UNIVERSIDAD MICHOACANA

DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES

ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

"LOS FACTORES DE LA PRODUCCIÓN EN EL VALOR AGREGADO DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN LOS PAÍSES DEL APEC, 2000-2011: UN ANÁLISIS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTORA EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

PRESENTA

M.C. MONTSERRAT CANO TORRES

DIRECTOR DE TESIS

DR. JOSÉ CÉSAR LENIN NAVARRO CHÁVEZ

MORELIA, MICHOACÁN, MAYO DE 2019.

ININEE
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS Y EMPRESARIALES

A todos mis seres queridos, en especial en memoria de los que ya partieron, porque con su cariño, consejos y apoyo incondicional me ayudaron a ser la mujer que soy y a culminar mi andar por este largo camino.

A todos, desde el fondo de mi alma, ¡gracias!

AGRADECIMIENTOS

Son numerosas las personas y las instituciones que a lo largo de este tiempo han colaborado para poder llegar al final de este camino. En primer lugar, le agradezco infinitamente al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México por los beneficios recibidos al impulsar mi formación académica a través de uno de sus programas de excelencia. También, a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por abrirme sus puertas y permitirme participar y aprender dentro de su comunidad académica, de manera especial a su Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales por formarme como investigadora.

En segundo lugar, a los docentes que me acompañaron en todo momento, a mi director de tesis el Dr. José César Lenin Navarro Chávez por compartirme su experiencia en la investigación y sus conocimientos, además de agradecerle su paciencia, su orientación y el haberme brindado su ayuda para lograr esta tesis doctoral. De igual forma, quiero expresar mi agradecimiento a mis sinodales: Dr. Mario Gómez Aguirre, Dr., Jerjes Itzcóatl Aguirre Ochoa y la Dra. Irma Cristina Espitia Moreno, por el tiempo que dedicaron a revisar mi trabajo y por sus acertadas observaciones y recomendaciones que me permitieron consolidar una mejor investigación. De manera especial, gracias a la Dra. América Ivonne Zamora Torres por su disposición constante para atenderme, por la confianza depositada en mí, por sus sugerencias y por su valiosa orientación que permitieron darle cause a esta tesis.

En tercer lugar, quiero expresar mi gratitud a mi familia, por su apoyo incondicional, por su paciencia y comprensión ante mis ausencias, ya que fueron mi motor para seguir adelante y culminar este proyecto. Especialmente a la memoria de cuatro grandes pilares de mi vida: mi abuela Cecilia, y mis tías: Yeya, Yuyú y Xóchitl, que, aunque no podrán ver el fruto de este esfuerzo, su cariño, sus palabras, sus consejos y las experiencias compartidas, fueron esenciales para lograr llegar hasta el fin. También, quiero agradecer a mi padre que sin importar las circunstancias en todo momento me ha respaldado. Del mismo modo, deseo hacer mención importantísima de las constantes palabras de aliento de mis amigos, por regalarme momentos de reflexión decisivos y por sus buenos deseos hacía mí y a este proyecto.

Por último, sin desear incurrir en omisiones, extiendo mi reconocimiento a todos aquellos que me acompañaron durante esta etapa y que, de forma directa o indirecta, hicieron aportaciones a mi vida que permitieron que alcanzara el máximo grado académico.

Desde el fondo de mi corazón ¡gracias a todos!

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS ix

ÍNDICE DE FIGURAS x

ÍNDICE DE TABLAS xi

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES xi

GLOSARIO xii

RESUMEN xiii

ABSTRACT xiv

INTRODUCCIÓN xv

CAPÍTULO 1. Fundamentos de la investigación 22

1.1 Planteamiento del problema de investigación 23

1.2 Preguntas de investigación 29

1.2.1 Primera pregunta de investigación 29

1.2.2 Segunda pregunta de investigación 29

1.2.3 Tercera pregunta de investigación 29

1.3 Objetivos de investigación 30

1.3.1 Primer objetivo de investigación 30

1.3.2 Segundo objetivo de investigación 30

1.3.3 Tercer objetivo de investigación 30

1.4 Hipótesis de investigación 31

1.4.1 Primera hipótesis de investigación 31

1.4.2 Segunda hipótesis de investigación 31

1.4.3 Tercera hipótesis de investigación 31

1.5 Justificación de la investigación 32

CAPÍTULO 2. La Industria Automotriz en el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacifico (APEC) durante el periodo 2000-2011 33
2.1 La industria automotriz en APEC 34
2.2 Los principales productores de automóviles de APEC: 2000-2011 40
2.2.1 Estados Unidos 43
2.2.2 Canadá 44
2.2.3 México 45
2.2.4 Chile 46
2.2.5 Perú 47
2.2.6 Japón 48
2.2.7 China 49
2.2.8 Corea del Sur 50
2.2.9 Tailandia 51
2.2.10 Indonesia 52
2.2.11 Vietnam 53
2.2.12 Australia 54
2.2.13 Nueva Zelanda 55
2.2.14 Rusia 56
2.3 Las principales marcas automotrices con presencia en APEC 57
CAPÍTULO 3. Los factores de la producción como determinantes del valor agregado 65
3.1 ¿Qué son los factores de la producción? 66
3.1.1 El factor capital 70
3.1.2 El factor trabajo 71
3.2 La función de producción 72
3.3 Teoría de los polos de desarrollo 77
3.4 Teoría del comercio intraindustrial 81
3.5 La incidencia de los factores productivos y la localización en los procesos de fabricación y el intercambio comercial de bienes a nivel internacional 85

3.5.1 La incidencia de la Teoría de la Localización en la Nueva Geografía Económica 86
3.5.2 La Nueva Geografía Económica 89
CAPÍTULO 4. Metodología: el modelo de las redes neuronales artificiales 95
4.1 Justificación del uso de la metodología 96
4.2 Las redes neuronales biológicas 99
4.2.1 La unidad de la red neuronal biológica: la neurona y su proceso de sinapsis 100
4.2.2 Las principales funciones y procesos que lleva a cabo una red neuronal biológica. 103
4.3 Las redes neuronales artificiales 105
4.3.1 La evolución de las redes neuronales artificiales 105
4.3.2 El concepto de las redes neuronales artificiales 108
4.3.3 La clasificación de las redes neuronales artificiales 118
4.4 El perceptrón multicapa 122
4.4.1 Perceptrón multicapa *backpropagation* 126
4.4.2 Aplicabilidad de las redes neuronales artificiales en la industria automotriz 128
4.5 Diseño del modelo de RNA Perceptrón Multicapa 130
4.5.1 El análisis de RNA utilizando el Perceptrón Multicapa 131
4.5.2 Validez de la metodología 135
4.5.3 Selección de variables 136
4.5.4 Selección de indicadores 136
4.5.5 Bases de datos utilizadas en el modelo 137
4.5.6 Selección de los países y marcas para el análisis 139
CAPÍTULO 5. Los factores de la producción en el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el APEC 143
5.1 Resultados de la RNA para cada uno de los países seleccionados 144
5.1.1 Australia 145
5.1.2 Canadá 147
5.1.3 Chile 149

5.1.4 China 151
5.1.5 Corea del Sur 153
5.1.6 Estados Unidos 155
5.1.7 Indonesia 157
5.1.8 Japón 159
5.1.9 México 161
5.1.10 Nueva Zelanda 163
5.1.11 Perú 165
5.1.12 Rusia 167
5.1.13 Tailandia 169
5.1.14 Vietnam 171
5.1.15 Resultados consolidados de la selección de países en el APEC 173
5.2 Resultados de la RNA según el nivel de desarrollo de los países seleccionados 177
5.2.1 Países desarrollados en el APEC productores de automóviles, 2000-2011 178
5.2.2 Países en desarrollado en el APEC productores de automóviles, 2000-2011 180
5.2.3 Resultados consolidados según el nivel de desarrollo de los países de la selección 182
5.3 Resultados de la RNA para las marcas automotrices seleccionadas 185
5.3.1 Resultados de Daimler 186
5.3.2 Resultados de Dongfeng 188
5.3.3 Resultados de Ford 190
5.3.4 Resultados de General Motors 192
5.3.5 Resultados de Hyundai 194
5.3.6 Resultados de KIA 196
5.3.7 Resultados de Mazda 198
5.3.8 Resultados de Nissan 200
5.3.9 Resultados de Suzuki 202
5.3.10 Resultados de Toyota 204

5.3.11 Resultados consolidados de las marcas automotrices seleccionadas del APEC 206

CONCLUSIONES 210

RECOMENDACIONES 214

BIBLIOGRAFÍA 215

ANEXO I. Resumen del modelo de RNA por países productores de automóviles del APEC..... 230

ANEXO II. Resumen del modelo de RNA por marca automotriz del APEC..... 245

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Miembros de APEC con alto nivel de desarrollo 24
Cuadro 2: Miembros de APEC con desarrollo intermedio 25
Cuadro 3: Nivel de desarrollo de las economías de APEC según la clasificación de la ONU 26
Cuadro 4 Los principales productores de automóviles a nivel global: 2007-2009. 39
Cuadro 5: Las marcas automotrices existentes en el mundo a la fecha 59
Cuadro 6: Significado de los logotipos de las marcas automotrices 61
Cuadro 7: Diferentes estilos de administración de las empresas 62
Cuadro 8 : Las diferentes prácticas de gestión que aplican las principales compañías automotrices en APEC 63
Cuadro 9: Perspectivas de las principales marcas automotrices en APEC 64
Cuadro 10: Limitaciones a las medidas de concentración de los mercados 69
Cuadro 11: Aplicación exitosa de RNA en el área económico-administrativa 97
Cuadro 12: Las principales aportaciones para la construcción de las redes neuronales artificiales 105
Cuadro 13: Comparativa de una red neuronal biológica con una artificial 108
Cuadro 14: Funciones básicas de una red neuronal artificial 111
Cuadro 15: Principales ventajas y desventajas del uso de las redes neuronales artificiales 117
Cuadro 16: Tipos de propagación de información en las RNA 125
Cuadro 17: Algunos casos de éxito de las RNA con Perceptrón Multicapa 128
Cuadro 18: Aplicaciones de las redes neuronales artificiales 129
Cuadro 19: Indicadores utilizados en los análisis para el Objetivo 1 y el Objetivo 2 138
Cuadro 20: Clasificación de los países productores de vehículos de APEC según su nivel de desarrollo 138
Cuadro 21: Variables e indicadores utilizados en el análisis para el tercer objetivo 139
Cuadro 22: Países productores de vehículos en APEC: 2000-2011. 140
Cuadro 23: Países productores de vehículos en APEC según su nivel de desarrollo, 2000-2011 140
Cuadro 24: Las principales marcas automotrices en APEC en el periodo 2000-2011. 141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de isocuantas 72
Figura 2: La curva de oferta de trabajo 74
Figura 3: Comparativo de una red neuronal biológica con una artificial 109
Figura 4: Las capas que componen una red neuronal artificial 110
Figura 5: Las tareas que ejecuta una neurona en una red artificial 112
Figura 6: El proceso interno de una neurona artificial 113
Figura 7: Función de transferencia logarítmica sigmoidal 114
Figura 8: Función de transferencia Limitador Fuerte 114
Figura 9: Función de Transferencia Lineal 115
Figura 10: La arquitectura de las redes neuronales artificiales 119
Figura 11: El proceso que sigue una red neurona artificial 130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Los principales productores de automóviles de APEC: 2007-2009 41
Tabla 2: Las marcas automotrices más valiosas a nivel internacional 57
Tabla 3: Número de empleados de las principales marcas automotrices 58
Tabla 4: Conjunto de datos de partición 132
Tabla 5: Resultados consolidados de los 14 países de la selección 173
Tabla 6 182
Tabla 7 206

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: La estructura de una neurona biológica 101
Ilustración 2: Red neuronal artificial monocapa 119
Ilustración 3: red neuronal artificial multicapa 120
Ilustración 4: Ejemplo de una red de Perceptrón Multicapa 123

GLOSARIO

APEC	Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico
H-O	El Modelo de Heckscher-Ohlin
IA	Industria Automotriz
IED	Inversión Extranjera Directa
OICA	Organización Internacional de Constructores de Automóviles
RNA	Redes Neuronales Artificiales
FBCF	Formación Bruta de Capital Fijo
REM	Remuneraciones
VA	Valor Agregado
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OEMs	*Original Equipment Manufacturer* (Fabricante de Equipamiento Original)
OMC	Organización Mundial de Comercio
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PIB	Producto Interno Bruto
NGE	Nueva Geografía Económica
SUVs	*Sport Utility Vehicle* (Vehículo Utilitario Deportivo)
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo

RESUMEN

La presente tesis doctoral se enfoca en el análisis del comportamiento que tuvieron los factores de la producción trabajo y capital en el sector automotriz de Asia- Pacífico durante el periodo 2000-2011. Con tal fin, catorce países productores de automóviles del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) fueron seleccionados, mismos que después fueron clasificados de acuerdo a su nivel de desarrollo para hacer un segundo análisis. Posteriormente, se estudió el comportamiento de los mismos factores, pero esta vez en diez marcas automotrices originarias de Norteamérica, Japón y Corea del Sur con presencia en los países miembro del foro. Estos tres análisis se llevaron a cabo haciendo uso de la metodología de Redes Neuronales Artificiales (RNA) en específico del Perceptrón Multicapa, que es capaz de resolver problemas no lineales a partir de grandes cantidades de datos y que en este caso se empleó para identificar qué factor de la producción -trabajo o capital- fue el determinante en la generación de valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz del APEC y asimismo, definir de manera comparativa qué factor de la producción ha contribuido en mayor medida en la generación de valor agregado en la industria automotriz de los países seleccionados de acuerdo a su nivel de desarrollo. En este sentido, los resultados revelaron que, aunque ambos factores de la producción desempeñaron un papel importante, el factor trabajo con el 57% antes que el factor capital con el 43% determinó el valor agregado del producto terminado de la industria en la región. De igual forma, ocurrió con las marcas automotrices productoras en las que predominó el factor trabajo con el 70% sobre el factor capital con el 30%. Por lo tanto, resulta interesante conocer a detalle el comportamiento que tuvo cada país y cada marca automotriz en relación a sus factores productivos durante esos doce años claves para el sector a nivel mundial.

PALABRAS CLAVE: Factores de la producción, APEC, industria automotriz, Redes Neuronales Artificiales.

ABSTRACT

This doctoral thesis focuses on the analysis of the behavior of labor and capital production factors in the automotive sector of Asia-Pacific during the period 2000-2011. Furthermore, fourteen countries that were automobile producers of the Forum of Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) were selected, and then classified according to their level of development to make a second analysis. Subsequently, the behavior of the same factors was studied, but this time in ten automotive brands from North America, Japan and South Korea with presence in the member countries of the forum. These three analyzes were carried out using the Artificial Neural Networks (ANN) methodology, specifically the Multilayer Perceptron, which is able to solve nonlinear problems from large amounts of data and in this case was used to identify what factor of production -labor or capital- was the determinant in the generation of added value in the finished product of the automotive industry of APEC and also, to define in a comparative way, which factor of production has contributed the most in the generation of aggregated value in the automotive industry of the selected countries according to their level of development. Therefore, the results revealed that, even both factors of production played an important role, the labor factor with 57% before the capital factor with 43% determined the added value of the finished product of the industry in the region. In the same way, it happened with the producing automotive brands in which the labor factor predominated with 70% over the capital factor with 30%. Consequently, it is interesting to know in detail the behavior of each country and each automotive brand in relation to its productive factors during those twelve key years for the automotive sector worldwide.

KEY WORDS: Production factors, APEC, automotive industry, Artificial Neural Networks.

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.

La presente tesis doctoral 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, y otros, 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, 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).

De acuerdo con Mayorga y Martínez Aldana (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.

Para dar respuesta a estas preguntas existen dos actores principales. Por un lado, está el gobierno que a través de su figura de Estado toma la mayoría de las decisiones económicas, incluido el pilar que es el modelo a seguir del cual parten todas las estrategias. Y, por otra parte, también se toman decisiones en los mercados en donde tanto las personas como las empresas se reúnen de manera voluntaria para intercambiar bienes o servicios por dinero (Mc-Graw Hill Education, 2018).

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 que posee actores con depares niveles de desarrollo: 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 (Gónzalez , 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 restructuración, 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 participación 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 de investigación parte de las siguientes 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 señalada.

Los objetivos del trabajo son los siguientes: Primero determinar qué factor de la producción –trabajo o capital- incidió más en el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) durante el periodo 2000-2011. El segundo, identificar qué factor de la producción de los países desarrollados y en desarrollo generó mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en el APEC para estos años. Y, el tercero, descubrir qué factores de la producción de las marcas automotrices más representativas generó el mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en el APEC

De las veintiuna naciones que integran el APEC, primeramente, se seleccionaron aquellas que produjeron vehículos para el estudio sólo fueron consideradas 14, es decir, aquellas con un volumen de producción significativo de 2000 a 2011 y que fueron agrupadas en desarrolladas y en desarrollo según la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Para alcanzar estos objetivos y probar dichas hipotesis 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 con el que se ha desarrollado 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 (Jorge, 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.

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 a 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: 1)Primera: las variables de estudio, 2) 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, 3) 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, 4) Cuarta: el entrenamiento: la red efectúa el procesamiento de los registros de acuerdo al tipo de entrenamiento que recibe. Básicamente existen 3 opciones: Lote (que fue el empleado), en Línea y Mini Lote y la 5) Quinta: Salida. Esta etapa muestra el resumen sobre la red neuronal a través de 2 fases: a) la estructura de la red y b) el rendimiento de la red. Este proceso se especifica a detalle en el capítulo correspondiente a la metodología.

La estructura capitular de la tesis doctoral está integrada por cinco capítulos. En el primero se dan a conocer las bases de la investigación planteando la problemática que la inspiró, así como las preguntas, los objetivos que guiaron la investigación, las hipótesis que se comprobaron y por último se mencionó su justificación.

El segundo capítulo 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.

El tercer capítulo concentra el marco teórico 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).

En el cuarto capítulo se da a conocer la metodología empleada: las redes neuronales artificiales. Inicia con la justificación de porqué decidió emplearse, en seguida inicia con el desarrollo del concepto de las redes neuronales biológicas en el que se explica su componente principal que es la neurona y cuáles son los procesos que realiza. Después, describe en qué consisten las redes neuronales artificiales, su evolución y cómo se clasifican. Luego, presenta al Perceptrón Multicapa, sus características y aplicaciones. Por último, presenta el diseño del modelo empleado en esta tesis y todos sus elementos: la validez de la metodología, la selección de las variables y los indicadores, las bases de datos utilizadas y la selección de los países productores y de las marcas automotrices.

El quinto capítulo es el medular de esta tesis puesto que contiene el análisis de redes neuronales artificiales tipo perceptrón multicapa aplicado en tres niveles: 1) los principales países productores de vehículos de 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 de acuerdo a los indicadores durante el periodo señalado.

Por último, se dan a conocer las conclusiones de cada uno de los resultados arrojados por el análisis que efectuó la red para cada uno de los tres niveles de estudio, así como algunos comentarios relevantes a partir de la información obtenida y posteriormente se dan a conocer algunas recomendaciones en las que se sugieren variantes de este mismo análisis, así como futuras líneas de investigación.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

"Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado".

Albert Szent-Györgyi

Este primer capítulo constituye la base de esta investigación. A través del primer apartado que es el Planteamiento del problema de investigación, se hace una descripción minuciosa de los pormenores de la industria automotriz y su operación en la región Asia-Pacífico, los países involucrados en ella y cómo incide en su economía, tanto así que incluso se da a conocer en qué nivel de desarrollo se encuentran. También se narran algunas de las consecuencias que tuvo el sector debido al contagio desencadenado por la crisis financiera de 2008 originada en Estados Unidos.

Después se da paso a la columna vertebral de este trabajo, se trata de las preguntas de investigación que se intentan resolver, se dan a conocer los objetivos que la investigación pretende alcanzar y así mismo las hipótesis. Cabe señalar que todos estos elementos están redactados para tres niveles: 1) por países, 2) por el nivel de desarrollo de los países y 3) las marcas automotrices más representativas en la región Asia-Pacífico.

Por último, se presenta la justificación, es decir, se describe la importancia que tiene este trabajo, que lo diferencia de otros que tratan del mismo tema, las aportaciones que hace tanto a la ciencia como a la industria automotriz, entre otros beneficios y temas de interés que pueden ser punto de partida para futuras investigaciones.

1.1 Planteamiento del problema de investigación

Los factores de la producción son escasos, pero son la base para que pueda existir un proceso de transformación que concluirá con un intercambio comercial de productos en el mercado. Por eso, 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.

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 (Gónzalez , 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 gloriosos, desatando procesos de restructuración, 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 los 21 países del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) se localizan en la misma región del planeta, poseen recursos y características diferentes que los hacen distintos entre sí. Estos elementos les brindan una serie de ventajas y les imponen una serie de retos a superar para seguir avanzando en su camino hacia la competitividad. A continuación, se presenta a los miembros de APEC de acuerdo a su nivel de desarrollo según la clasificación que hizo Cuevas (2001), con base en las variables socio económicas de los países del foro: a) alto nivel de desarrollo, b) desarrollo intermedio y c) Bajo nivel de desarrollo.

A. Economías de Alto Nivel de Desarrollo

Un rasgo distintivo de este grupo es la baja contribución que tiene la agricultura a su PIB (exceptuando a Nueva Zelanda), pues su crecimiento económico se basa principalmente en la manufactura, las finanzas y los servicios.

