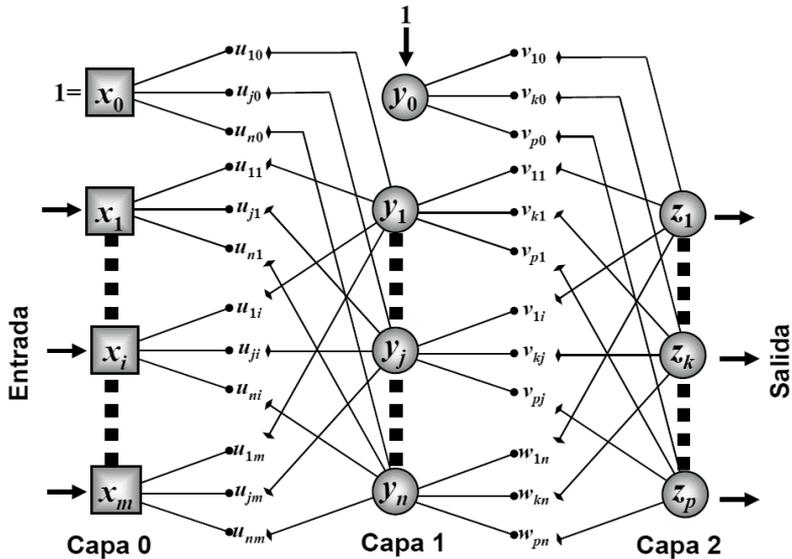
Fuente: Izaurieta y Saavedra (2000).

A esta red se le considera monocapa debido a que regularmente no se contabiliza la capa de entrada, por lo tanto, solo es capaz de resolver problemas linealmente separables. Sin embargo, las neuronas de salida que resulten podrán ser lineales o no lineales (Izaurieta y Saavedra, 2000). Para dar solución a problemas de mayor complejidad es posible agregar un mayor número de capas.

- b) Redes artificiales multicapa. Aquellas formadas por dos o más capas de neuronas interconectadas.

A esta estructura arquitectónica se le conoce como “red multicapa”, que se caracteriza por tener capas ocultas y por su naturaleza no lineal. Esta estructura le permite a la red que las neuronas contenidas en una capa trabajen por sí mismas, ya que no necesita del resto para ejecutar las tareas, por lo tanto, cada capa está en acción simultáneamente. Un aspecto a considerar es que aunque la red multicapa es capaz de resolver un mayor número de problemas también es cierto que requiere de más tiempo para su aprendizaje y entrenamiento (Izaurieta y Saavedra, 2000).

Figura 10
Red neuronal artificial multicapa



Fuente: Izaurieta y Saavedra (2000).

Al trabajar con una gran cantidad de neuronas resulta práctico ordenarlas por capas de acuerdo a sus similitudes de comportamiento. Debido a esto se emplean subíndices para las neuronas, ya que cada capa constituye un vector de neuronas (Izaurieta y Saavedra, 2000). A su vez, dependiendo del sentido de las señales, las redes multicapa pueden dividirse en (Galán y Martínez-Bowen, 2010) :

- Redes con conexiones hacia adelante. Aquellas en las que la información circula en un solo sentido.
- Redes con conexiones hacia atrás. En las que es posible que la información regrese, por lo tanto, circula en dos direcciones.

La segunda clasificación de las redes neuronales artificiales corresponde a la manera en la que estas aprenden. En gran medida esto depende del entrenamiento al que sean sometidas, puesto que hay que recordar que una de las fortalezas que poseen estos modelos es la escasa o casi nula incidencia humana que disminuye los sesgos de la investigación. Según los expertos en la materia, Galán y Martínez-Bowen (2010), las RNA se apoyan en el uso de patrones que ejecutan de forma iterativa hasta que muestran respuestas satisfactorias. En otras palabras,

cada vez que la red va ajustando los pesos sinápticos para dar respuestas óptimas con base en el conjunto de patrones de entrenamiento. Al respecto, Basogain (2008), afirma que las redes neuronales artificiales: “aprenden de la experiencia, generalizan de ejemplos previos a ejemplos nuevos y abstraen las características principales de una serie de datos”.