Cuadro 1: Miembros de APEC con alto nivel de desarrollo

1. Estados Unidos	2. Hong Kong
3. Canadá	4. Singapur
5. Brunéi Darussalam	6. Nueva Zelanda
7. Japón	8. Corea del Sur
9. Australia	10. Taiwán

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

Este grupo al igual que otros países desarrollados en el mundo se distinguen por tener altos niveles de exportación, convirtiéndolos en los principales proveedores a nivel internacional. De esta forma, cuentan con suficiente capital para invertir en infraestructuras y alcanzar elevados niveles de bienestar. Los problemas a los que se enfrenta son: 1) la distribución inequitativa de la riqueza y 2) el envejecimiento de la población.

B. Economías de Desarrollo Intermedio

Independientemente de su PIB, los países pertenecientes a este grupo aún no alcanzan la madurez económica para sustentar el bienestar de la mayoría de sus habitantes.

Cuadro 2: Miembros de APEC con desarrollo intermedio

1. Chile	2. Tailandia
3. México	4. Perú
5. Malasia	6. Filipinas
7. Rusia	8. China

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

Este grupo se caracteriza por la dualidad económica en la que vive, ya que por una parte tienen la fortuna de tener una amplia dotación de recursos naturales, pero al mismo tiempo las ineficiencias de sus sistemas institucionales no les permiten explotarlos al máximo.

Un rasgo importante a destacar es que, a diferencia de los países desarrollados, la participación de la agricultura en el PIB es elevada, incluso en la mayoría de los casos es la principal actividad que emplea a la mayor parte de la fuerza de trabajo. Representa más del 60% de la población total de APEC y se caracteriza por tener un alto porcentaje de la población bajo la línea de pobreza. Los países con indicadores de pobreza más aguda son Perú, Filipinas y Rusia.

C. Economías de Bajo Nivel de Desarrollo

Indonesia, Papúa Guinea y Vietnam surgen como naciones independientes en la segunda mitad del siglo XX y son los únicos países en APEC considerados como de menor desarrollo.

A partir de esta clasificación se puede dilucidar qué países dentro de APEC son intensivos en cada factor de la producción, ya que existe la tendencia a predisponer que los países desarrollados poseen como rasgo característico suficiente capital para llevar a cabo distintos proyectos, en especial aquellos relacionados con innovación y tecnología, mientras que los países en desarrollo al carecer de los mismos o poseer una cantidad más limitada de dichos recursos tienden a especializarse en el factor trabajo, dándole más importancia a cuestiones como salarios competitivos, mano de obra calificada, costos de producción y de transportación bajos, debido a que les es difícil destinar presupuesto a mejorar su infraestructura o bien, dadas sus necesidades, prefieren invertir en otras áreas antes que en investigación y desarrollo o educación.

La Organización de las Naciones Unidas (2014), clasifica a los países del mundo en tres categorías: a) Economías desarrolladas, b) Economías en transición y c) Economías en desarrollo. Es importante precisar algunos aspectos técnicos de la misma para evitar confusiones y lograr una mayor comprensión.

Varios países, particularmente las "economías en transición", son países que por las características que poseen podrían pertenecer a cualquier categoría. En ocasiones los subgrupos son creados considerando aspectos relevantes como la ubicación geográfica o la pertenencia a otros organismos internacionales como es el caso de las "economías desarrolladas" que pertenecen al Grupo de los Siete (G-7). De igual manera, se tomaron como base algunos indicadores claves como el Producto Interno Bruto (PIB) de los países (ONU, 2014). Debido a que esta investigación se concentra en los 21 miembros del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC), a continuación, se muestra a qué categoría pertenecen de acuerdo a la clasificación de la ONU.

Cuadro 3: Nivel de desarrollo de las economías de APEC según la clasificación de la ONU

Nivel de Desarrollo	Economías
Desarrollados	1) Australia, 2) Canadá, 3) Japón, 4) Nueva Zelanda, 5) Estados Unidos
En transición	6)Federación Rusa
En desarrollo	7)Brunéi Darussalam, 8) China, 9) Hong Kong, 10) Indonesia, 11) Malasia, 12) Papúa Nueva Guinea, 13) Filipinas, 14) Corea del Sur 15) Singapur, 16) Taiwán, 17) Tailandia, 18) Vietnam, 19) México, 20) Chile, 21) Perú

Fuente: Elaboración propia con base en *World Economic Situation Prospects* (WESP, 2014).

Tal como lo señala la OMC la mayoría de los países que siguen sus normas para el intercambio comercial a nivel internacional se consideran a sí mismos en desarrollo. La categorización de la ONU de los miembros de APEC lo confirman. Una peculiaridad es que debido a que Asia-Pacífico es la región más extensa del mundo, alberga una un conjunto de territorios muy distintos entre sí como se ve reflejado en el cuadro anterior. Un aspecto a destacar es que APEC está integrado por países de los tres tipos de desarrollo existentes, especialmente sobresale el caso de Rusia que pertenece a la categoría más compleja en la que la ONU agrupa a aquellos países con pasado socialista.

El modelo capitalista les dio buenos resultados a varios países durante años, principalmente a Estados Unidos, siendo dos de sus características principales la desregulación financiera y la salarial. Ambas tuvieron un impacto considerable pero distinto en la estructura de: 1) la demanda de automóviles, 2) la movilidad del trabajo, 3) las ganancias y beneficios de los productores y 4) los estilos de administración de cada una de las compañías automotrices (Freissenet, 2011).

Sin importar el nivel de desarrollo de los países de Asia-Pacífico, la crisis económica de 2008 tuvo un severo impacto en la industria automotriz, en especial debido a dos factores que impulsaron su propagación: 1) las restricciones crediticias en Estados Unidos que después ocurrió también en muchos otros países disminuyendo los recursos de los encadenamientos productivos y 2) la disminución en la demanda de autos ocasionó un efecto dominó que colocó a los países más involucrados en esta industria tanto en la fase de producción como en la de exportación en una situación muy endeble (Romero, 2011).

En síntesis, según Romero (2011), las principales repercusiones de la crisis de 2008 en la industria automotriz fueron las siguientes:

- Productores importantes a nivel internacional como Japón, Alemania y Corea del Sur sufrieron importantes retrocesos de 32%, 14% y 8% respectivamente.
- México y Canadá fuertemente encadenados con Estados Unidos también sufrieron graves afectaciones, registrando caídas en 2009 de 27% y 29% respectivamente.
- Las ventas nacionales de automóviles se desplomaron.
- La crisis exhibió los serios problemas estructurales por lo atravesaban las compañías automotrices estadounidenses. Tanto General Motors como Chrysler se encontraban en condiciones precarias antes del último trimestre de 2008, mientras que Ford se salvó porque previamente había hipotecado gran parte de su activo para lograr reestructurarse y por lo mismo vendió las marcas *Land Rover* y *Jaguar.*
- El exceso de capacidad en las plantas automotrices ocasionó que debido al exceso de oferta los precios disminuyeran y por ende también las utilidades. Esta situación complicó obtener recursos suficientes para I+D.
- Otro tema sensible y que afectó la competitividad de la industria fue el de los pensionados y su seguro médico, ya que para ese momento en Estados Unidos la hora alcanzaba los 70 dólares, es decir, casi 30 dólares más que sus pares asiáticos que operaban en el mismo territorio.
- El incremento de los combustibles también ejerció un efecto significativo, porque los consumidores comenzaron a buscar alternativas de vehículos más rendidores y económicos. Por lo tanto, la oferta de automóviles asiáticos se extendió rápidamente por Estados Unidos y ganaron participación en el mercado debido al detrimento de las compañías estadounidenses.

La disminución en las ventas de vehículos motorizados en los Estados Unidos se aceleró a fines de 2008, con ventas mensuales más del 30% inferiores al mismo mes del año anterior. Los estadounidenses compraron 13.2 millones de automóviles y camiones ligeros en 2008, cifras por debajo de los 16.1 millones de unidades vendidas en 2007, y muy por debajo de los 17.8 millones vendidos en el 2000.

Durante todo ese año, los 3 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 el declive que presentó posteriormente hizo que paralelamente aumentaran las compras a China, acción que finalmente los catapultó a la primera posición como fabricantes de autos (Arbor, 2010) . Sin embargo, según *Freissenet* (2011), también fue el inicio de su reestructuración puesto que se recuperó rápidamente gracias a la creciente demanda de los países emergentes. Este contexto generó un nuevo fenómeno, mientras los mercados tradicionales se derrumbaban o avanzaban débilmente, otros tenían un ascenso imparable, este fue el caso de: Brasil, Rusia, India, China y Corea del Sur. En este sentido, resulta interesante observar el fenómeno de economías con escasos recursos que logran un alto nivel de industrialización a diferencia de aquellas ricas en diversidad de recursos que sólo se limitan a ser proveedores de materia prima o mano de obra (Basurto, 2013).

Icónicos fabricantes como General Motors, Ford, Chrysler y Toyota sufrieron graves daños a consecuencia de la crisis y no lograron una reposición del todo, cuando otros como Honda, Fiat, Daimler y BMW ya habían recuperado los niveles de producción que tenían antes del 2008. Sólo unos pocos: Volkswagen, la alianza Renault-Nissan, Hyundai y PSA superaron rápidamente su máximo histórico (Freissenet, 2011).

A partir de este contexto que conjuga la región más dinámica del mundo, el foro de países que hasta el momento ha tenido mayor participación útil, una de las industrias más importantes para la economía global, países líderes con conocimiento y tecnología que además de industrializados los convierten en desarrollados y países emergentes que a partir de sus recursos han sabido sumarse a las estrategias productivas para crecer internamente y generar un desarrollo regional, surge la base para esta investigación que a partir de un minucioso análisis intentará comprender la incidencia que tienen los factores productivos en el valor agregado de la industria automotriz de los países del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico durante el periodo 2000-2011.

1.2 Preguntas de investigación

A partir de la problemática planteada en relación a la industria automotriz en los países del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico, se formulan las siguientes tres preguntas generales de investigación que servirán de guía para este trabajo y que comprenden tres niveles: 1) Por país productor de automóviles en APEC, 2) De acuerdo al nivel de desarrollo que tienen los países productores de automóviles en APEC y 3) Según las marcas de las compañías automotrices con presencia en APEC.

1.2.1 Primera pregunta de investigación

¿Qué factor de la producción -trabajo o capital- determinó el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) durante el periodo 2000-2011?

1.2.2 Segunda pregunta de investigación

¿Qué factores de la producción de los países desarrollados y en desarrollo generaron mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011?

1.2.3 Tercera pregunta de investigación

¿Qué factores de la producción de las marcas automotrices más representativas generaron el mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011?

1.3 Objetivos de investigación

Partiendo de la base de las tres preguntas de investigación, a continuación, se presentan los tres objetivos generales que se pretenden alcanzar en este trabajo en tres categorías: 1) A nivel de cada uno de los países de APEC comprendidos en la muestra, 2) Clasificando a cada uno de los países de APEC dentro de la muestra en desarrollados o en desarrollo y 3) Por cada marca automotriz de la muestra con presencia en APEC.

1.3.1 Primer objetivo de investigación

Identificar qué factor de la producción –trabajo o capital- determinó el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) durante el periodo 2000-2011.

1.3.2 Segundo objetivo de investigación

Determinar qué factores de la producción de los países desarrollados y en desarrollo generó mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011.

1.3.3 Tercer objetivo de investigación

Descubrir qué factores de la producción de las marcas automotrices más representativas generó el mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011.

1.4 Hipótesis de investigación

Con base en la literatura revisada esta investigación se centrará en el planteamiento de las siguientes hipótesis que al igual que las preguntas y objetivos de investigación están formuladas en los mismos tres niveles: 1) por país, 2) por el nivel de desarrollo de dichos países y 3) por las marcas de las compañías automotrices con participación en la industria automotriz de APEC.

1.4.1 Primera hipótesis de investigación

El factor capital, antes que el factor trabajo, determinó el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011.

1.4.2 Segunda hipótesis de investigación

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 de valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011.

1.4.3 Tercera hipótesis de investigación

Las marcas automotrices más representativas intensivas en capital, generaron mayor valor agregado en el producto terminado, que las marcas automotrices intensivas en trabajo en la industria automotriz de APEC durante el periodo 2000-2011.

1.5 Justificación de la investigación

El mundo está en constante cambio y con él los rasgos culturales que modifican 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. En consecuencia, han surgido múltiples marcas de automóviles, intensificando entre sí la lucha por la cuota de mercado, tanto así, que 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.

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), sin duda 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. Aunque el ideal sería que todos los países productores del APEC pudieran generar valor agregado para la industria automotriz, 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 tanto, es de interés para los países de la Cuenca del Pacífico, así como para las marcas automotrices conocer qué factor de la producción: capital o trabajo, fue el que produjo mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en el periodo 2000-2011.

CAPÍTULO 2

LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN EL FORO DE COOPERACIÓN ECONÓMICA ASIA-PACIFICO (APEC) DURANTE EL PERIODO 2000-2011

"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.

En el presente capítulo se divide en tres apartados. En el primero, se hace una breve reseña de la creación del Fondo de Cooperación Económica Asia-Pacífico, mejor conocido por sus siglas en inglés como APEC, que surge como un espacio de dialogo 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 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 de 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 acontecida en 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 que está estrechamente ligada a su origen y a la mentalidad de sus fundadores que permea en su estilo de trabajo, toma de decisiones y estrategias que finalmente se hacen notar porque el consumidor final las distingue y las compara con el resto de las opciones disponibles en el mercado.

2.1 La industria automotriz en 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 de APEC para conocer las distintas perspectivas y generar estrategias conjuntas que favorezcan la cooperación en la región (APEC, 2018).

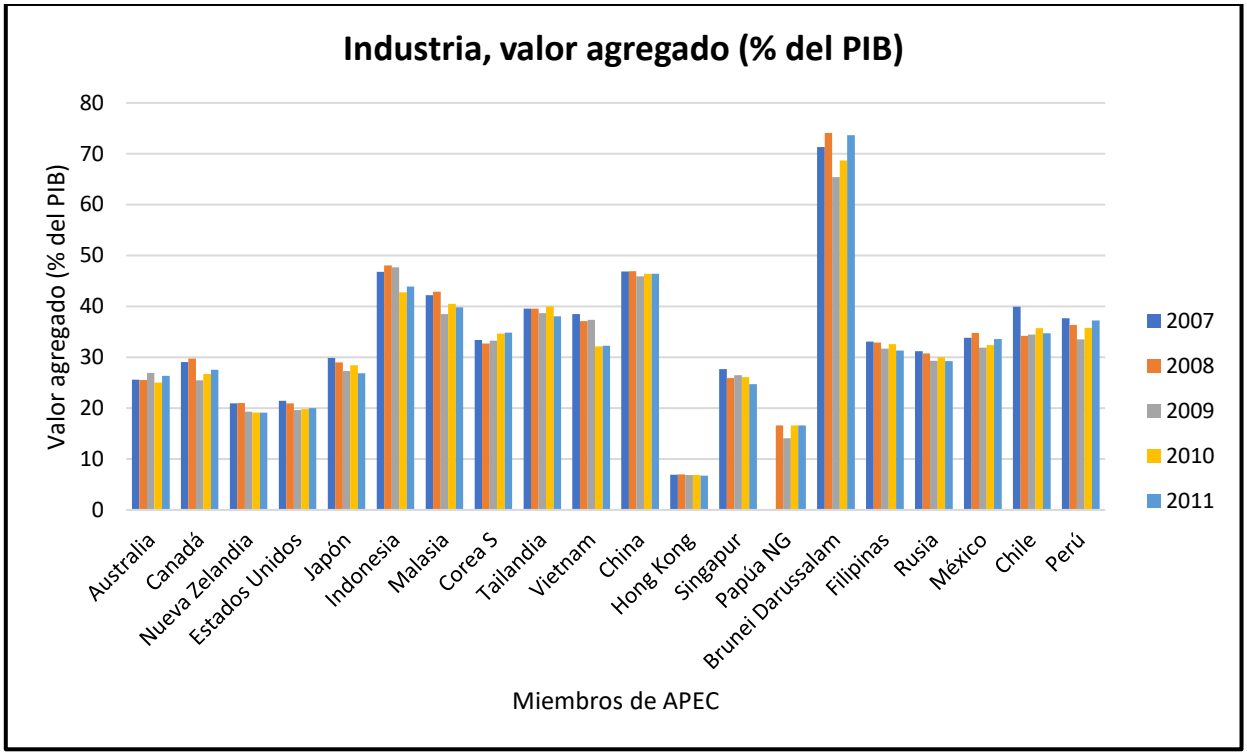
APEC cuenta con una amplia estructura que está dividida en comités. Dentro de la comisión de inversión y comercio se encuentra el grupo de "diálogo automotriz", que fue creado para que tanto los funcionarios de las economías miembro como los principales representantes de la industria tuvieran un foro 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 genera 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).

Según 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 continuó 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 de 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.

Gráfico 1: Porcentaje del PIB en el valor agregado de la industria de los países de APEC: 2007-2011.



*No se encontró información de Taiwán para este periodo.

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

Según muestra el Gráfico 2, destaca que para el periodo 2007- 2011 en el que se desarrolló la gran crisis financiera y económica que se contagió a nivel mundial, Brunéi Darussalam haya sido el país de APEC que aportó más valor agregado al porcentaje de su PIB, siendo que su nivel de industrialización es modesto en comparación 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 apreciarse el crecimiento constante de China y proporcionalmente el de Hong Kong, además, es notorio el desarrollo de los países del sudeste asiático: Indonesia, Malasia, Tailandia y Vietnam, que junto con Corea muestran un avance notorio 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 2 últimos por hacer 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 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 movible 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 noventas a la del dos mil, 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 producción 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. Por lo tanto, a continuación, se presentan los 10 países que produjeron la mayor cantidad de vehículos de pasajeros, antes, durante y después de la crisis de 2008.

Cuadro 4 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).

Resalta 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 España (-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% y Brasil un significativo 1%. A partir de estas cifras se puede ver el reflejo del resultado de las inversiones de Estados Unidos y Japón en países emergentes 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.

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 Freyssenet (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).

2.2 Los principales productores de automóviles de APEC: 2000-2011

Los países fabricantes de autos de 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 en (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 de APEC participan en ella. A continuación, 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.

Tabla 1: Los principales productores de automóviles de APEC: 2007-2009

	Producción de automóviles (unidades)			Venta de automóviles (unidades)		
País	**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).

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 que estuvo a punto de terminar con ella.

Para el periodo señalado, el caso de Australia muestra 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 de 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 páginas se da a conocer de manera detallada cómo era el contexto en el que operaba el sector automotriz de cada uno de los catorces países 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 uno de ellos 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.

2.2.1 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 3 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 EE. UU. 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 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).

2.2.2 Canadá

La producción automotriz es un componente importante del sector manufacturero de Canadá, porque representa una gran parte del comercio transfronterizo, además de las ventas y el producto interno bruto de manufactura. 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 de motor nuevos 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, otorgó 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).

2.2.3 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. Por lo tanto, 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.

En este sentido, 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 trasnacionales 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 3 países logrando beneficios conjuntos como la eficiencia, reducción de costos y una mayor penetración en el mercado.

Actualmente, según el último análisis económico realizado por *BBVA Research*, la industria automotriz aporta 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 IA emplea aproximadamente a un millón de mexicanos al generar siete empleos indirectos por cada empleo directo.

2.2.4 Chile

La historia de la industria automotriz chilena se remonta a 1924, cuando Ford instaló la primera planta ensambladora de automóviles de Chile. Durante 84 años, más de treinta marcas y ochenta modelos de automóviles fueron ensamblados en nuestro 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 actualmente, pero 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, pero es General Motors quien ha persistido hasta ahora, específicamente en Arica en donde llego a haber 23 armadoras. Lamentablemente 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.

2.2.5 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 (Lee J.-C. , 2013).

Para 2012, Perú fue el país andino con el mayor incremento de importaciones de vehículos con el 32% a 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 resalta el crecimiento que ha tenido y la competitividad global que tiene y en cuanto a las áreas de oportunidad, se encuentran: modificaciones que el sector financiero debe hacer para agilizar las líneas de crédito para 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 D. , 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).

2.2.6 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 dela 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).

2.2.7 China

La industria automotriz en este país surgió en 1956 con *First Automovile Works* (FAW), un par de años después el gobierno maoísta apuesta por la autosuficiencia 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 Automovile Work*s 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) *Shangai 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 Work*s, 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).

2.2.8 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).

2.2.9 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 e 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 su vez, Tailandia fue el décimo mayor importador de Japón, además del sexto mayor destino de exportación de vehículos. En 2012 el l resto de sus destinos de exportación fueron: Australia, Indonesia, Malasia, Arabia Saudita, Filipinas, Emiratos Árabes, Sudáfrica, Omán y Brasil (Royal Thai Embassy, 2013).Por lo tanto, 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). En resumen, 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. Entonces, se prevé que en caso de que ocurriera otra crisis, tendría mayores elementos para afrontarla (Haraguchi, 2010).

2.2.10 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, aunque de cualquier modo hay empresas trasnacionales 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 trabajo, 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.

2.2.11 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. Em 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).

En este sentido, 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.

2.2.12 Australia

Según la información disponible en la revisión de la industria automotriz australiana (2008), 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 palpable 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 (2008).

Según información de La Cámara Federal de la Industria Automotriz de Australia (2011), ésta es la de mayor tamaño en Australia, 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 a el 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.

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).

2.2.13 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 fabricas 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, as 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.

2.2.14 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 son 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 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 practica 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).

2.3 Las principales marcas automotrices con presencia en 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. Por lo tanto, a continuación, se dan a conocer las marcas automotrices más valiosas.

Tabla 2: Las marcas automotrices más valiosas a nivel internacional

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).

Cabe señalar que el hecho de que una marca sea valiosa no necesariamente significa que este 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 varios.

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. A continuación, se da a conocer el número de empleados con los que contaban las principales compañías automotrices de 2008 a 2011, según el ranking Global de Forbes (2019):

Tabla 3: 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).