En este sentido, Galán y Martínez-Bowen (2010) sugieren que el aprendizaje de una red neuronal artificial puede llevarse a cabo por medio de tres tipos de entrenamiento:

- a) Supervisado. La red dispone de patrones de entrada y salida que se desean obtener para los datos ingresados y con base en ellos modifica los pesos de las sinapsis para ajustar la entrada a la salida.
- b) No supervisado. En este caso a la red únicamente se le proporcionan los patrones de entrada. Por lo tanto, tendrá que clasificar los datos ingresados de acuerdo a características comunes que encuentre entre ellos.
- c) Híbrido. A la red no se le proporcionan los patrones objetivo, por lo que exclusivamente indica si la respuesta acierta o falla ante un patrón de entrada.

Las técnicas tradicionales de programación requieren un algoritmo que es una secuencia de instrucciones que indican las tareas que deberá ejecutar la computadora para solucionar el problema planteado. A diferencia de estas instrucciones previamente programadas, las RNA requieren de entrenamiento previo, es decir, a la red se le muestran ejemplos en su capa de entrada y por sí misma se ajusta en función de alguna regla de aprendizaje (Basogain, 2008).

El proceso de aprendizaje es de vital importancia en el desarrollo de la estructura de una red multicapa ya que de él depende el obtener resultados útiles. Sobre este tema, Izaurieta y Saavedra (2000), señalan que el aprendizaje es la clave de la plasticidad de una neurored porque es el proceso mediante el cual se adaptan las sinapsis para que la red responda de manera diferente de acuerdo a los estímulos del entorno. En sí, este proceso es el que establece el número, la organización y el modo de cambio de las conexiones sinápticas, es el que diferencia al ser humano del resto de los animales.

El Perceptrón Multicapa

Desde la creación de la primera neurona artificial para resolver problemas simples en 1943, han tenido una gran evolución, siendo una de las mayores la creación de una red capaz de dar solución a problemas complejos, es decir, no lineales.

El Perceptrón Multicapa, mejor conocido por sus siglas en inglés como MLP (Multi Layer Perceptron) se originó en 1958 a partir de los trabajos de Rosenblatt. Al igual que las redes neuronales artificiales antecesoras, está formado por una capa de entrada, al menos una capa oculta y una capa de salida, siendo las siguientes cuatro características las que lo diferencian del resto: a) Su estructura no es lineal, b) la red es tolerante a fallas, c) el sistema es capaz de determinar una relación entre dos conjuntos de datos, y 4) existe la opción de llevar a cabo la implementación de *hardware* (Martín, Soria, y Serrano, 2011).

Domingo (2014), define al Perceptrón Multicapa como “una red acíclica de propagación directa con una o más capas de nodos entre las entradas y las salidas. Estas capas adicionales contienen nodos denominados ocultos, ya que no son visibles directamente, no desde las entradas, ni desde las salidas”.

La red del Perceptrón Multicapa está integrada por neuronas o nodos que propagan una señal hacia la salida a través del proceso de sinapsis, mismo que es optimizado por el algoritmo de aprendizaje, que aunque existen diversas opciones, el más comúnmente utilizado para esta red es el denominado “*Backpropagation*”, principalmente debido a su eficacia, robustez e independencia de las condiciones iniciales, así como su capacidad de optimizar las conexiones de la red dado que su error suele caer en parámetros bastante aceptables, entendiendo por ello la diferencia que existe entre la salida de la red y la salida deseada. En este caso, el algoritmo de entrenamiento referido es de descenso por gradiente, es decir, que retro-propaga las señales desde la salida hasta la capa de entrada, optimizando así los valores de los pesos sinápticos por medio de un proceso iterativo, pudiendo dividirse en dos fases (Serrano, *et al.* 2010):