Según muestra la tabla, en relación al factor trabajo puede apreciarse que existe un parteaguas en el año 2008 de la crisis económica y financiera con los años subsecuentes. La diferencia es muy notoria, 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 de productores de vehículos (OICA, 2018). 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.

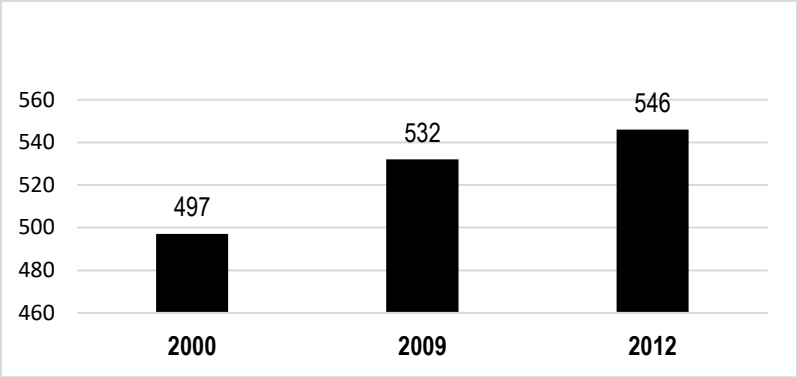
Cuadro 5: Las marcas automotrices existentes en el mundo a la fecha

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	33. Navistar	43. South East (Fujian)
4. BMW	14. Fiat	Lotus	34. Nissan	44. Suzuki
5. Brilliance	15. Ford	23. Haima Cars	35. Paccar	45. Tata
6. BYD	16. Fuji	24. Honda	36. Proton	46. Toyota
7. Changan	17. Gaz	25. Hunan	37. PSA	47. UAZ
8. Chery	18. Geely	Jiangnan	38. Renault	48. Volkswagen
9. China National	19. General	26. Hyundai	39. Rongcheng	49. Xiamen King Long
Heavy-Duty	Motors	27. Iran Khodro	Huatai	50. Zhengzhou Yutong
Trucks	20. Great Wall	28. Isuzu	40. SAIC	
10. Chongqing		29. JAC		
Lifan 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 que obligó a que la mayoría de las empresas hicieran una profunda reestructuración para poder permanecer en el mercado. Esto se puede apreciar en el siguiente gráfico:

Gráfico 3: 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 relacionda 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 economico 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, a continuación una breve reseña de los de las principales marcas de autos elaborados en la región Asia-Pacífico:

Cuadro 6: 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 significa “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).

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 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.

Cuadro 7: Diferentes estilos de administración de las empresas

Organización Oriental	Organización Occidental
• Basada en grupos • Orientada al conocimiento tácito • Fuerte en la socialización e interiorización • Énfasis en la experiencia • Logra variedad de requisitos a través de equipos multifuncionales.	• Basada en los individuos • Orientada al conocimiento explícito • Fuerte en la exteriorización y combinación • Énfasis en el análisis • Logra variedad de requisitos a través de las diferencias individuales.

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

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 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 (Rivas y Flores, 2007).

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

a) Potenciar a los proveedores nacionales.
b) Atraer a inversionistas extranjeros claves que aporten innovación y procesos que no se han desarrollado en el país receptor.
c) 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. Como muestra de ello, a continuación, se presentan las distintas prácticas que han puesto en marcha las principales empresas automotrices en esta materia:

Cuadro 8 : Las diferentes prácticas de gestión que aplican las principales compañías automotrices en 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 muestra a continuación:

Cuadro 9: Perspectivas de las principales marcas automotrices en APEC

	Marca	Principales retos y planes
1	Toyota	Se concentra en reclamar su lugar como el mayor fabricante de automóviles del mundo tras el escándalo de las emisiones de diésel de Volkswagen. Sigue lidiando con las consecuencias derivadas de sus airbags defectuosas. Las ventas del Prius se desplomaron en medio de los precios del gas. El Prius también podría enfrentar una mayor competencia con Tesla Motors lanzando una versión más asequible de sus autos eléctricos. Está invirtiendo fuertemente en tecnologías de conducción autónoma con la esperanza de obtener autos sin conductor en la carretera para 2020.
2	Daimler	El fabricante de autos Mercedes Benz y Smart se unió a Google, Audi, Tesla y Ford en la carrera por desarrollar vehículos autónomos. El servicio de autos Uber colocó un pedido grande para 100,000 vehículos Mercedes Clase S. 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.
3	General Motors	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.
4	SAIC Motor	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. Con un capital total de 11 mil millones de acciones, SAIC tiene asociaciones con varias marcas occidentales, incluidas General Motors y Volkswagen.
5	Nissan	El segundo mayor fabricante de automóviles de Japón, después de Toyota. 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.
6	DongFeng Motor Group	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

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

CAPÍTULO 3

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. Por lo tanto, hablar de los factores de la producción que en esencia son la tierra, el trabajo y 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, 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.

3.1 ¿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. Por lo tanto, 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).

De acuerdo con Mayorga y Martínez Aldana (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.

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):

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

Para dar respuesta a estas preguntas existen dos actores principales. Por un lado, está el gobierno que a través de su figura de Estado toma la mayoría de las decisiones económicas, incluido el pilar que es el modelo a seguir del cual parten todas las estrategias. Por otra parte, también se toman decisiones en los mercados en donde tanto las personas como las empresas se reúnen de manera voluntaria para intercambiar bienes o servicios por dinero (Mc-Graw Hill Education, 2018).

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 las que se describen a continuación (Astudillo y Paniagua, 2012):

Cuadro 10: 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 enfrentan 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).

3.1.1 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, la 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).

3.1.2 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 Gónzalez, 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. Por lo tanto, 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).Por lo tanto, para toda organización es clave analizar los sueldos y salarios pagados a quienes participan en el proceso productivo.

3.2 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):

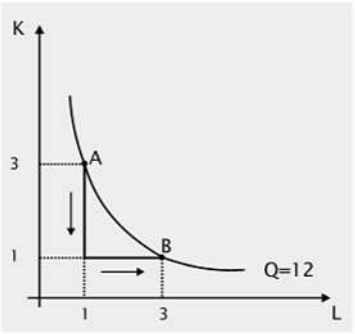
- Q= Producción
- K= Capital
- L= Trabajo

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.

Figura 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.

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 capital es variable (Scialabba, 2018).
B. A largo plazo: Es un periodo que se caracteriza porque ningún insumo permanece fijo (FAO, 2018). Por ejemplo: Cuando el capital (K) es fijo, pero el trabajo (L) es variable, la empresa puede producir más al contratar trabajadores (L) (Scialabba, 2018).

Entonces, 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).

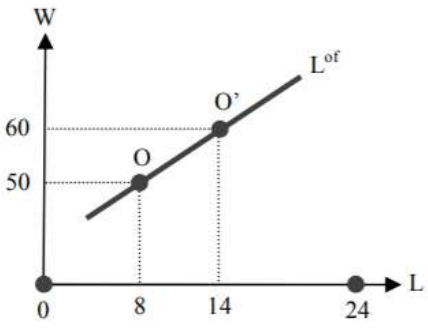
En relación al factor trabajo, este tiene una correlación con el denominado "mercado laboral", que es en donde se reúnen las personas que desean trabajar (vendedores), con empleadores, empresas y organizaciones (compradores), que requieren de sus servicios transacciones de compraventa) para poder cumplir 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 A. , 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 (Ls) y 2) la demanda de trabajo de las empresas (Ld), 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 (Ld) disminuye, y si el salario del mercado (W) disminuye, entonces, la demanda de trabajo de las empresas (Ld) aumenta. Mientras tanto, si el salario del mercado (W) se incrementa, también lo hace la oferta de trabajo (Ls) y si el salario del mercado (W) disminuye, lo mismo ocurre con la oferta de trabajo (Ls). En resumen, el mercado de trabajo tiende al equilibrio, es decir, a la igualdad entre oferta y demanda de trabajo (Banyuls, 2009).

Figura 2: La curva de oferta de trabajo



Fuente: Bergara, et al. (2003).

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 (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 F. , 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 Gómez, 1993).

Aunque para algunos el pionero de las economías de escala es Adam Smith, el economista 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 Texis, 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 Gómez, 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 a 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 económico 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 J. , 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).

3.3 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 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, su propuesta versa de que 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 E. , 2000).

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 ellos 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 a 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"

Con base en su investigación Serrano (2001), concluye que no son las políticas de desarrollo sectorial las que permitirán relanzar una región, sino aquellas políticas 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 y promoviendo la creación de empresas que se logrará alcanzar dicho objetivo.

3.4 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" (Gónzalez 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 siempe superior a la suma de las partes.

De acuerdo con 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 (Gónzalez Blanco, 2011).Gray (1973) y Davis (1977), citados por Sotomayor (2008), aseguran que antes del oficial reconocimiento de su existencia, se consideró que el comerció intraindustrial se trataba de una variante de la teoría de proporciones factoriales. Sin embargo, desde distintintas 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. Asi 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 intraindustrial 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 según Linder (1961) 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 principales modelos son el de competencia monopolística, y los mercados oligopilísticos, 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 fungir 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 complementan 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), Barnard (1938), Hayek (1945), Simon (1947), Chandler (1962) y Arrow (1969) 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.

3.5 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” (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.

3.5.1 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 (Garcia Ramon, 1976).

Después, Alfred Weber haría sus aportaciones a la teoría de la localización centrando 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 a 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 está 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).

En el siguiente apartado se desarrollará de manera sucinta la teoría de la nueva geografía económica que ha generado un sinnúmero de opiniones y críticas. Dados los objetivos de esta investigación, se dará mayor énfasis a los aspectos relacionados a los factores de la producción y las estrategias de localización que siguen las empresas en torno a ellos y cómo influye en esa toma de decisiones la localización.

3.5.2 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 M. , 2011).

La NGE se gesta en los modelos propuestos por Fujita, Krugman y Venebles 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):

1) 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.
2) 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.

3) 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.
4) Los procesos que dan forma a la NGE dentro de los países también lo hacen con el comercio internacional: Tango Krugman como Fujita y Venebles 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 Venebles 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 e 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 económicaal 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 cercanos 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 amplian sus mercados locales y se especializan a nivel institucional y de infraestructura regional (Deichmann y Gill, 2008).

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA: EL MODELO DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES

"Creo que dentro de no muchas décadas tendremos inteligencias artificiales que serán mejores resolviendo problemas que los humanos"

Jürgen Schmidhuber, director científico del laboratorio de inteligencia artificial suizo IDSIA.

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.

El presente capítulo está dividido en cinco apartados. El primero de ellos explica la utilidad del modelo de redes neuronales artificiales y por qué es factible su uso en esta investigación. El segundo es una síntesis de las redes neuronales biológicas, el tercero trata sobre las redes neuronales artificiales, su evolución, el concepto como tal y su clasificación. El cuarto describe el Perceptrón Multicapa que es el tipo de red neuronal artificial empleada en esta tesis y el quinto y último apartado trata sobre el diseño de la red neuronal artificial aplicada, describiendo elementos clave como los elementos y fases en las que consiste el análisis, la validez que tiene dicha metodología, cómo fueron seleccionados tanto las variables como los indicadores, además de las bases de datos utilizadas y cómo fue el proceso de selección y cuáles son las muestras de estudio utilizadas para cada uno de los tres niveles de análisis: por países, por nivel de desarrollo y por marcas automotrices.

4.1 Justificación del uso de la metodología

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 pruebas".* 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.

En años recientes, los modelos de redes neuronales artificiales (RNA), han sido incorporados a las investigaciones en el área de las ciencias económico-administrativas con resultados favorables. A continuación, se presentan algunos ejemplos destacados.

Cuadro 11: Aplicación exitosa de RNA en el área económico-administrativa

Área económico-administrativa	Descripción del caso	Problemas solucionados aplicando RNA
Mercadotecnia	Solución a problemas de toma de decisión que previamente sólo podían ser resueltos mediante análisis estadístico multivariado.	• Segmentación de mercados. • Modelado de las respuestas del mercado. • Clasificación de patrones de consumo. • Análisis de nuevos productos. • Identificación de características del consumidor. • Pronósticos de ventas. • Marketing dirigido. • Relación: orientación al mercado y desempeño.
Finanzas	Emplean con frecuencia las RNA para los análisis de series de tiempo, particularmente las no-lineales, debido a que ofrecen un mejor ajuste a comparación de los modelos paramétricos lineales. Algunos argumentan que los resultados obtenidos son de difícil interpretación, y terminan considerándolas como "cajas negras".	• Realizar modelos y pronósticos. • Su uso más común es generar pronósticos de cambio en el valor de los activos financieros.
Producción	Los problemas más comunes que se suscitan en esta área suelen ser los costos de la producción, las fechas de entrega y el control de la calidad.	• Diseño de ingeniería. • Control de calidad. • Diseño de almacenamiento. • Control de inventarios. • Administración de la cadena de valor. • Pronóstico de demanda. • Monitoreo y diagnóstico en los procesos de selección.
Administración estratégica	La investigación empírica en sistemas de planeación estratégica se enfoca en dos áreas: 1) el impacto de la planeación estratégica en el desempeño de la firma y 2) el papel de la planeación estratégica en la toma de decisiones.	• Planeación estratégica. • Asesoramiento en la toma de decisiones. • Evaluación de estrategias.

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

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. Por lo tanto, recomiendan 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 retro propagación 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, Hakimpoor et al. (2011), señalan los siguientes beneficios de las redes neuronales en comparación con otros modelos:

- Pueden ser actualizados fácilmente por lo que resultan adecuados 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: error cuadrado y R2.
- 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.

4.2 Las redes neuronales biológicas

Durante años, las estructuras de las redes cerebrales humanas fueron descritas y dibujadas basándose en los resultados que se obtenían de las reconstrucciones de redes anatómicas obtenidas de imágenes y la tractografía. Sin embargo, estos métodos suponen diversas limitantes para el estudio de las estructuras cerebrales, tales como: la imposibilidad de apreciar en su totalidad las conexiones de la materia gris, la incapacidad de determinar la eficacia fisiológica y la inexactitud de la fuerza de la conexión. Debido a esto, los estudiosos del cerebro humano han hecho uso de validaciones cruzadas que los han llevado a obtener resultados mixtos: unos estudios con desajustes significativos y otros que encuentran convergencia (Petersen y Sporns, 2015). Con base en los resultados de los trabajos de Power, Fair, Schlaggar, y Petersen (2010), al cerebro humano se le puede considerar como una red jerárquica compleja en la que millones de neuronas están organizadas con precisión en circuitos, columnas y áreas funcionales.

Petersen y Sporns (2015) aseguran que las redes están compuestas por múltiples nodos vinculados entre sí. Las redes neurobiológicas constan de distintos niveles y en cada uno de ellos están presentes distintos tipos de redes, por lo que resulta importante estudiar no sólo el comportamiento individual sino el conjunto de relaciones que se generan para estructurar un sistema interconectado de mayor tamaño.

Los concentradores son nodos con múltiples bordes que hacen que se ubiquen en posiciones centrales para facilitar el tráfico de una red. Al número de aristas de un nodo se le denomina “grado” y representa el medio más simple y utilizado para identificar los centros en los gráficos. Son una pieza fundamental en la estructura de las redes en virtud a la diversidad de conexiones que establecen (Power et al. 2010).

A diferencia de lo que se creía anteriormente sobre el cerebro humano, la doctora Herculano-Houzel (2015), quien dirige el Laboratorio de Neuroanatomía Comparada del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Federal de Río de Janeiro y es autora de varios libros sobre neurociencia, a través de los resultados obtenidos en sus investigaciones ha concluido que el cerebro humano tiene 86 mil millones de neuronas, es decir, 14 mil millones menos de lo que se creía.

La correlación de las redes cerebrales hace posible que los seres humanos puedan llevar a cabo actividades complejas que los diferencian de otras especies. Lo importante es no perder de vista que la base de la actividad cerebral son las redes y las relaciones que surgen entre sí, y no visualizarlo como regiones o neuronas individuales (Petersen y Sporns, 2015).

Un aspecto relevante que hay que considerar en el estudio del funcionamiento de las redes neuronales es que el cerebro humano se modela a través del tiempo. Esto significa que muchas de sus habilidades las va adquiriendo conforme la persona se va desarrollando debido a que algunas de sus cualidades no son innatas, sino que van adquiriéndose por la influencia de la información que el entorno proporciona a sus sensores (Larrañaga, Inza, y Moujahid, 2004).

El término "arquitectura cognitiva" ha sido utilizado principalmente por los científicos e informáticos en su esfuerzo por explicar las reglas de la cognición humana dentro del cerebro, sugiere que la misma, es un proceso computacional fruto de una serie de operaciones a partir de representaciones simbólicas. De esta manera, se respalda en el funcionalismo para justificar que el estudio de la cognición es posible sin partir de la base biológica. Actualmente a esta unión de conjuntos cerebrales se les denomina redes (Petersen y Sporns, 2015).

Para Berkowitz (1996), las redes neuronales pueden describirse como aparatos que procesan información y dada su estructura y complejidad se les puede comparar con las computadoras o los circuitos electrónicos. A continuación, se hace una descripción de los principales componentes de las redes neuronales artificiales.

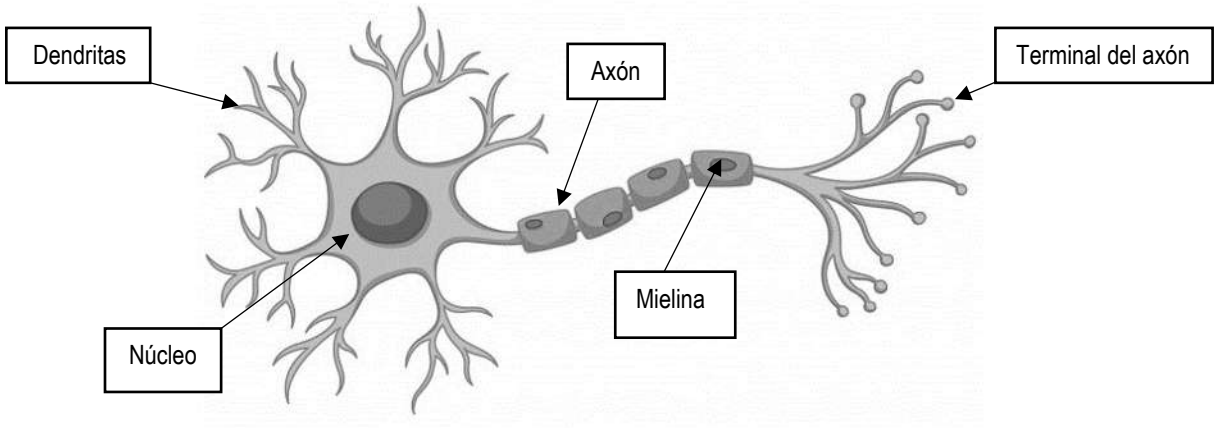
4.2.1 La unidad de la red neuronal biológica: la neurona y su proceso de sinapsis

Las técnicas y métodos para el estudio de las estructuras cerebrales han seguido evolucionando, incluso se han encontrado similitudes entre el cerebro humano y el de otras especies. Algunos puntos importantes a destacar de los resultados obtenidos recaen en la longitud y el volumen del cableado de las redes, pues los estudiosos afirman que la distancia entre una y otra afecta la manera en la que se llevan a cabo las proyecciones cerebrales y las correlaciones (Petersen y Sporns, 2015).

Se reconoce como uno de los principales pioneros del estudio del cerebro humano a Ramón y Cajal (1900), quien definió a la neurona como *"la unidad de señalización fundamental del sistema nervioso".* Este descubrimiento de Ramón y Cajal fue crucial en el estudio del sistema nervioso central debido a que previamente se pensaba que estaba formado por un continuo en lugar de una red de células nerviosas. Actualmente se sabe que en promedio cada neurona está conectada con otras diez mil (de Borja, 1999). Posteriormente los estudiosos del tema se enfocarían en el análisis de los circuitos cerebrales, la base del comportamiento de los seres vivos. Estos circuitos hacen posible realizar distintas tareas: perceptivas, conceptuales y motrices, debido a esto los científicos tienen interés en comprender si existen principios que rigen su diseño y funcionamiento (Grillner, 2006).

Otros investigadores señalan que las neuronas son un *switch* o interruptor con información que entra y sale constantemente. El mecanismo es el siguiente: si existe suficiente estímulo de otras neuronas para producir un input, entonces la neurona receptora recibirá dicha información que posteriormente enviará a través de otro impulso a otras neuronas (Kriesel, 2005).

Ilustración 1: La estructura de una neurona biológica



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

Es importante precisar que el dibujo de la neurona no está a escala. En el cerebro humano su tamaño es variado, oscilando de axones que miden centímetros hasta los que llegan a medir varios metros. De igual forma ocurre con las dendritas y las terminales que pueden llegar a ser de mayor tamaño, así como ser más numerosas y tupidas (Izaurieta y Saavedra, 2000).

La anatomía de una neurona está compuesta por (Alvarado, et al., 2013):

- Soma: Cuerpo celular.
- Dendritas: Prolongaciones citoplasmáticas que se extienden por una corta distancia desde la célula.
- Axón: Por medio de sus terminaciones nerviosas las dendritas de las diferentes neuronas pueden conectarse entre sí. Su longitud puede variar desde unos cuantos milímetros hasta medir más de un metro.

Sin excepción alguna, todas las neuronas nacen de células embrionarias llamadas neuroblastos. El resultado de cada uno de estos procesos es una célula nerviosa adulta. Las también llamadas células nerviosas se distinguen por poseer dos características principales: la conductividad y la irritabilidad. Es decir, se especializan en captar estímulos que toman como base para generar una respuesta y conducirla a través de las distintas terminales nerviosas. Las neuronas son heterogéneas ya que su tamaño y morfología varían, pudiendo medir de 6 a 100 micras y tener forma poliédrica, esférica u oval (Alvarado, y otros, 2013).