- Fase 1. Propagación hacia delante. Propaga señales desde la capa de entrada hasta la capa de salida. Determina la salida de la red, así como el error cometido al comparar la salida obtenida contra la salida deseada que se le enseña a la red durante la fase de entrenamiento.
- Fase 2. Propagación hacia atrás. Basándose en los errores cometidos en la capa de salida este algoritmo optimiza los valores de los pesos sinápticos responsables de las conexiones entre las neuronas a través de la retropropagación del error desde la capa de salida hasta la capa de entrada a través de las respectivas capas ocultas.

Al hablar del Perceptrón Multicapa se entiende que se trata de una red neuronal artificial compuesta por varias capas: a) capa de entrada, b) una o distintas

capas ocultas, y c) la capa de salida. Las flechas o *links* sinápticos entre ellas señalan el flujo de la red, así como el peso sináptico correspondiente. Cabe mencionar que la cantidad de capas de la red neuronal artificial es la suma de las capas ocultas más la capa de salida. El hecho de que una red contenga capas ocultas la convierte en un Perceptrón Multicapa, siendo esta su característica esencial (Tablada y Torres, 2009).

El análisis de RNA utilizando el Perceptrón Multicapa

Cada red artificial está compuesta por distintos elementos que de acuerdo al número y a la forma de interactuar entre sí, determinan su estructura. En este trabajo, debido a la naturaleza del fenómeno de estudio y sus variables se decidió utilizar el modelo de redes neuronales artificiales con la opción del Perceptrón Multicapa, mismo que fue ejecutado en el programa *IBM Statistics*.

El análisis de redes neuronales Perceptrón Multicapa consta de 5 etapas:

- a) **Etapa 1: Variables.** En este apartado se clasifican las variables de estudio en: variables dependientes, factores y covariables, donde estas últimas a su vez pueden ser estandarizadas, normalizadas o bien corregidas normalizadas. Para esta investigación se hizo el análisis a partir de una variable dependiente (Valor Agregado) y dos independientes (Remuneraciones y Formación Bruta de Capital Fijo), consideradas todas como variables a escala. De igual forma, debido a la distinta naturaleza de las mismas, con la finalidad de obtener resultados más precisos se decidió que las variables independientes fueran normalizadas.
- b) **Etapa 2: Particiones.** En esta sección el programa divide la información del conjunto de datos ingresado para llevar a cabo el análisis a través de dos opciones, una aleatoria y otra manual. Se optó aquí, por la opción aleatoria, es decir, no se modificaron los valores, sino que se trabajó con los valores ya programados para este algoritmo que consiste en el siguiente conjunto:

Cuadro 1

Conjunto de datos de partición

Partición	Número relativo	%
Entrenamiento	7	70
Prueba	3	30
Reserva	0	0
Total	10	100

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo de redes neuronales Perceptrón Multicapa.

El modelo trabaja con los siguientes elementos:

- Muestra de entrenamiento. Porcentaje de casos del conjunto de datos utilizado para entrenar a la red y generar un modelo.
 - Muestra de prueba. Se trata de un conjunto de datos que se mantienen aparte con el fin de emplearlos para dar seguimiento de los errores que se generan durante el entrenamiento. Se considera que la red es más eficiente si la muestra de prueba es más pequeña que la muestra de entrenamiento.
 - Muestra reservada. También es un conjunto de datos independiente que se utiliza para evaluar a la red neuronal final. Por lo tanto, el error de la muestra reservada es una estimación de la capacidad predictora del modelo.
- c) **Etap 3: Arquitectura.** En esta opción se especifica la estructura que se desea tenga la red. Al igual que la etapa anterior, el programa también ofrece dos opciones, una automática y otra personalizada. La gran diferencia entre ambas es que la primera genera una red con una capa oculta, además de que de forma automática calculará cuál es el número óptimo de unidades en la capa oculta, mientras que en la personalizada el experto tiene control total sobre las capas ocultas y de salida, manipulándolas según sus intereses. Aquí, se hizo uso de la opción de selección automática de arquitectura siguiendo dos parámetros: Número mínimo de capas ocultas (1) y número máximo de unidades en la capa oculta (50).