Las neuronas poseen una distribución asimétrica, lo que significa que cuando se encuentran en reposo su exterior tiene una carga positiva, mientras que su interior tiene una carga negativa. El mayor número de procesos que se desencadenan en el cerebro ocurren debido a las modificaciones en estas cargas que generan impulsos eléctricos que hacen posible la transmisión de información (de Borja, 1999).

Cada neurona se relaciona con otras de acuerdo a la función que desempeña (Gónzalez Cruz, 2007):

a) Recibir las señales desde los receptores sensoriales,
b) Enviar las señales como impulsos nerviosos, es decir, modificar la polaridad eléctrica de las membranas celulares,
c) Transferir dichas señales a otras neuronas o células efectoras.

La comunidad científica, específicamente las áreas relacionadas a la neurociencia tienen como uno de sus grandes pilares los trabajos realizados por Santiago Ramón y Cajal, premio Nobel de Fisiología y Medicina (1906), quien con sus descubrimientos cambió para siempre la concepción de los procesos que realiza el cerebro humano, así como de la anatomía del sistema nervioso. Sus investigaciones transformaron la neurología al declarar que la célula es la unidad básica del sistema nervioso y no la fibra como se pensaba antes. De esta manera, demostró que la estructura del mismo está compuesta por cadenas de neuronas articuladas por contactos, proceso al que llamó sinapsis (Gónzalez Cruz, 2007).

La actividad primordial de las neuronas consiste en transmitir los impulsos nerviosos, proceso que inicia en las dendritas, culminando en las terminaciones del axón, punto en el que pasan a otra neurona por medio de una conexión sináptica (Tablada y Torres, 2009).

Para comunicarse las neuronas efectúan un proceso conocido como sinapsis, que puede ser inhibitorio o excitatorio. Los inputs tanto positivos como negativos son recibidos por cada neurona para determinar su actividad eléctrica. Por lo tanto, la misma cantidad de inputs puede producir diferentes efectos, todo dependerá de la neurona receptora debido a su conjunto de iones y potenciadores (Berkowitz, 1996).

El proceso de sinapsis se origina como resultado del ambiente químico que rodea a las neuronas, quienes sufren impulsos que permiten compartir la información entre ellas a través de sus dendritas, mientras unas expulsan, otras reciben. En la mayoría de los casos tales conexiones se llevan a cabo por medio de las dendritas, pero en algunas ocasiones también se realizan por medio del soma. De este modo se distinguen los dos tipos principales de sinapsis: la química y la eléctrica (Kriesel, 2005). En su mayoría, las neuronas codifican sus salidas u outputs como una serie de breves pulsos periódicos conocidos como “potenciales de acción” que se originan en el soma para después propagarse a través del axón. Posteriormente, este pulso llega a la sinapsis y de ahí a las dendritas de la siguiente neurona (Izaurieta y Saavedra, 2000).

4.2.2 Las principales funciones y procesos que lleva a cabo una red neuronal biológica.

Cada uno de los impulsos que se generan en el cerebro humano pueden decantarse en tres resultados básicamente: bloquearse, integrarse con otros potenciales de acción o convertirse en una serie de estímulos repetitivos. Precisamente estos procesos de transmisión son los que hacen posible la sinapsis (Alvarado et al., 2013). Es importante tener presente que las redes neuronales pueden incluir amplias convergencias y divergencias, pues una sola neurona puede recibir inputs de una gran cantidad de neuronas conectadas. Por lo tanto, una simple neurona puede producir efectos en múltiples de ellas (Berkowitz, 1996).

Según Grillner (2006), los Generadores de Patrones Centrales, que son colecciones de neuronas que producen outputs de comportamiento rítmicos, pueden ser construidos a partir de un limitado número de componentes celulares y moleculares. Sin embargo, el verdadero misterio hasta la fecha es conocer los procesos internos que se producen al nivel de los microcircuitos en los que interesa comprender cómo las conductas motrices son generadas a nivel molecular, celular y sináptico. Para facilitar el estudio del comportamiento de las redes, Berkowitz (1996) señala que en los casos en los que se ha logrado comprender suficiente su funcionamiento como para ser capaz de plasmarlo a través de un diagrama, la operacionalización de la red puede ser simulada con ayuda de un modelo de computadora, de esta manera el investigador puede eliminar o alterar uno o varios elementos o interacciones y observar el efecto que producen en la red simulada.

Las neuronas en el cerebro humano son alrededor de 6 órdenes de magnitud más lentas a comparación a la compuerta lógica de silicio contenida en un chip al que sólo le toma algunos nanosegundos procesar los eventos. Sin embargo, el cerebro compensa esa tardanza relativa con un número elevado de neuronas que al interactuar unas con otras forman interconexiones masivas que genera una estructura enormemente eficiente (Izaurieta y Saavedra, 2000).

Un fenómeno importante de estudio tanto en la neurociencia como en la genética ha sido identificar los elementos preponderantes que tienen un papel principal en la estructura de las funciones clave. A menudo estos análisis se hacen a través de la duración y el nivel de actividad cerebral medidos a través de aparatos que miden la electricidad que producen (Power, et al. 2010). Otro método de medición para identificar las funciones principales consiste en enfocarse en las lesiones que se originan en el sistema nervioso o en una neurona, esto se hace reconociendo qué funciones son las que hacen falta o han sufrido alguna alteración.

Un factor importante en este tipo de estudios es que el análisis debe realizarse de preferencia inmediatamente o al poco tiempo de haberse producido la lesión, de lo contrario se vuelve más complejo el detectar su comportamiento debido a que la mayoría de las redes tienden a reorganizarse en respuesta a la perturbación (Berkowitz, 1996).

Debido al intenso uso de las redes, se ha detectado que muchas de ellas contienen nodos cuya magnitud varía en cuanto al nivel de grados, dejando al descubierto que unos cuantos nodos ocupan roles muy poderosos dentro de las redes. Por lo tanto, la pérdida de los concentradores conectados a estos nodos puede resultar devastadora para el funcionamiento de una red. En los últimos 150 años las distintas redes neuronales han sido analizadas desde distintos ángulos, dando lugar a una vasta literatura que aborda varias propiedades estructurales y funcionales tanto del cerebro como de las redes neuronales. Aunque constituyen grandes avances para la materia, lamentablemente la gran mayoría no está fundamentada en los sistemas cerebrales humanos (Power, et al., 2010).

Existen distintas técnicas de aprendizaje automático, sin embargo, una de las más utilizadas dado los buenos resultados que se obtienen a través de ella es el uso de las redes neuronales profundas, que se han convertido en una herramienta básica para tareas como: la clasificación de imágenes, el reconocimiento de voz o el procesamiento del lenguaje natural, demostrando una precisión alta en todas ellas, tanto así que en muchos casos está a la par del rendimiento humano. En consecuencia, las técnicas para interpretar y comprender lo que ha aprendido el modelo se han vuelto un paso clave dentro del proceso de validación para poder determinar su grado de robustez y poder garantizar la confianza del modelo (Montavon, Samek, y Müller, 2017). Los mismos autores, mencionan que la red neuronal profunda es una colección de neuronas organizadas en una secuencia de múltiples capas en las que las neuronas reciben como entradas (inputs) las activaciones neuronales de la capa previa y realizan un cálculo simple como puede ser una suma ponderada del input seguida de una activación no lineal. Enseguida las neuronas implementan conjuntamente un mapeo no lineal complejo desde la entrada hasta la salida. Un modelo de este tipo que decide con base en demasiadas variables de entrada puede volver a entrenarse con una penalización de dispersión.

Las redes neuronales artificiales son estructuras matemáticas basadas en las redes neurológicas biológicas, capaces de resolver problemas a través del conocimiento que van adquiriendo a través de la experiencia que obtienen vía los denominados “entrenamientos”. Las interconexiones que se forman entre las neuronas son las que albergan el conocimiento obtenido por la red. Cada neurona recibe una serie de entradas (inputs) y produce una sola salida (output). Cada una de ellas está organizada de tal manera que forma parte de una capa, formándose regularmente tres de ellas (García Esteban, García Fernández, de Palacios, y Conde, 2009).

a. Capa de entrada: recibe los valores de las variables iniciales.
b. Capa oculta: Lleva a cabo las operaciones diseñadas para obtener determinadas características del conjunto inicial de datos.
c. Capa de salida: Muestra la respuesta de la red a una entrada dada.

4.3 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).

4.3.1 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.

Cuadro 12: Las principales aportaciones para la construcción de las redes neuronales artificiales

Año	Estudioso/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 *(Adaptative Linear Elements)*, 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 *"Die Lernmatrix".*
1969	Marvin Minsky/ Seymur 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 *"Back Propagation".*
1977	Sthepen 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 *Kohonen*.

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 *Neocognitron*, extensión de la red *Cognitron* 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 *"Backpropagation".*
1986	Varios sucesos	1) El algoritmo de *BackPropagation Error*, enfocado al proceso de aprendizaje fue desarrollada ampliamente y publicada por el *Parallel Distributed Processing Group.* 2) Los problemas no lineales lograron resolverse a través del Perceptrón Multicapa refutando los argumentos matemáticos de Minsky.

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

Como resultado del trabajo de Minsky Papert, miembros del Laboratorio de Investigación de Electrónica del Instituto Tecnológico de Massachussets, surgió *"Percpetrons",* 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 sobremanera el análisis de datos, permitiendo que de forma frecuente se publiquen trabajos en los que se emplea esta metodología.

4.3.2 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 plasmadas por (Jorge, 2001), se elabora la siguiente*: "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".*

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", PE (*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".*

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 biologica con una artificial.

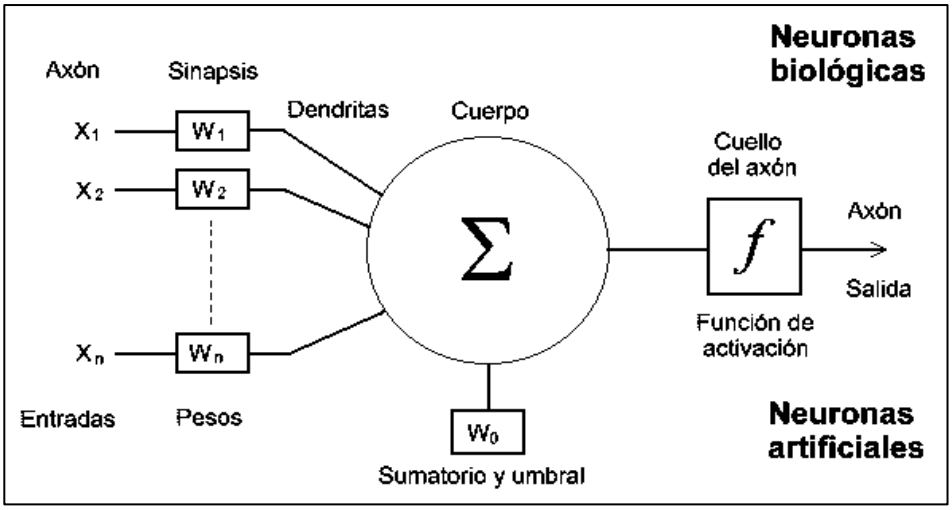
Cuadro 13: Comparativa de una red neuronal biológica con una artificial

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 neuro-anatomista 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 3: 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):

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

En donde:

X= Un conjunto de entradas o *inputs.*

W= Los pesos sinápticos correspondientes a cada entrada.

∑ = Función de agregación.

f= Función de activación.

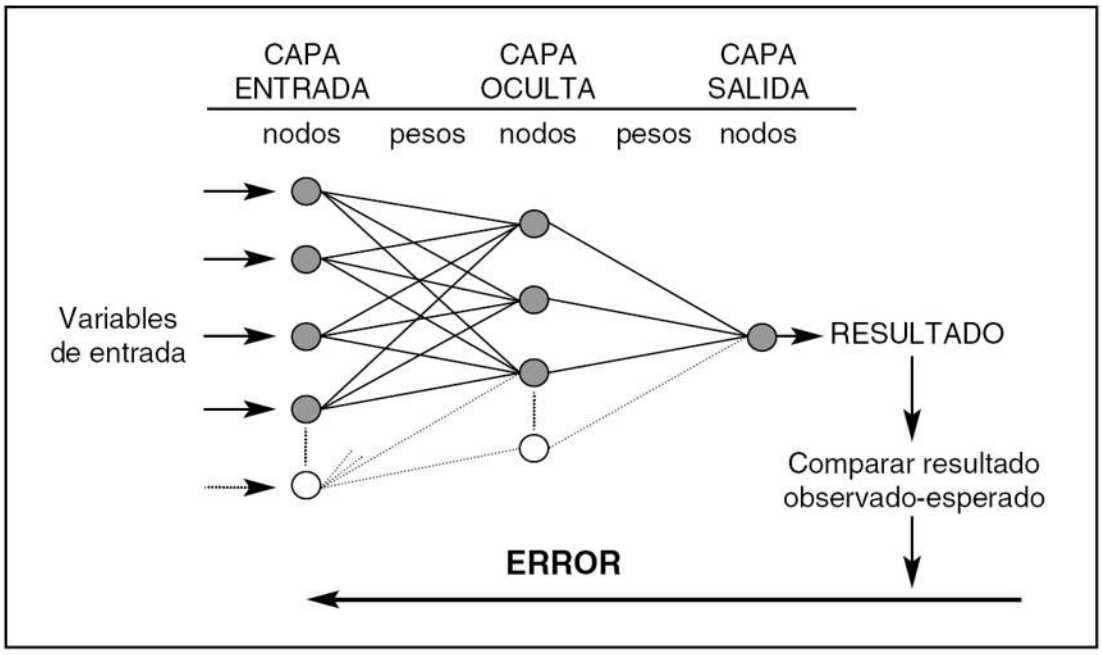
Y= Salida

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 Jorge (2001), estas 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 4: Las capas que componen una red neuronal artificial



Fuente: Recuperado de "Redes neuronales artificiales en Medicina Intensiva. Ejemplo de aplicación con las variables del MPM II", Tujillano, y otros, 2005, Med. Intensiva, Vol. 29, p. 16.

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

Cuadro 14: 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 Jorge (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 (Toral, 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 inhibidor. 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. De la misma manera se indica 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 encargada de transformar la entrada total, es decir, la suma de los productos de las entradas por sus pesos sinápticos, en una respuesta para la misma. Matemáticamente puede expresarse de ls siguiente forma (Castro, 2006):

$$SALIDA= f\ (W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3 + \ldots + W_n X_n)$$

En donde:

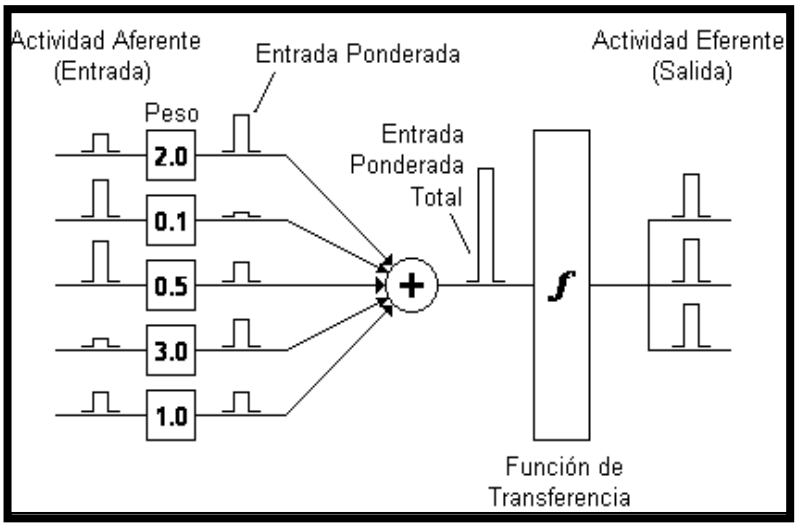
f= La función de activación de la neurona.

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

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

De manera gráfica, la siguiente figura muestra exactamente el proceso que sigue cada neurona y el momento justo de la intervención de la función de activación.

Figura 5: Las tareas que ejecuta una neurona en una red artificial



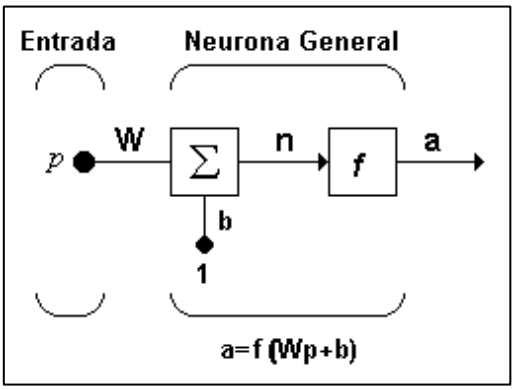
Fuente: Recuperado de "Introducción a las redes neuronales artificiales", Tanco, (2003).

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 sigmoidal logarítmica.
- Función sigmoidal 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 siguiente figura:

Figura 6: El proceso interno de una neurona artificial



Fuente: Recuperado de "Introducción a las redes neuronales artificiales", 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".

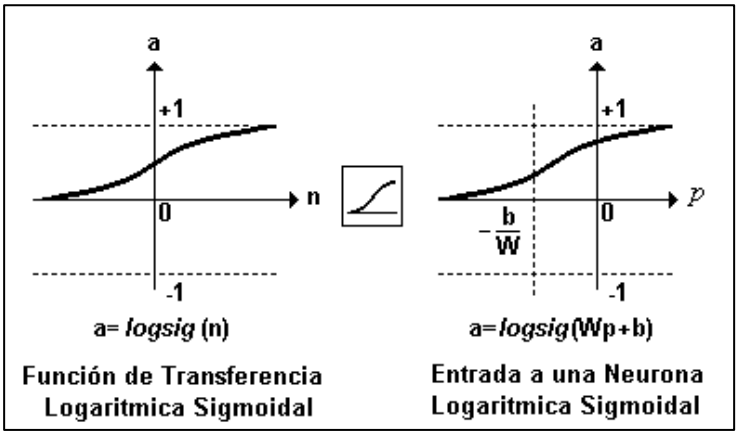
Lo anterior debido a que aunque las RNA se inspiren en los modelos biológicos, no existe restricción alguna para realizar modificaciones en las funciones de salida. Por lo tanto, existen modelos artificiales que no tienen que ver con las características del sistema biológico (Tanco, 2003).

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 sigmoidal logarítmica, sigmoidal 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 Retropagación.

A. Sigmoidal (Logsig). Comunmente 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 7: Función de transferencia logarítmica sigmoidal

$$a = \frac{1}{1 + e^{-n}}$$

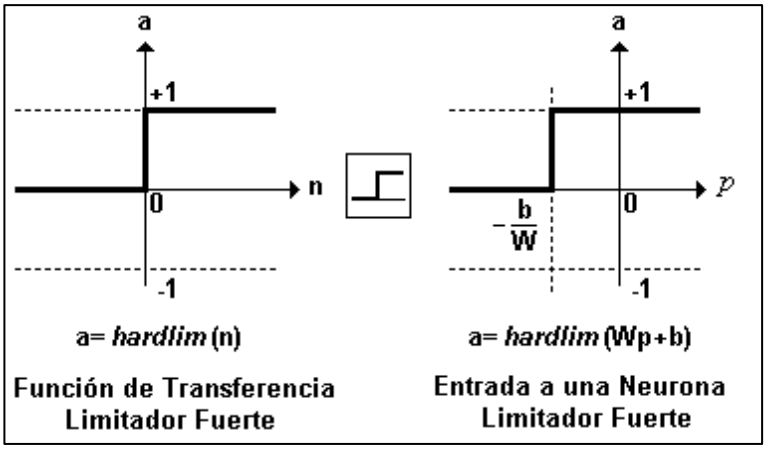


Fuente: Recuperado de "Introducción a las redes neuronales artificiales", Tanco (2003).

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 8: Función de transferencia Limitador Fuerte

$$a = \begin{cases} 1 & si \ \ n \geq 0 \\ 0 & si \ \ n < 0 \end{cases}$$

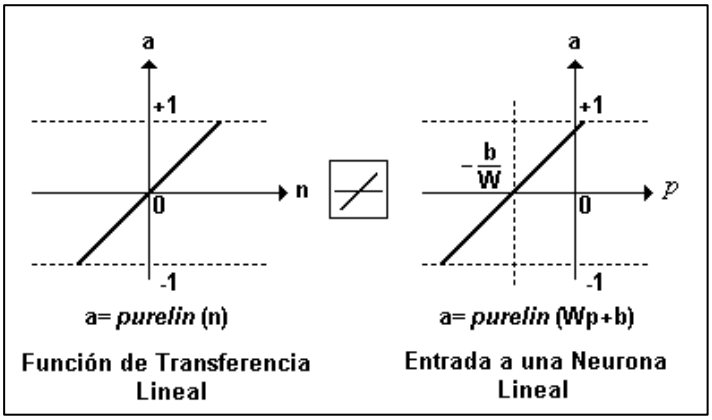


Fuente: Recuperado de "Introducción a las redes neuronales artificiales", Tanco (2003).

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

Figura 9: Función de Transferencia Lineal

a=n



Fuente: Recuperado de "Introducción a las redes neuronales artificiales", 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 esa base existirán variaciones en las fórmulas de las funciones, así como en su ejecución. Jorge (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.
- Autoorganización. 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.

A pesar de los buenos resultados que se han obtenido a través de ellas, las redes neuronales artificiales permanecen en constante evolución, porque como todo modelo son susceptibles de mejora. Entonces, aunque representan la mejor alternativa de solución para algunos casos incluso muy complejos, aún siguen enfrentándose a ciertas limitantes. Por eso, a continuación, se dan a conocer las principales ventajas y desventajas que conlleva hace uso de las redes neuronales artificiales.

Cuadro 15: Principales ventajas y desventajas del uso de las redes neuronales artificiales

Ventajas	Desventajas
• 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: error cuadrado y 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.	• 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 Hakimpoor et al. (2011).

Desde la proliferación del uso de 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 argumento 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 vs. redes neuronales con 1 unidad de salida, b) La clasificación cualitativa binaria, comparando el análisis discriminante y la regresión logística vs. redes neuronales con 2 unidades de salida y c) La clasificación cualitativa no binaria en la que compararon el análisis discriminante contra las redes neuronales con 3 unidades de salida.

De sus resultados concluyen y señalan puntualmente lo siguiente:

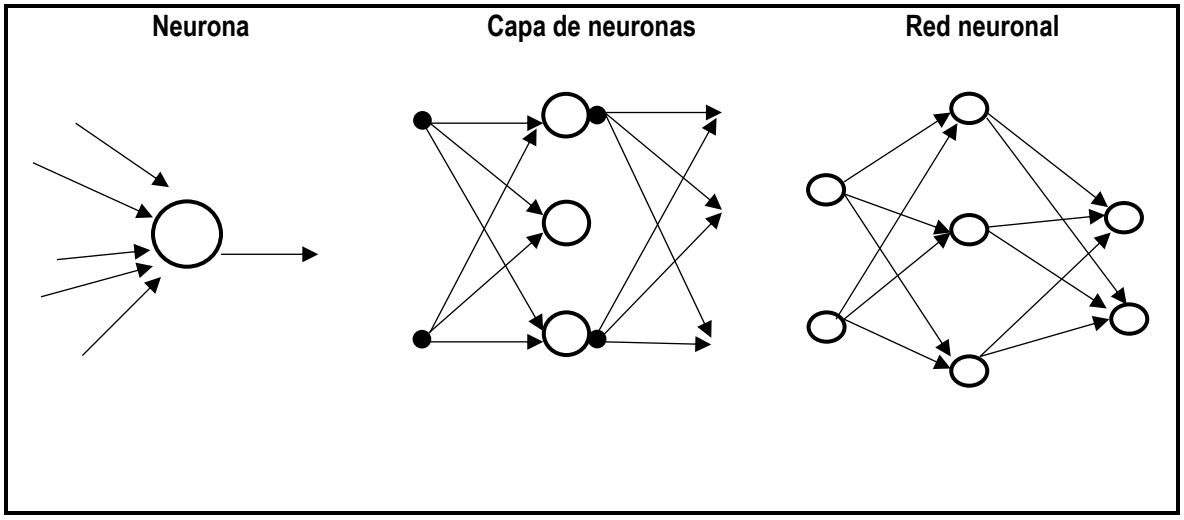
a) Tanto los modelos de regresión múltiple como las redes neuronales tienden a rendir por igual en la mayoría de los casos, confirmando los resultados de otros estudios como los elaborados por Ripley (1993).
b) Las distintas pruebas aplicadas mostraron que las distintas condiciones de relacionalidad tienden a afectar em grado similar tanto a los modelos estadísticos como a las redes neuronales, *"siendo el patrón de correlaciones predictores-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.

4.3.3 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 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.

Para dar inicio, Galán y Martínez-Bowen (2010), recomiendan primeramente plantearse cuál será el uso que se le dará a la red, ya que se clasifican de acuerdo a su arquitectura, es decir, a 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 10: La arquitectura de las redes neuronales artificiales

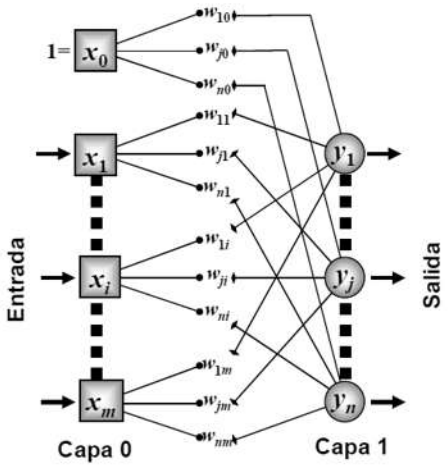


Fuente: Elaboración propia.

Tomando como base las formaciones mostradas en la Figura 11, 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.

Ilustración 2: Red neuronal artificial monocapa

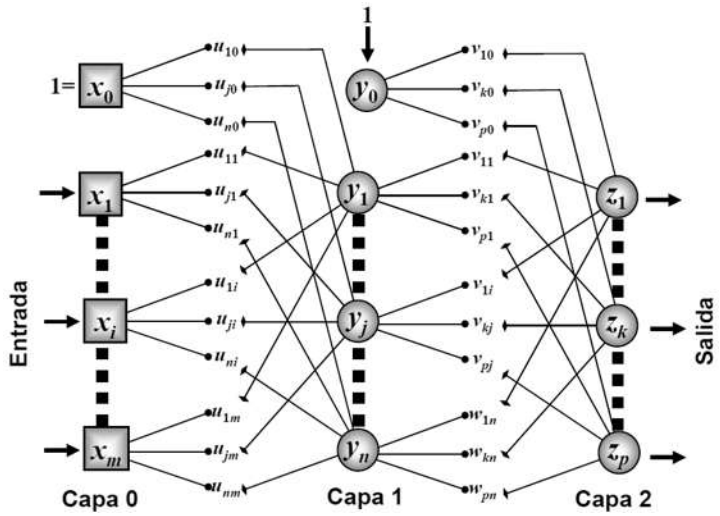


Fuente: Extraído de Izaurieta y Saavedra (2000).

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.

Ilustración 3: red neuronal artificial multicapa



Fuente: Extraído de Izaurieta y Saavedra (2000).

A esta estructura arquitectonica 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).

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 optimas 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 entremaiento 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 el 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 diferencía al ser humano del resto de los animales.

4.4 El perceptrón multicapa

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

Definir la forma de la estructura de una función basándose en un conjunto de datos es un problema que ha provocado un dolor de cabeza para distintas disciplinas, aportando cada una desde su área de conocimiento distintas opciones de solución, sin embargo, la mayoría de ellos no lograron resolverlo en su totalidad. En consecuencia, los métodos no paramétricos han sido los que más se han empleado en la construcción de modelos de regresión tanto lineal como no lineal, incluidos los modelos de redes neuronales artificiales considerados no paramétricos y de regresión no lineal. En concreto se emplea el Perceptrón Multicapa (Ceballos, Muñoz, y Moreno, 2011).

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 la 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).

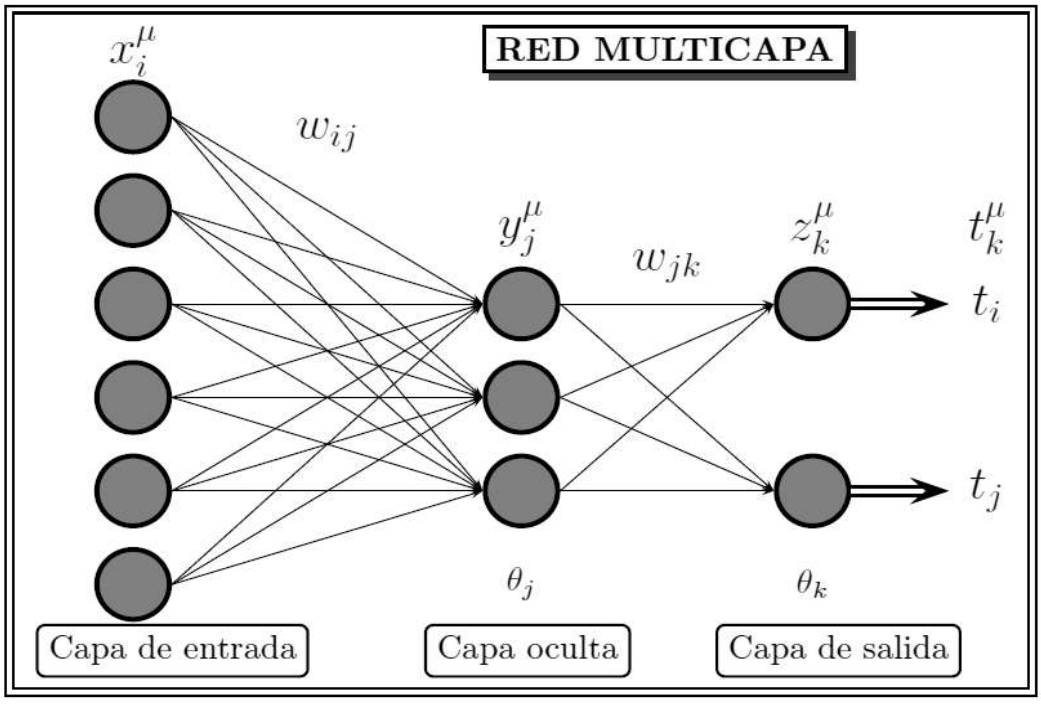
Domingo (2014), define al perceptrón multicapa como "*una red acíclica de propagación directa con una o más capas de nodos entre las entradas y las salidas. Estas capas adicionales contienen nodos denominados ocultos, ya que no son visibles directamente no desde las entradas, ni desde las salidas".*

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 retro propagación 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). De manera gráfica, un Perceptrón Multicapa se vería de la siguiente manera:

Ilustración 4: Ejemplo de una red de Perceptrón Multicapa



Fuente: Extraído de Aroztegui, García Buendía, y Benítez (2009).

En donde:

x_i^μ	Representa el vector de los inputs o señales de entrada de la capa exterior.
y_j^μ	Representa el vector de señales de entrada de la capa oculta procedentes de la capa de entrada.
z_k^μ	Representa el vector de señales de entrada de la capa de salida procedentes de la anterior capa oculta.
t_k^μ	Representa el vector de señales de salida de la capa de salida. Se emplea la letra *"t"* de la palabra en inglés *"target"* (objetivo), porque es el patrón de señales que se desea produzca la red.
w_{ij}	Simboliza la matriz de pesos de las conexiones entre la capa de entrada y la oculta.
w_{jk}	Simboliza la matriz de pesos de las conexiones entre la capa oculta y la de salida.
θ_j y θ_k	Designa el vector de valores del umbral en cada una de dichas capas.

Todas las neuronas que integran una capa se conectan con las de la capa siguiente a través de conexiones, mismas que pueden darse no sólo entre capas sino también entre neuronas. Debido a esto, dependiendo del tipo de conexiones que se generen la red podrá ser catalogada dentro de alguna de las distintas tipologías establecidas hasta el momento (Aroztegui, et al., 2010).

Es importante señalar que las capas dependen del número de componentes o vectores que poseen para operar. Por lo tanto, tanto el vector de entrada como el vector de salida son definidos de acuerdo al problema que se pretende resolver, debido a que la cantidad de neuronas que conforman la capa de entrada equivale al número de descriptores de la muestra escogida. Sin importar la cantidad de entradas, la cantidad de neuronas en la capa de salida será 1, puesto que el objetivo de la función tiene como salida una única respuesta (Mejías, Carrasco, Ochoa, y Moreno, 2013).

El perceptrón multicapa es una red cuya alimentación ocurre hacia adelante, y que tiene una estructura compuesta por varias capas de neuronas entre la entrada y la salida de la misma, permitiéndole establecer regiones de decisión de mayor complejidad que aquellas de dos semiplanos como es el caso del perceptrón de un solo nivel (Tanco, 2003).

Al observar la imagen de una red neuronal artificial básica, se puede apreciar que las conexiones se dan en un mismo sentido, hacia adelante. Sin embargo, no siempre sucede de esta manera. Como resultado de los trabajos en la materia, han surgido algoritmos que permiten que una misma red tenga conexiones ya sea en una o en más direcciones. Para profundizar al respecto, con base en la información que circula por la red la propagación de la señal puede clasificarse como se muestra a continuación.

Cuadro 16: Tipos de propagación de información en las RNA

Tipo de propagación	Descripción	Ejemplos de redes
Hacia adelante (Feed-forward)	Se distingue porque ninguna salida de las neuronas que forman una capa es entrada de cualquier otra neurona de la misma capa. Este tipo de redes resulta útil para el reconocimiento o la clasificación de patrones.	Perceptrón Adaline (Adaptative Linear Elements) Madaline (Multiple Adaline)
Hacia atrás (Feed-back)	Se caracteriza porque alguna salida de las neuronas que forman una capa es al mismo tiempo entrada de alguna neurona de la misma capa o de alguna perteneciente a un nivel anterior. De este modo la información circula tanto hacia adelante como hacia atrás. Este tipo de conexiones posee 2 tipos de pesos, uno correspondiente a las *forwards* y otro a las *feedback.*	Adaptative Resonance Theory (ART) BAM

Fuente: Elaboración propia con base en Aroztegui (2010).

El tipo de conexión de la red será importante para poder elegir apropiadamente el algoritmo indicado. No se puede dejar de lado que la red ofrecerá resultados no sólo a partir de los datos proporcionados, sino también de acuerdo al entrenamiento al que se le someta.

Existe la duda en relación a los criterios de selección para las neuronas que componen las capas ocultas de una red multicapa, cuyo número debe ser lo suficientemente grande para lograr formar una región compleja capaz de resolver el problema, pero no tanto que provoque que la estimación de los pesos llegue a ser no confiable para el conjunto de los patrones de entrada disponibles. Cabe aclarar que hasta el momento no hay un criterio establecido para determinar la configuración de la red, por lo que todo dependerá de la experiencia del diseñador (Tanco, 2003).

Aunque existen infinidad de definiciones para los conceptos de aprendizaje y entrenamiento, es necesario tener en mente que al hablar de redes neuronales artificiales ambos se encaminan a: *"aprender modificando los pesos de las conexiones".* Por lo tanto, se dice que una red ha aprendido o está entrenada cuando se logra resolver el problema dado que se encontró una combinación de pesos sinápticos que logró que la red produjera el *output* deseado. En este sentido, el aprendizaje de las redes neuronales artificiales puede clasificarse de la siguiente manera (Aroztegui, et al., 2010):

a. Aprendizaje supervisado. Es aquel en el que se conoce de antemano la respuesta deseada.
b. Aprendizaje no supervisado. De inicio se desconoce la respuesta deseada, por lo que la propia red agrupa las señales entrantes en distintas categorías.
c. Aprendizaje por esfuerzo. Se rige bajo el esquema de "ensayo-error".

El perceptrón multicapa es una red de aprendizaje supervisado; por tanto, para su entrenamiento necesita un conjunto de pares entrada-salida como ejemplos. Los pesos sinápticos son ajustados de forma que al final del entrenamiento se obtengan las salidas esperadas para cada una de estas entradas de ejemplo (Castro, 2006). Una vez revisado el proceso de aprendizaje que sigue una red de neuronas artificiales, resulta importante profundizar en el proceso que llevan a cabo las redes multicapa. En este caso la principal opción es la red Backpropagation, que se distingue por tener un aprendizaje supervisado que emplea un ciclo de adaptación de dos fases.

4.4.1 Perceptrón multicapa *backpropagation*

En esencia hablar de una red artificial es referirse a neuronas simuladas conectadas entre sí. Sin embargo, se pueden estructurar de diversos modos de acuerdo a su estilo de arquitectura y forma de aprendizaje. Por tales motivos, una de las más utilizadas es la red con varias capas de neuronas de tipo perceptrón, entrenadas mediante la técnica de repropagación *(backpropagation).*

En este tipo de red se aplica un patrón a la entrada de la misma que sirve como estímulo, este se propaga desde la primera capa a través de las capas superiores de la red, hasta generar una salida. Después, la señal de salida se compara con la salida deseada y posteriormente se calcula una señal de error para cada una de las salidas. Estas, se propagan hacia atrás partiendo de la capa de salida hacia todas las neuronas de la capa oculta que contribuye directamente a la salida. Pero, las neuronas de la capa oculta reciben únicamente una fracción de la señal total del error con base en la contribución relativa que haya aportado cada neurona a la salida original. El proceso se repite capa por capa hasta que todas las neuronas de la red hayan recibido una señal de error que describa su contribución relativa al error total. Mediante esta información recibida, se actualizan los pesos de conexión de cada neurona para hacer que la red llegue a un estado que le permita clasificar correctamente los patrones de entrenamiento (Tanco, 2003).

En pocas palabras, las conexiones de la red se inician de manera aleatoria y progresivamente se autoajustan conforme se entrena con los datos disponibles, de tal modo que poco a poco ésta aprende a reconocer todos los casos del conjunto de datos empleados para su entrenamiento. El aprendizaje se da por concluido en el momento que después de varias iteraciones, logra clasificar correctamente el 100% de los casos o bien, alcanza el mayor número de aciertos, que no aumenta con más iteraciones. Así, la red aprende a reconocer patrones

entre todo tipo de formas, aumentando y mejorando su potencial clasificador a diferencia de otras técnicas como una función discriminante o logarítmica en el caso de una regresión logística (Saenz y Álvaro, 2002).

Según Tanco (2003), algunos detalles relevantes de la red *Backpropagation* y su entrenamiento son:

- A medida que se entrena a la red, las neuronas de las capas intermedias se organizan a sí mismas de tal forma que las distintas neuronas aprenden a reconocer diversas características del espacio total de entrada.
- Al presentarle a la red backpropagation un patrón arbitrario de entrada incompleto o con ruido, esta, por medio de las neuronas de la capa oculta será capaz de responder con una salida activa siempre y cuando la nueva entrada contenga un patrón que se asemeje a las características de las neuronas que aprendió a reconocer durante su entrenamiento.
- Las unidades de las capas ocultas tienden a inhibir su salida cuando el patrón de entrada no contiene la característica para reconocer con la que fueron entrenadas.
- Durante el entrenamiento, Backpropagation, tiende a desarrollar relaciones internas entre neuronas con la finalidad de organizar los datos de entrenamiento en clases. Con esta base, se supone que todas las unidades de la capa oculta de la red son asociadas de alguna manera a características específicas del patrón de entrada como consecuencia del entrenamiento. Hay que destacar que lo que sea o no exactamente la asociación puede no resultar evidente para el observador humano. Lo relevante es que la red ha encontrado una representación interna que le permite generar las salidas deseadas cuando se le dan las entradas, en la fase de entrenamiento.

El aprendizaje de una red neuronal consiste en encontrar el conjunto adecuado de pesos sinápticos, para que la red pueda resolver correctamente un problema, para esto también es necesario que el conjunto de ejemplos de entrenamiento sea suficiente, para que la red pueda encontrar las características relevantes de estos ejemplos y así poder generalizarlos (Castro, 2006).

Según Domingo (2014), ha sido demostrado que un perceptrón de dos capas con funciones de activación de tipo sigmoidea es suficiente para hacer un mapa no lineal, continuo, arbitrario. En algunos casos una red de tres capas puede necesitar un menor número de nodos y pesos que una red que tenga solo una capa oculta. Por lo tanto, las posibilidades del perceptrón multicapa pueden considerarse desde tres perspectivas:

a. Su capacidad para realizar expresiones booleanas.
b. Su habilidad para dividir el espacio de patrones en los problemas de clasificación.
c. Su capacidad para llevar a cabo transformaciones no lineales en problemas de aproximaciones funcionales.

Según Tablada y Torres (2009), las redes neuronales artificiales de Perceptrón Multicapa han sido empleadas con éxito en la solución de problemáticas de distinta naturaleza, así como en la ejecución de distintas tareas, siendo las siguientes algunas de las más relevantes:

Cuadro 17: Algunos casos de éxito de las RNA con Perceptrón Multicapa

Año	Investigador	Problema/Tarea
1987	Polyak	Optimización.
1990	Harman et al.	Regresión lineal y no lineal.
1991	Haykin	Procesamiento de señales.
1991	Hunt et al.	Control de procesos.
1996	Kröse y Van der Smagt	Robótica.
1996	Schürmann	Clasificación lineal y no lineal de una cantidad arbitraria.
1998	Shah	Series temporales.

Fuente: Elaboración propia con base en Tablada y Torres (2009).

4.4.2 Aplicabilidad de las redes neuronales artificiales en la industria automotriz

El uso de la inteligencia artificial y en concreto de las redes neuronales se ha popularizado tanto que incluso ya es una técnica de uso frecuente en diversas áreas de la industria automotriz como podrá comprobarse a continuación a través de la exposición de distintos casos en los que han sido empleadas con éxito. En su trabajo emplean las RNA para resolver un problema industrial práctico: la rugosidad superficial en fresado a alta velocidad. El modelo está dirigido a las industrias automotriz y aeronáutica.

Dentro de los grandes retos que enfrenta la industria automotriz se encuentran los aspectos de seguridad de los vehículos que se fabrican, haciendo énfasis recientemente en el cuidado del medio ambiente, por lo que el control de emisiones de los vehículos resulta ser un aspecto fundamental. Partiendo de esa base, el sistema de control de un auto moderno implica una serie de sistemas interconectados, lo que significa un desafío para la ingeniería. Hasta el momento, las RNA han sido una gran solución para esa tarea. Para lograr la función de control, es necesario colocar en cada vehículo un chip que fuera extremadamente compacto, muy flexible, es decir, que su base neuronal fuera compatible con los diferentes tipos de hardware y preciso. La arquitectura de red empleada fue 4 (entradas)-15 (capas ocultas)-7 (nodos) y 1 capa de salida. Todas las funciones de activación fueron sigmoideas. Para probar el chip, este fue colocado en una placa de circuitos impresos y se interconectó con el procesador del motor. Posteriormente, se cargaron los pesos de una red previamente entrenada para el control de fallas y el vehículo fue conducido en la pista de prueba. El chip corrió el modelo satisfactoriamente, cumpliendo con el tiempo estimado. Gracias a la red, el chip es capaz de detectar específicamente en qué cilindro se presenta una falla en cada aceleración.