Un Perceptrón Multicapa puede tener 1 ó 2 capas ocultas, que contienen nodos de la red no observables. Por lo tanto, cada unidad es una función de la suma ponderada de las entradas, es decir, que emplea una función de activación y

determina los valores de las ponderaciones mediante un algoritmo de estimación. Para el caso de la opción automatizada que fue la empleada para esta investigación, la función de activación es la Tangente Hiperbólica, que toma los datos en valor real y los transforma al rango: (-1,1). Para la capa de salida también se emplea una función de activación, en este caso corresponde a la opción de Identidad, que toma los datos en valor real y lo devuelve sin modificar.

d) Etapa 4: Entrenamiento. Según la metodología empleada, la red efectúa el procesamiento de los registros de acuerdo al tipo de entrenamiento que recibe. Básicamente existen 3 opciones: Lote, En Línea y Mini Lote. Para este trabajo se realizó el análisis con base en un entrenamiento de Lote que consiste en utilizar toda la información de los registros del conjunto de datos con las que actualiza las ponderaciones sinápticas con ayuda de un algoritmo de optimización, en este caso el Gradiente Conjugado Escalado, en cuyas opciones de entrenamiento intervienen:

- Lambda inicial. El valor asignado para el Gradiente Conjugado Escalado es de un número mayor que 0 y menor que 0,000001.
- Sigma inicial. El valor asignado para el Gradiente Conjugado Escalado es de un número mayor que 0 y menor que 0,0001.

e) Etapa 5: Salida. Esta etapa muestra el resumen sobre la red neuronal a través de 2 fases:

a) Fase 1: Estructura de la red. Consta de 3 elementos:

- Descripción. Muestra las variables dependientes, el número de unidades de entrada y salida, el número de capas ocultas y las funciones de activación.
- Diagrama. Es un gráfico que muestra las variables analizadas.
- Pesos sinápticos. Muestra las estimaciones del coeficiente que existe entre las unidades de una capa determinada con las de la capa siguiente.

b) Fase 2: Rendimiento de la red. Muestra los resultados con la finalidad de determinar si el modelo es bueno.

- Resumen del modelo. Muestra los resultados de la red neuronal tanto global como por partición, señala el error relativo o el porcentaje de pronósticos incorrectos, la regla de parada para detener el entrenamiento y la duración del mismo.

Por último, se muestran:

- Resumen de procesamiento de casos. Muestra los casos incluidos y excluidos del análisis y los clasifica por muestras de entrenamiento, comprobación y reservadas.
- Análisis de importancia de la variable independiente. Basándose en las muestras de entrenamiento y comprobación, se crea una tabla y un gráfico que muestran la importancia y la importancia normalizada de cada predictor.

El procedimiento anteriormente descrito fue el que se siguió para generar el modelo de redes neuronales artificiales que permitió realizar los diversos análisis para dar respuesta a las tres hipótesis planteadas. El modelo se ejecutó en el siguiente orden:

- 1) Un análisis con la información de todos los países de la muestra por cada uno de los años del periodo de estudio.
- 2) Un análisis agrupando los países de la muestra en desarrollados y en desarrollo.
- 3) Un análisis con las principales marcas automotrices de la región de estudio.

La Industria Automotriz en el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico. Trabajo y Capital como Generadores de Valor Agregado se terminó de imprimir y encuadernar en noviembre de 2019. La edición consta de 500 ejemplares impresos y encuadernados en Editorial Morevalladolid, Morelia, Michoacán, México.