En 2008, Correa et al. (2008), innovaron en las investigaciones relacionadas con los modelos empleados tanto en la industria automotriz y en la aeronautica. Su objetivo era desarrollar modelos a partir de técnicas de *Machine Learning*, un campo de la inteligencia artificial dedicado al diseño y desarrollo de algoritmos que se caracterizan por aprender a partir de patrones de un conjunto de datos, con el fin de resolver un problema industrial practico: predecir la rugosidad en el fresado de alta velocidad. Desarrollaron una RNA tipo perceptrón multicapa en el que emplearon la función de activación sigmoide en todas las capas, momento 90% y tasa de aprendizaje 1%. Una vez aplicado el modelo, se comprobó que el asertividad de la red para la labor de clasificación fue del 95%.

Cuadro 18: Aplicaciones de las redes neuronales artificiales

Autores	Año	País(es)	Problema/fenómeno de estudio	Aplicación de las RNA
Silva, Ferreira, Magalhaes y Neto	2017	Portugal	La vulnerabilidad de las cadenas de suministro debido a la visibilidad interrumpida de las mismas.	Utilizan las RNA para predecir la capacidad de una cadena de suministro simulada para cumplir con los pedidos recibidos y anticipar qué nodos de la misma recibirán un pedido para el siguiente periodo.
Liu	2015	China	Cómo mejorar la gestión de la cadena de suministro en las áreas de: optimización, previsión y toma de decisiones.	Haciendo uso del algoritmo *Back Propagation* se crea una RNA que se usa para pronosticar la demanda de bicicletas para una región determinada.
Yousefi, Moslem Yousefi y Poley	2015	Irán y Brasil	Cómo disminuir el "Efecto látigo" de la cadena de suministro	A partir de un análisis exhaustivo de literatura, concluyen que las RNA tienen un rendimiento aceptable para generar pronósticos, mismos que son útiles para combatir el "efecto látigo".
Jeeva y Tran	2014	Australia	Los canales de distribución del turismo.	El análisis de RNA se emplea para investigar la estructura y el patrón de las relaciones entre los actores de la red: los operadores turísticos y las agencias de viajes.
Jeeva y Guo	2010	Alemania	Evalúan la flexibilidad de la cadena de suministro	Comparan al Perceptrón Multicapa con el método de regresión múltiple, ejecutando el análisis a los mismos datos de distintas empresas. Concluyen que las RNA determinan con precisión la flexibilidad de un proveedor dentro de un error del 1%.

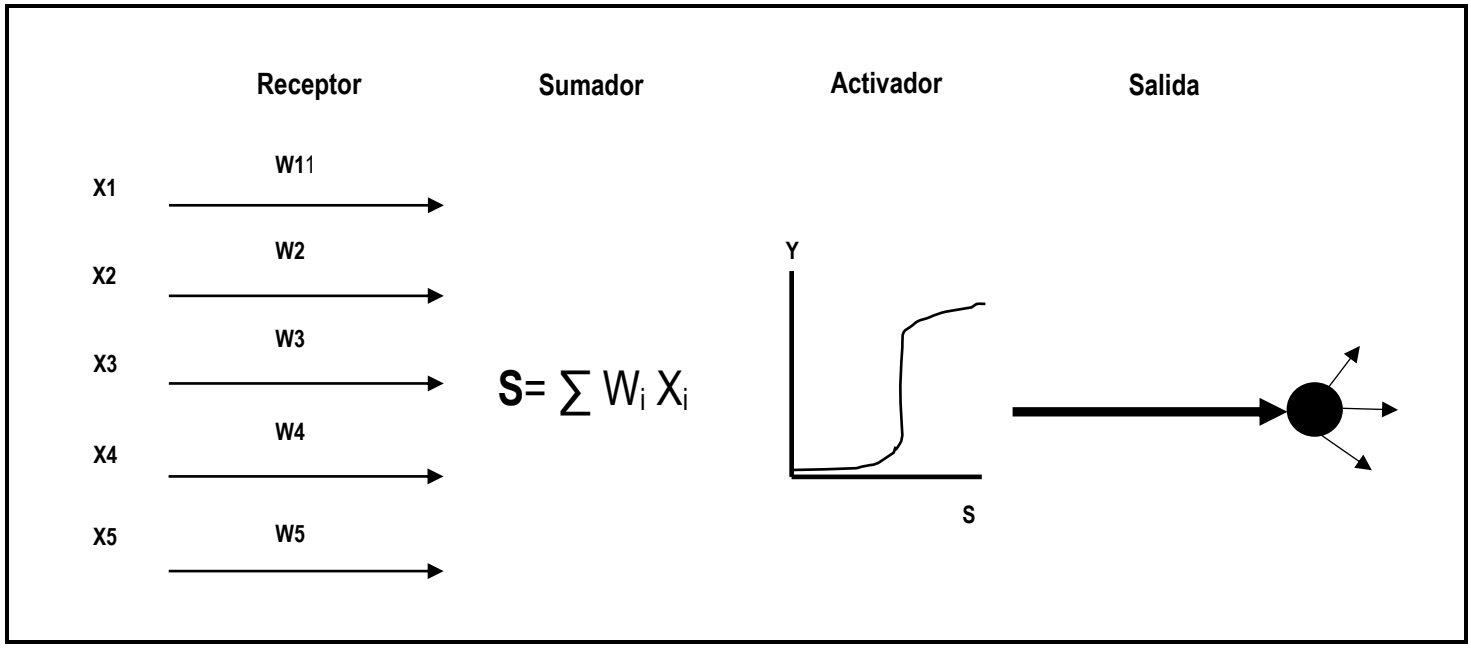
Fuente: Elaboración propia.

4.5 Diseño del modelo de RNA Perceptrón Multicapa

Como se expuso a lo largo del capítulo anterior, existen distintos tipos de redes neuronales artificiales, sin embargo, para el análisis de esta investigación se empleó el Perceptrón Multicapa, que está integrado por cierta cantidad de nodos organizados en al menos tres capas de tal modo que una de las neuronas reciba entradas exclusivamente de las neuronas ubicadas en la capa inmediata inferior. En este tipo de red cada nodo calcula una combinación lineal de las entradas que recibe, añadiéndole un sesgo para después aplicar una función de activación, también llamada de transferencia en el que por regla traslada cualquier entrada real a un rango acotado, produciendo así la salida del nodo que a su vez puede ser una entrada para una neurona contigua (Castellano, 2009).

A la red neuronal artificial se le define como una unidad procesadora con cuatro elementos disponibles (Lara, 1996):

Figura 11: El proceso que sigue una red neurona artificial



Fuente: Elaboración propia con base en Lara (1996).

A continuación, se describen brevemente las cuatro fases que componen el proceso que hace toda red neuronal artificial, iniciando con los receptores, posteriormente al sumador, después, de acuerdo al detonante o excitador se activa determinada función que finalmente da salida a los datos ya procesados.

- **Elemento 1: Receptor.** Es donde se conjuntan una o diversas señales de entrada (X_i) provenientes del entorno o de otras neuronas de la red, siendo cada una atenuada o amplificada de acuerdo a un factor de peso (W_i), que representa el nivel de conexión entre la neurona de procedencia y la neurona de destino.
- **Elemento 2: Sumador.** Efectúa la suma algebraica ponderada de las señales de entrada según el peso (W_i) correspondiente como se muestra en la siguiente expresión: $\mathbf{S= \sum W_i X_i}$
- **Elemento 3: Función activadora**. 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.
- **Elemento 4: Salida.** 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.

Debido a que le perceptrón está formado por varias capas es capaz de resolver problemas que no son linealmente separables. Para su entrenamiento, el Perceptrón Multicapa utiliza el algoritmo de propagación hacia atrás, conocida también como retropropagación o regla delta generalizada. Por ello, al Perceptrón Multicapa también se le conoce como: "red de retropropagación".

4.5.1 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. Para esta investigación, 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 1 variable dependiente (Valor Agregado) y 2 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. Para esta investigación se optó 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:

Tabla 4: Conjunto de datos de partición

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

Fuente: 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) **Etapa 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. Para esta investigación se hizo uso de la opción de selección automática de arquitectura siguiendo 2 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 menciona el manual de IBM, 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 esta investigación 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 de 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 por cada país de la muestra.
2. Un análisis con la información de todos los países de la muestra por cada uno de los años del periodo de estudio.
3. Un análisis agrupando los países de la muestra en desarrollados y en desarrollo.
4. Un análisis con las principales marcas automotrices de la región de estudio.

Con la finalidad de lograr una mayor comprensión del análisis efectuado, a continuación, se describe a detalle todos los elementos que se consideraron para la ejecución del mismo, tales como la selección de las variables de estudio, las pruebas de confianza, los indicadores y las fuentes estadísticas.

4.5.2 Validez de la metodología

La misma red neuronal artificial Perceptrón Multicapa dentro de sus procesos cuenta con una fase de validación, que va ligada a su entrenamiento. Ya entrenada la red su desempeño se irá degradando con el paso del tiempo a no ser que se reentrene. Al respecto, los especialistas opinan que un modelo debería ser robusto en relación a la frecuencia de reentrenamientos y por ende mejorará conforme el reentrenamiento se realice habitualmente.

Un sistema neuronal puede emplear distintos algoritmos de entrenamiento. Para el caso del modelo empleado en esta investigación, se trata de un "aprendizaje no supervisado", en el que los parámetros libres del sistema son modificados únicamente por las entradas del sistema, de tal forma que aprenden a categorizar las entradas y clasificarlas sin la necesidad de tener una referencia. En pocas palabras, una regla de aprendizaje es el procedimiento que sirve para modificar los parámetros libres del sistema para entrenar a la red neuronal en el desempeño de una tarea (Mejía, 2004).

Para no caer en un caso de sobre entrenamiento de la red, el mismo Perceptrón Multicapa hace uso de una función que consiste en extraer un subconjunto de muestras del conjunto de entrenamiento y utilizarlo de manera auxiliar mientras este se lleva a cabo. Este subconjunto recibe el nombre de "conjunto de validación", que se encarga de evaluar el error de la red tras cada número de *"epochs"* o épocas y así, determinar el momento en el que este empieza a aumentar. De este modo, como el conjunto de validación se deja al margen durante el entrenamiento, si ocurre un error en el es un indicativo del error que cometerá la red. Por lo tanto, la red procederá a detener el entrenamiento en el momento en el que el error de validación aumente y se conservaran los valores de los pesos de la *"epoch"* anterior. A este proceso se le denomina criterio de parada *"early-stopping"* (Medina, 2013).

Esta información se puede apreciar en el Resumen del Modelo, que, de acuerdo a la metodología de las RNA, opción Perceptrón Multicapa, además de la regla de parada utilizada y el tiempo de preparación, muestra dos conceptos fundamentales para la validación del modelo:

a) El error de las sumas cuadráticas: Dependiendo de los niveles de medida de la variable dependiente, se muestran los errores relativos o porcentajes de pronósticos incorrectos.
b) El error relativo: En este caso como la variable dependiente tiene un nivel de medida de escala, se muestra el error relativo global promedio (relativo al modelo de la media). De igual forma, se muestran los errores relativos o porcentajes de pronósticos incorrectos para las variables dependientes individuales.

4.5.3 Selección de variables

De acuerdo con la literatura revisada y el desarrollo del marco teórico de esta investigación, se decidió tomar como base la combinación de factores de la producción con mayor incidencia en la industria: capital y trabajo. De este modo podría apreciarse la influencia directa que tienen dichos factores en la generación de valor agregado en una industria determinada.

En consecuencia, se decidió hacer uso de 3 variables: una dependiente y dos independientes:

- Variable dependiente: El valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011.
- Variables independientes: Los factores de la producción trabajo y capital.

4.5.4 Selección de indicadores

Se eligió un indicador para cada una de las variables, tomando como base la información y estadísticos disponibles en las bases de datos de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OECD) para cada uno de los países de la muestra. Cabe destacar, que la disponibilidad de la información fue la determinante del periodo de estudio de esta tesis, ya que se utilizaron los indicadores correspondientes al apartado "C34", correspondiente a la industria de vehículos de motor, tráilers y semi-tráilers que no han sido actualizados desde 2011, por lo tanto, se decidió que el periodo de estudio fuese de 2000 a 2011.

A. Variable dependiente: Valor agregado

Los valores para esta variable fueron tomados del apartado "C34" de la base de datos de la OECD, del apartado "Comercio de Valor Agregado". Según lo describe la propia OECD, el valor agregado refleja el valor agregado por las industrias en la producción de bienes y servicios. Sigue la definición de valor agregado (en precios básicos) utilizada en el Sistema de Cuentas Nacionales de 1993 (SCN93) y es equivalente a la diferencia entre la producción de una industria (en precios básicos) y la suma de sus insumos intermedios (en precios de compra) de bienes y servicios. El valor agregado consiste en la compensación por trabajo (Compensación de empleados) y la compensación por capital (Excedente Bruto de Explotación), y también incluye "otros impuestos, menos subsidios, sobre la producción".

B. Variables independientes:

- **Factor capital:** Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF). Extraído de la base de datos de la OECD y del apartado industrial C34, se tomó uno de los indicadores del comercio de valor agregado, que es la participación en el valor agregado de la formación bruta de capital fijo, por país de origen e industria.
  Según indica la propia OECD, construyeron este indicador a partir de diversas fuentes de datos nacionales e internacionales, todas juntas y equilibradas bajo restricciones basadas en las Cuentas Nacionales oficiales (SCN93) por actividad económica y los principales agregados de las Cuentas Nacionales.

- **Factor trabajo:** Remuneraciones: Salarios medios anuales. Este conjunto de datos sobre la remuneración del empleo contiene datos sobre los salarios anuales promedio por empleado a tiempo completo y por año equivalente en la economía total.
  Según la OECD, el salario anual promedio por empleado dependiente equivalente a tiempo completo se obtiene al dividir la factura salarial total basada en cuentas nacionales por el número promedio de empleados en la economía total, que luego se multiplica por la proporción del promedio de horas semanales habituales por tiempo completo para promediar normalmente horas semanales para todos los empleados.

4.5.5 Bases de datos utilizadas en el modelo

El análisis se llevó a cabo en tres etapas:

a) Países miembros de APEC que participan en la industria automotriz.
b) Los mismos miembros de APEC que participan en la industria automotriz pero clasificados de acuerdo a su nivel de desarrollo.
c) Marcas automotrices cuyas plantas productoras se ubican en países APEC.

Debido a las distintas hipótesis y objetivos de investigación planteados, a cada análisis le corresponden distintas variables e indicadores, mismos que se detallan a continuación. Para el primer objetivo, que es: Identificar qué factor de la producción -trabajo o capital- ha sido el determinante en el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011, las variables e indicadores empleados para el análisis fueron los siguientes:

Cuadro 19: Indicadores utilizados en los análisis para el Objetivo 1 y el Objetivo 2

Variable	Indicador	Descripción	Industria	Fuente
Dependiente: Valor agregado	Valor agregado (VA)	Valor agregado	Vehículos de motor, remolques y semirremolques	OECD.Stat Última actualización: Diciembre, 2016.
Independiente 1: Factor capital	Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF)	Proporción de valor agregado de la formación bruta de capital fijo, por país de origen e industria	Vehículos de motor, remolques y semirremolques	OECD.Stat Última actualización: Diciembre, 2016.
Independiente 2: Factor trabajo	Total de asalariados	Asalariados	Nivel industria	Colaboración ILO Stat con OECD.stat Última actualización: mayo 2018.

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis correspondiente al segundo objetivo: Determinar qué factores de la producción de los países desarrollados y en desarrollo han generado mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011, se emplearon exactamente los mismos datos que para el Objetivo 1, simplemente se agruparon los países de la muestra en "Desarrollados" y "En Desarrollo", tomando como base la clasificación que hace la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a través de su órgano *World Economic Situation and Prospects (WESP)* (Situación Económica Mundial y Perspectivas) en su reporte de 2016 en el que distinguen a los países de la muestra de la siguiente manera:

Cuadro 20: Clasificación de los países productores de vehículos de APEC según su nivel de desarrollo

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

Fuente: Elaboración propia con base en información del WESP de la ONU (2016).

Aunque según la clasificación Rusia se encuentra en transición, para efectos de este análisis se consideró como un país en desarrollo dado que aún no logra incorporarse al grupo de los países desarrollados. De igual forma, debido a su afinidad e interrelación y con el fin de aminorar el efecto de un posible sesgo, se optó por considerar sólo a China y excluir a Taiwán y Hong Kong.

Para el tercer y último objetivo: Descubrir qué factores de la producción de las marcas automotrices más representativas son las que han generado el mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011, a diferencia de los Objetivos 1 y 2, se modificaron los indicadores con el fin de poder efectuar el análisis, empleando los que se muestran a continuación:

Cuadro 21: Variables e indicadores utilizados en el análisis para el tercer objetivo

Variable	Indicador	Fuente
Dependiente: Total de vehículos producidos	Producción mundial anual en unidades	Estadísticas de producción de la Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA) de 2000 a 2011.
Independiente 1: Total de activos	Activos totales de la marca en millones de dólares	Reporte anual de la marca durante el periodo 2000-2011.
Independiente 2: Empleados	Número total de empleados de la marca	Reporte anual de la marca durante el periodo 2000-2011.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6 Selección de los países y marcas para el análisis

El proceso de selección de los objetos de estudio tomó como punto de partida los tres objetivos de investigación planteados, de tal forma que se emplearon distintas técnicas de muestreo no probabilístico.

Con base en el primer objetivo: Identificar qué factor de la producción –trabajo o capital- ha sido el determinante en el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) durante el periodo 2000-2011, se seleccionan los casos que permitían ser incluidos, de acuerdo a la accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador (Otzen y Manterola, 2017). Para efectuarlo se consideraron los siguientes criterios:

1. Se tomó como punto de partida las 21 economías miembro de APEC.
2. Se seleccionaron aquellos miembros de APEC que participan en la producción de vehículos.
3. Se eligieron aquellos países miembros de APEC que tuvieran registros históricos para las variables de estudio seleccionadas en relación a la producción de vehículos durante el periodo 2000-2011.

De esta manera se obtuvo la primera selección, misma que se presenta a continuación:

Cuadro 22: Países productores de vehículos en APEC: 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	

Fuente: Elaboración propia.

Para el segundo objetivo de investigación: Determinar qué factores de la producción de los países desarrollados y en desarrollo han generado mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011, de igual forma se utilizó el muestreo no probabilístico de conveniencia bajo los siguientes criterios y pasos:

1. Se partió de la base de los 14 países de APEC que participan en la producción de vehículos y que integran la Muestra 1.
2. Posteriormente, se agruparon los 14 países en dos grupos: países desarrollados y países en desarrollo de acuerdo con la clasificación de la ONU.

De esta manera se obtuvo la segunda selección que se presenta a continuación:

Cuadro 23: Países productores de vehículos en APEC según su nivel de desarrollo, 2000-2011

Nivel de desarrollo	Países
Desarrollados	1)Australia, 2) Canadá, 3) Japón, 4) Nueva Zelanda y 5) Estados Unidos
En desarrollo	6)Chile,7) China, 8) Indonesia, 9) Corea del Sur, 10) México, 11) Perú, 12) Rusia, 13) Tailandia y 14) Vietnam

Fuente: Elaboración propia.

Para el tercer y último objetivo: Descubrir qué factores de la producción de las marcas automotrices más representativas son las que han generado el mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011, se optó por la técnica de muestreo no probabilístico "Accidental o Consecutivo", que se caracteriza por tratar de reclutar casos hasta completar el número de sujetos necesarios para consolidar el tamaño de muestra deseado. Son elegidos de forma casual y el investigador elige el lugar a partir del cual los reclutará, de acuerdo a las opciones que tenga disponibles (Otzen y Manterola, 2017). Para tal efecto, se siguieron los siguientes pasos:

1. Con base en la producción total de sus vehículos se efectuó un registro de las 10 marcas automotrices que produjeron el mayor número de unidades anualmente durante el periodo 2000-2011 según los reportes de la OICA.
2. Posteriormente se analizaron los datos y se observó una tendencia, para el periodo señalado, aunque cambiaba el orden de aparición, se trataba de las mismas 10 marcas.
3. Después, con la finalidad de equilibrar la muestra se consideró como criterio preponderante de selección los principales países productores, así como las alianzas entre ellos (Estados Unidos, Japón, China y Corea) y las marcas originarias de los mismos.
4. Por último, se seleccionaron aquellas marcas automotrices que además de cumplir los criterios previos, tuvieran disponible para consulta pública sus reportes anules para el periodo 2000-2011.

De este modo se determinó la tercera muestra, misma que se presenta a continuación:

Cuadro 24: Las principales marcas automotrices en APEC en el periodo 2000-2011.

Marca	País de origen
1. Daimler*	Alemania-Estados Unidos
2. Dongfeng	China
3. Ford	Estados Unidos
4. General Motors	Estados Unidos
5. Hyundai	Corea del Sur
6. KIA Motors	Corea del Sur
7. Mazda	Japón
8. Nissan	Japón
9. Suzuki	Japón
10. Toyota	Japón

Fuente: Elaboración propia.

*Aunque la marca Daimler es de origen alemán se consideró por su posterior importante alianza con la norteamericana Chrysler.

A partir de estas tres muestras en conjunto con las variables de estudio se desarrollaron cuatro modelos de redes neuronales artificiales tipo Perceptrón Multicapa. El primero para los 14 países de la primera muestra, el segundo para la muestra correspondiente a los países de la muestra 1 clasificados según su nivel de desarrollo, el tercero para las principales marcas automotrices originarias de la región APEC y la cuarta correspondiente a los países de la muestra de acuerdo al periodo de estudio 2000-2011. Es preciso señalar que, con la finalidad de obtener resultados más precisos, todos los datos fueron previamente deflactados y al ejecutar el modelo normalizados.

CAPÍTULO 5

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.

Este capítulo pone en práctica los conceptos desarrollados en las secciones previas de esta tesis, con la finalidad de poner a prueba las tres hipótesis de investigación a través de las redes neuronales artificiales con su variante Perceptrón Multicapa.

El capítulo está compuesto por cinco apartados. El primero muestra los resultados que arroja la red 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.

Posteriormente, en el segundo apartado, se presentan los resultados obtenidos de aplicar la red neuronal artificial perceptrón multicapa a la misma selección de 14 países, pero divididos en dos categorías: a) países desarrollados y b) países en desarrollo.

En el tercer apartado se dan a conocer los resultados correspondientes al análisis realizado por la red neuronal artificial del tipo Perceptrón Multicapa de cada una de las 10 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 dichos países y por marcas automotrices.

En el cuarto apartado se presentan las conclusiones de cada uno de los tres análisis efectuados y, por último, en el quinto apartado, se dan a conocer las recomendaciones derivadas de los resultados obtenidos.

5.1 Resultados de la RNA para cada uno de los países seleccionados

A continuación, se presentan los análisis efectuados por la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa para cada uno de los 14 países seleccionados de APEC que fueron productores de automóviles en el periodo 2000-2011.Los resultados obtenidos por la RNA 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 aprecia con claridad, 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 de APEC.

En relación al diagrama de dispersión que muestra el comportamiento de la variable valor agregado, es preciso señalar que los puntos en el gráfico 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 un gráfico 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 los 14 países, indicó resultados 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 que se muestran en este apartado por país son confiables. Cabe señalar que, datos complementarios al análisis efectuado por la red se pueden consultar en los anexos de este documento.

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

Así, el modelo de redes neuronales tipo Perceptrón Multicapa se ejecutó para cada uno de los 14 países seleccionados para el periodo 2000-2011:

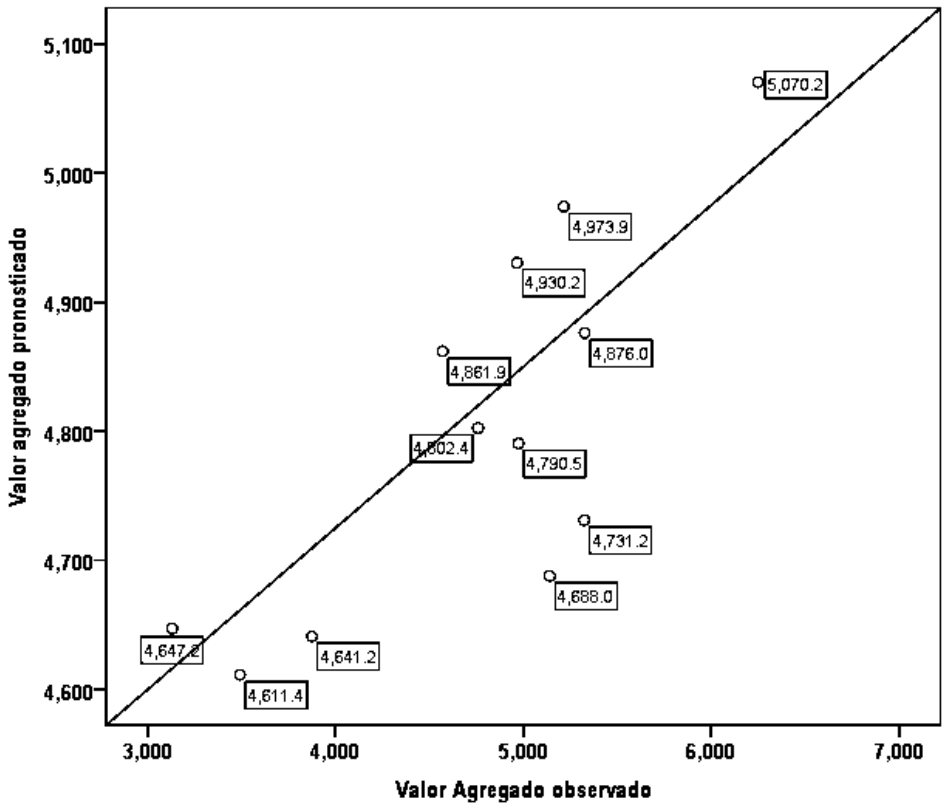
1. Australia
2. Canadá
3. Chile
4. China
5. Corea
6. Estados Unidos
7. Indonesia
8. Japón
9. México
10. Nueva Zelanda
11. Perú
12. Rusia
13. Tailandia
14. Vietnam

5.1.1 Australia

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 4

Valor agregado pronosticado por observado de Australia, 2000-2011



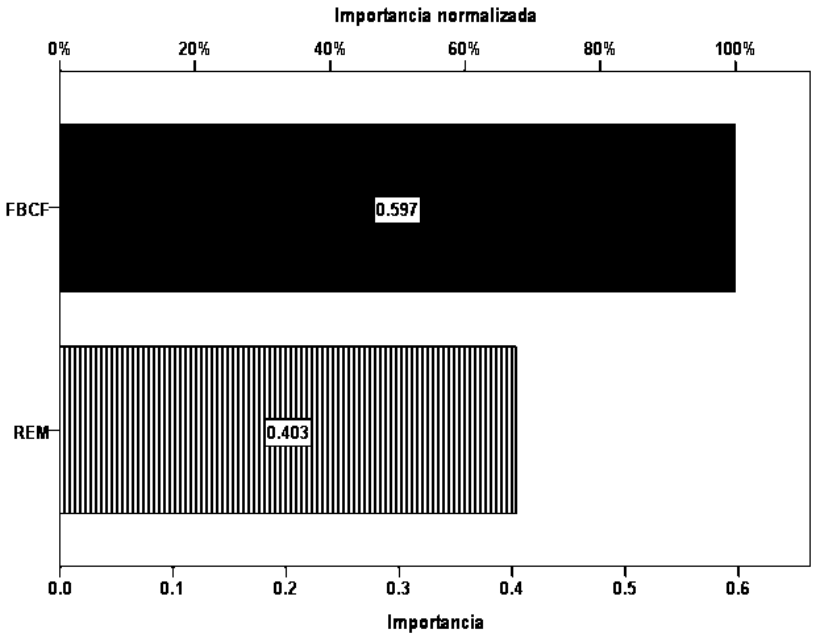
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 4, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia 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. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Australia producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 5

Comportamiento de los factores productivos en Australia, 2000-2011



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

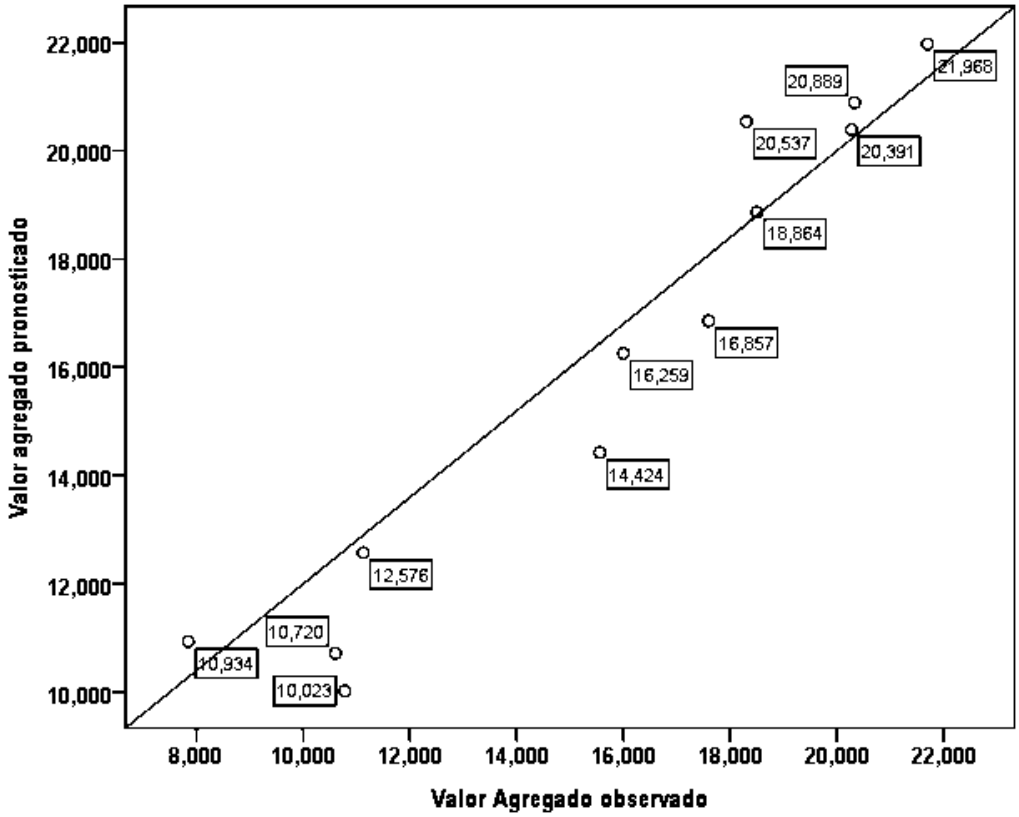
De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Australia una importancia de 0.597 a la formación bruta de capital fijo (FBCF) y a las remuneraciones (REM) el 0.403. Con los valores ya normalizados, la variable FBCF es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor trabajo representado por REM por una diferencia entre ambas variables del 32%. 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 que permitía el ingreso de capitales extranjeros, quienes veían en Australia un terreno fértil, por eso varias compañías automotrices aperturaron sus plantas en este país de 2000 a 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.

5.1.2 Canadá

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 6

Valor agregado pronosticado por observado de Canadá, 2000-2011



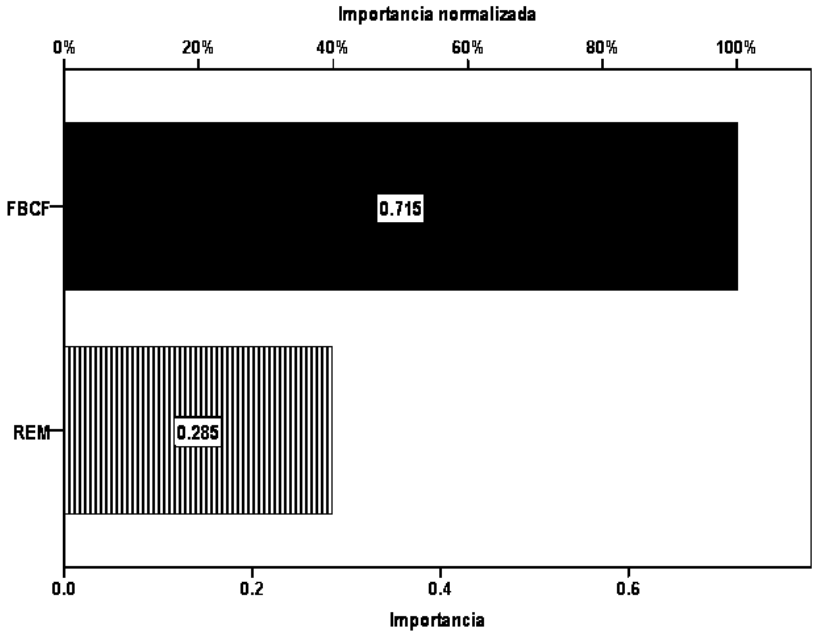
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 6, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Canadá durante el periodo 2000-2011 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. Es preciso señalar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Canadá producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 7

Comportamiento de los factores productivos en Canadá, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 le otorga a Canadá una importancia de 0.715 a la formación bruta de capital fijo (FBCF) y a las remuneraciones (REM) el 0.285. Con los valores ya normalizados, la variable FBCF es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor trabajo representado por REM por una diferencia entre ambas variables del 60%. Es una diferencia notable la que existe entre ambos factores en la que la inversión en capital resultó preponderante.

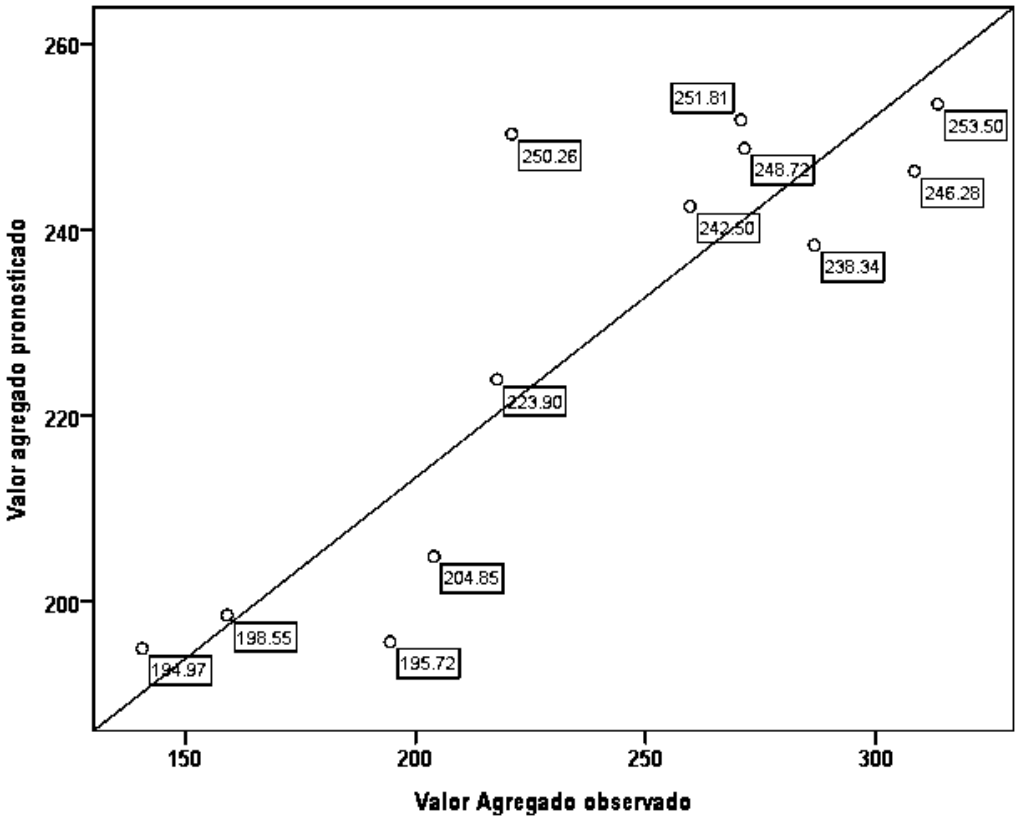
La predominancia del factor capital es indiscutible en la industria automotriz canadiense y es un resultado totalmente alineado a sus estrategias dentro del sector, por ejemplo, haber tenido de 2000 a 2011 una de las estructuras de costos y fiscales más bajas de la industria en la región, aunado a las 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.

5.1.3 Chile

En seguida, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 8

Valor agregado pronosticado por observado de Chile, 2000-2011



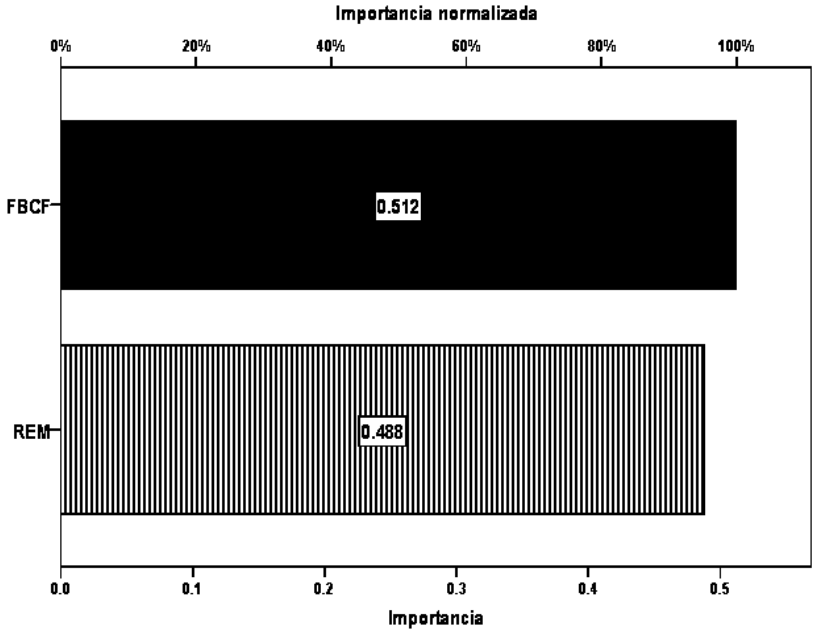
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 8, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Chile para 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. Es importante señalar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Chile producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 9

Comportamiento de los factores productivos en Chile, 2000-2011



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

De este modo, el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Chile una importancia de 0.512 a la formación bruta de capital fijo (FBCF) y a las remuneraciones (REM) el 0.488. Ya normalizadas, a la FBCF la red le concede el 100%, mientras que a la variable REM el 95%. Al existir una diferencia entre ambos factores de la producción de tan solo el 5% significa que para ese tiempo el sector automotriz chileno tenía una fuerte dependencia por ambos y por lo tanto los dos eran relevantes.

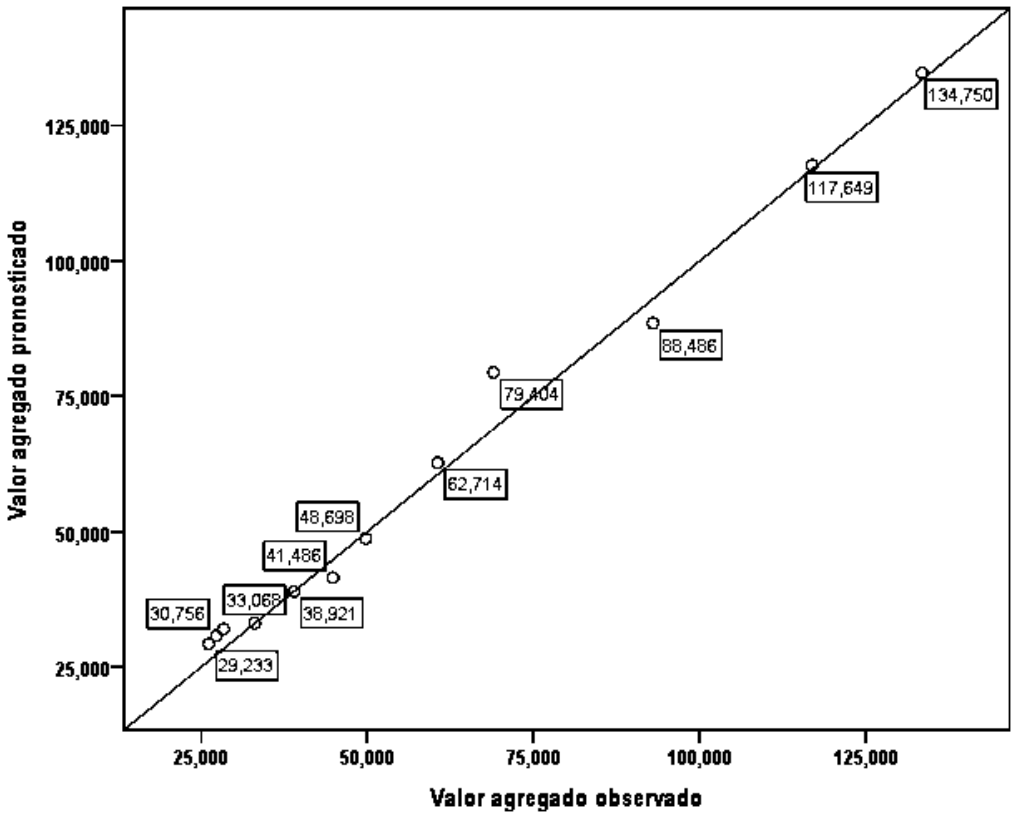
De acuerdo a la literatura revisada, este comportamiento puede obedecer a que primeramente se concentraron en ofrecer mano de obra a un precio competitivo, pero posteriormente redireccionaron su estrategia para convertirse en productores de automóviles verdes, cuyo elemento principal es la batería de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

5.1.4 China

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 10

Valor agregado pronosticado por observado de China, 2000-2011



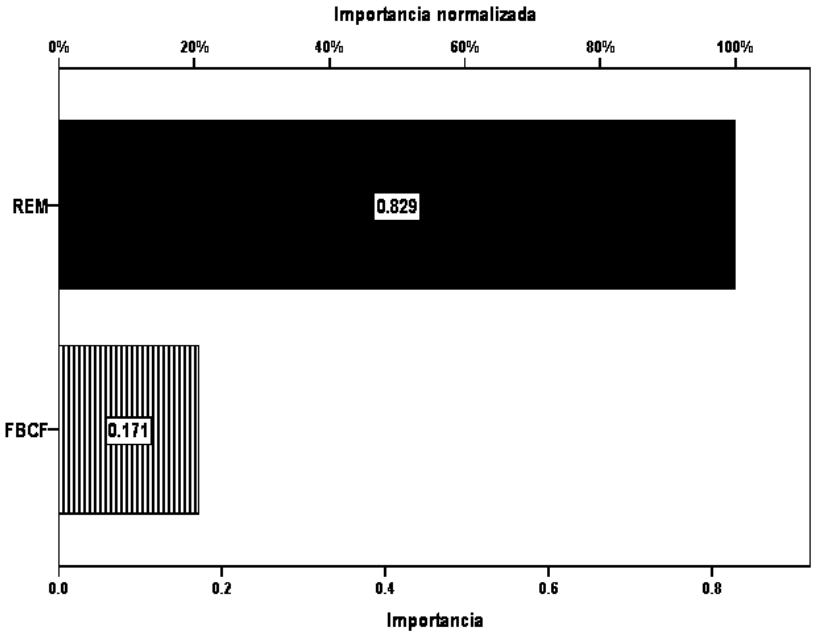
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 10, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en China en el periodo 2000-2011, existe una tendencia lineal positiva y fuerte, dado que en la mayoría de los años coincide el valor agregado observado con el pronosticado por la red. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de China producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 11

Comportamiento de los factores productivos en China, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para China una importancia de 0.171 a la formación bruta de capital fijo (FBCF), mientras que para las remuneraciones (REM) el 0.829. Con los valores ya 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 por una diferencia entre ambas variables del 79%. Es una diferencia amplia la que existe entre ambos factores, lo que revela que la industria automotriz china orientó sus recursos al factor trabajo para generar mayor valor agregado en su producto terminado durante dicho periodo.

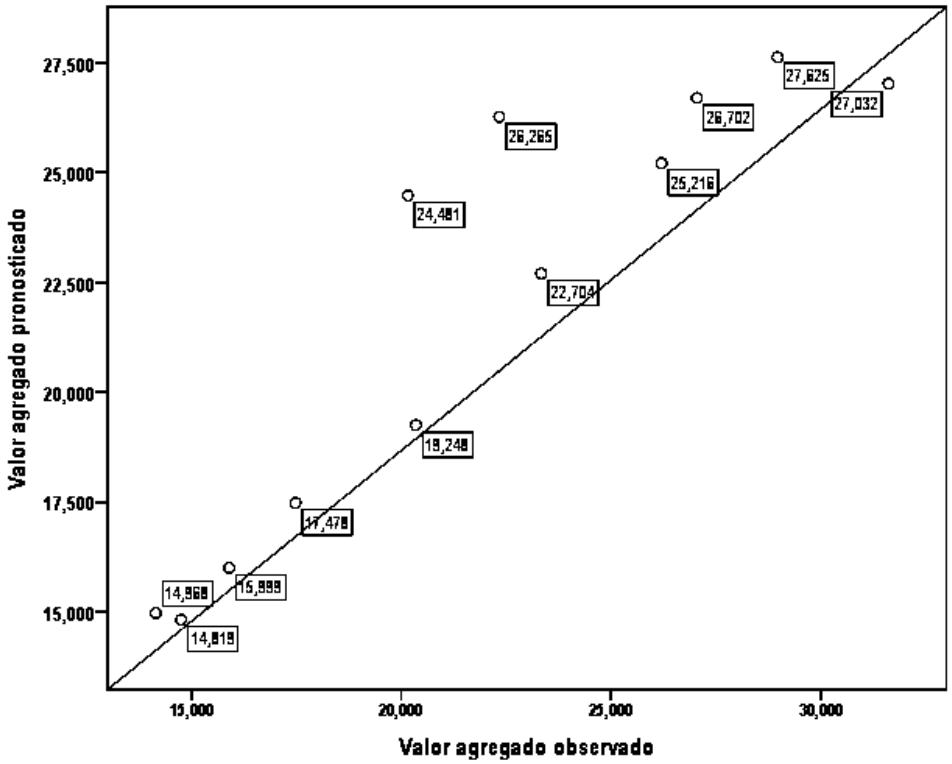
Según la literatura revisada, China se posicionó como el productor automotriz líder durante la crisis económica de 2008. Por lo tanto, dada su estrategia de atraer inversiones y tecnología de otras compañías automotrices se hubiera supuesto un incremento en su inversión en capital, pero no fue así, ya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

5.1.5 Corea del Sur

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 12

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



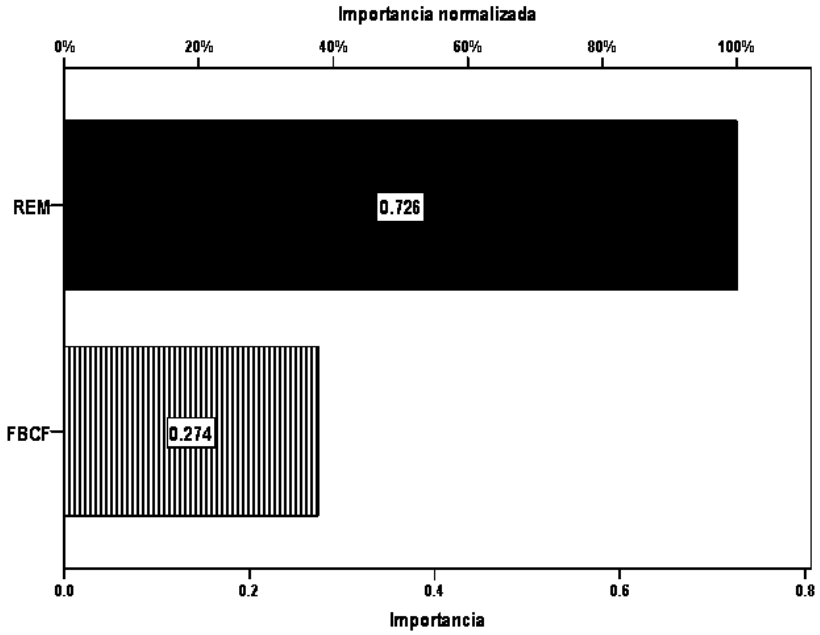
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 12, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Corea del Sur en el periodo 2000-2011 tuvo una tendencia lineal positiva y fuerte, en la que predominó totalmente el valor agregado pronosticado por la red muy por encima del observado como lo demuestran los once de doce puntos por encima de la línea. De hecho, este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Corea del Sur producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 13

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



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Corea del Sur una importancia de 0.274 para la formación bruta de capital fijo (FBCF) y para las remuneraciones (REM) el 0.726. Con los valores ya 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 por una diferencia entre ambas variables del 62%. Es una diferencia amplia la que existe entre ambos factores, lo que revela que la industria automotriz coreana orientó sus recursos al factor trabajo para generar mayor valor agregado en su producto terminado durante dicho periodo.

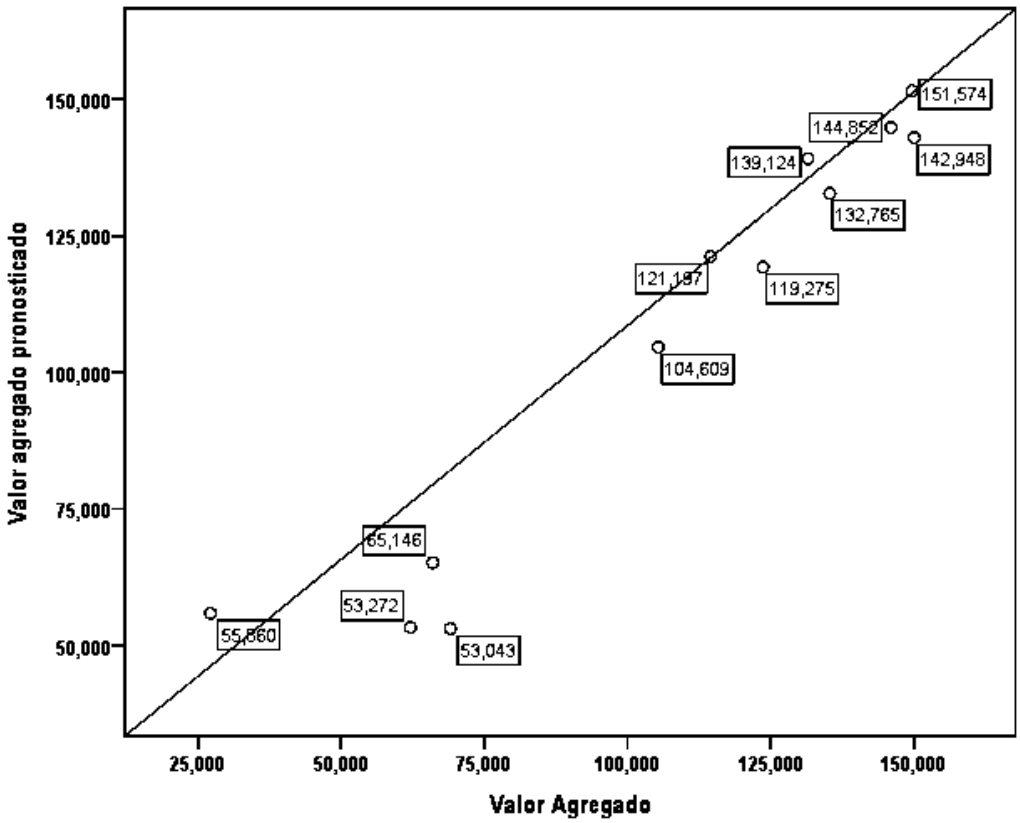
Según la literatura revisada, este comportamiento probablemente se deba a que, durante esa década, Corea del Sur estaba consolidándose como productor con marcas propias y también luchaba por atraer la inversión de las grandes automotrices a través de ofertarles una mano de obra de calidad, especializada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

5.1.6 Estados Unidos

En seguida, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 14

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



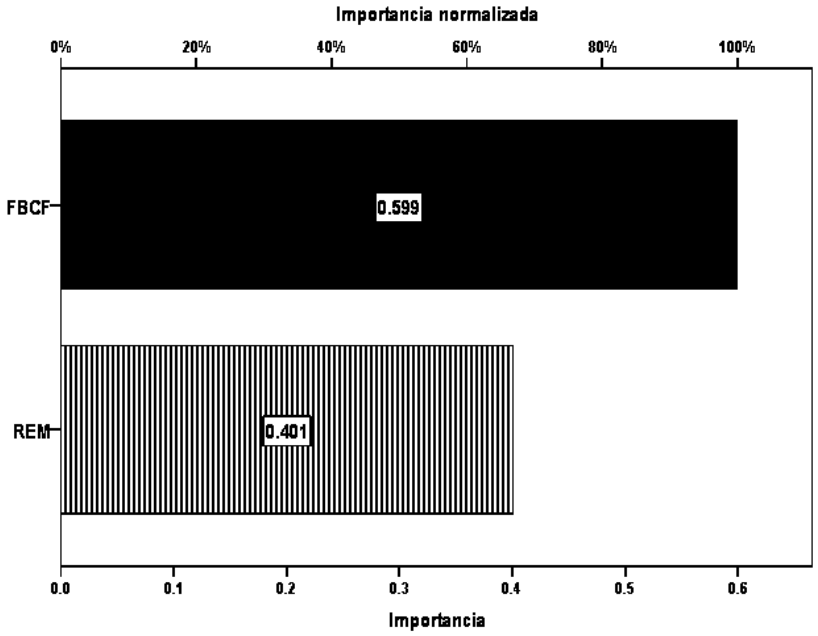
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 14, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Estados Unidos en el periodo 2000-2011 tuvo una tendencia positiva y fuerte al presentarse alineada, en la que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo, al mostrar claramente el comportamiento de siete años por debajo de la línea. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Estados Unidos producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 15

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



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Estados Unidos una importancia de 0.599 para la formación bruta de capital fijo (FBCF) y para las remuneraciones (REM) 0.401. Con los valores ya normalizados, la variable FBCF es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor trabajo representado por REM por una diferencia entre ambas variables del 33%. 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.

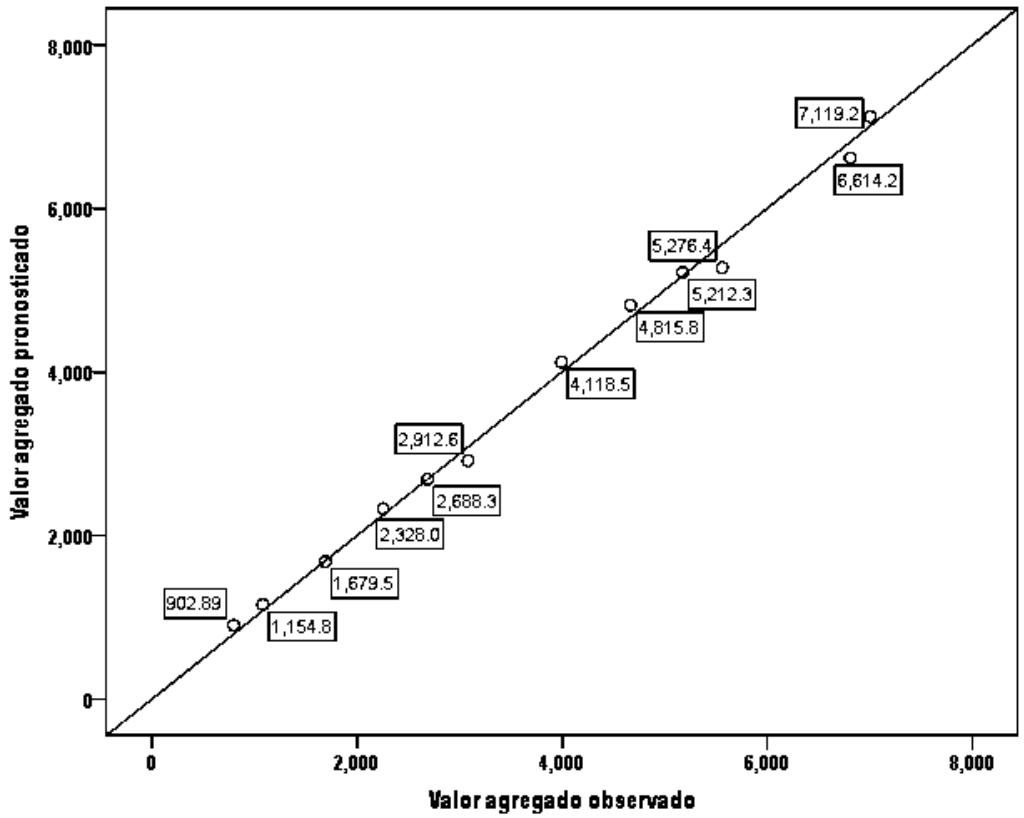
La literatura revisada indica que, en esa década, la industria automotriz estadounidense se encontraba en expansión hasta que en 2008 sucumbió ante la crisis al grado de casi extinguirse de no haber sido rescatada por su gobierno y a las estrategias que implementó para capitalizarse rápidamente entre las que destacó que envió 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.

5.1.7 Indonesia

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 16

Valor agregado pronosticado por observado de Indonesia, 2000-2011



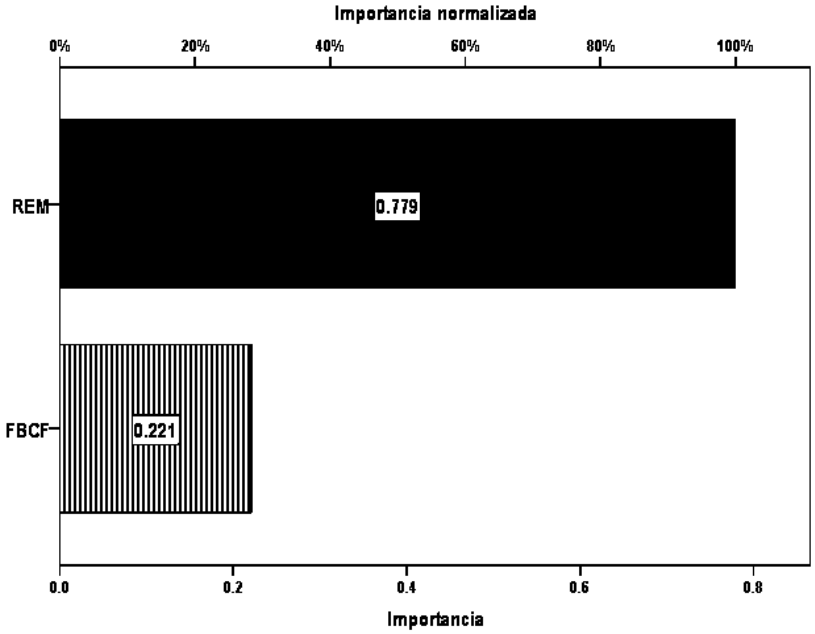
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 16, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Indonesia en el periodo 2000-2011, prácticamente tiene el mismo comportamiento en los valores observados y aquellos pronosticados por la red como lo muestran los puntos que están casi alineados en su totalidad mostrando una tendencia positiva y muy fuerte. Por lo tanto, es preciso destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Indonesia producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 17

Comportamiento de los factores productivos en Indonesia, 2000-2011



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

De este modo, el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Indonesia una importancia de 0.221 en la formación bruta de capital fijo (FBCF) y en las remuneraciones (REM) el 0.799. Con los valores ya 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 por una diferencia entre ambas variables del 72%. Es una diferencia amplia la que existe entre ambos factores, haciendo evidente que la industria automotriz indonesia orientó sus recursos al factor trabajo para generar mayor valor agregado en su producto terminado durante dicho periodo.

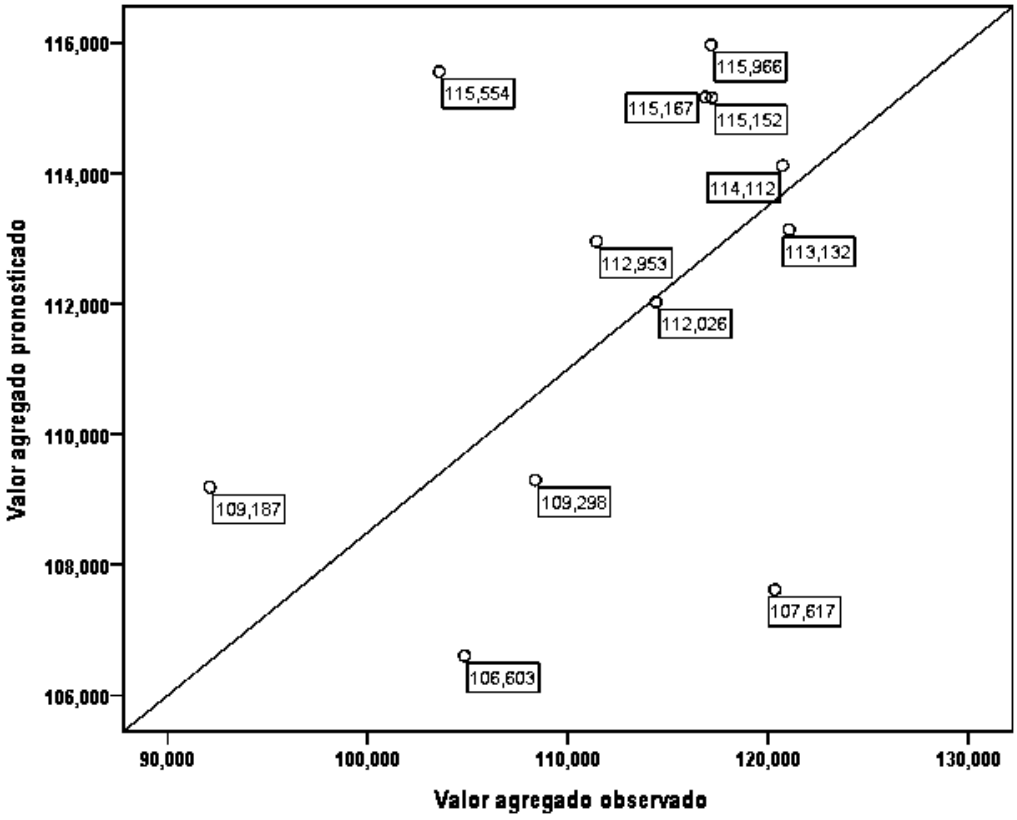
Los resultados reflejan la realidad de la industria automotriz indonesia de aquella época en la que se enfocaban en ser atractivos a las inversiones de las grandes marcas automotrices para que instalaran plantas en su país orientadas a la exportación, ofreciendo mano de obra barata y una ubicación clave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

5.1.8 Japón

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 18

Valor agregado pronosticado por observado de Japón, 2000-2011



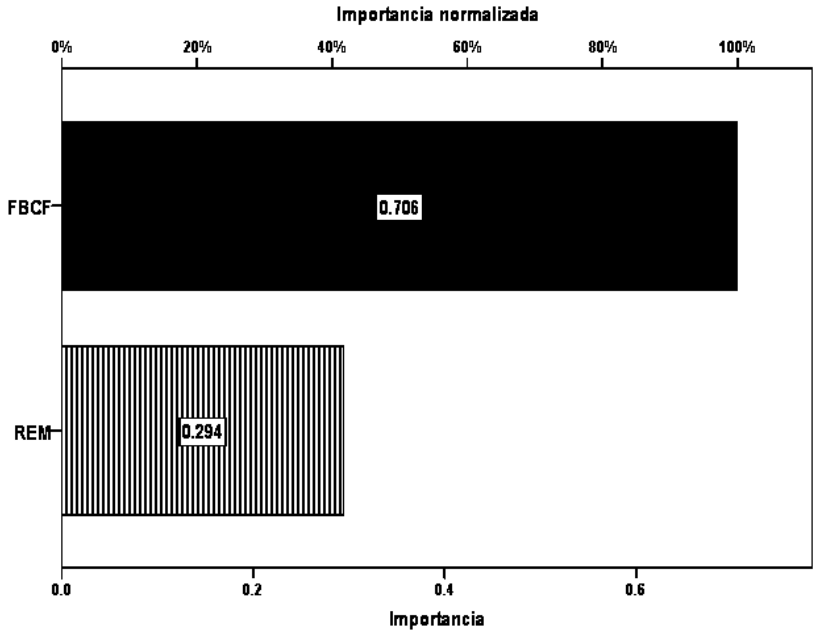
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 18, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Japón en el periodo 2000-2011, 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 encima de la línea. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Japón producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 19

Comportamiento de los factores productivos en Japón, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Japón una importancia de 0.706 a la formación bruta de capital fijo (FBCF) y a las remuneraciones (REM) el 0.294. Con los valores ya normalizados, la variable FBCF es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor trabajo representado por REM por una diferencia entre ambas variables del 58%. Es una diferencia significativa la que existe entre ambos factores, lo que supone que, aunque los dos fueron importantes, el país asiático hizo una mayor inversión en capital para ese periodo.

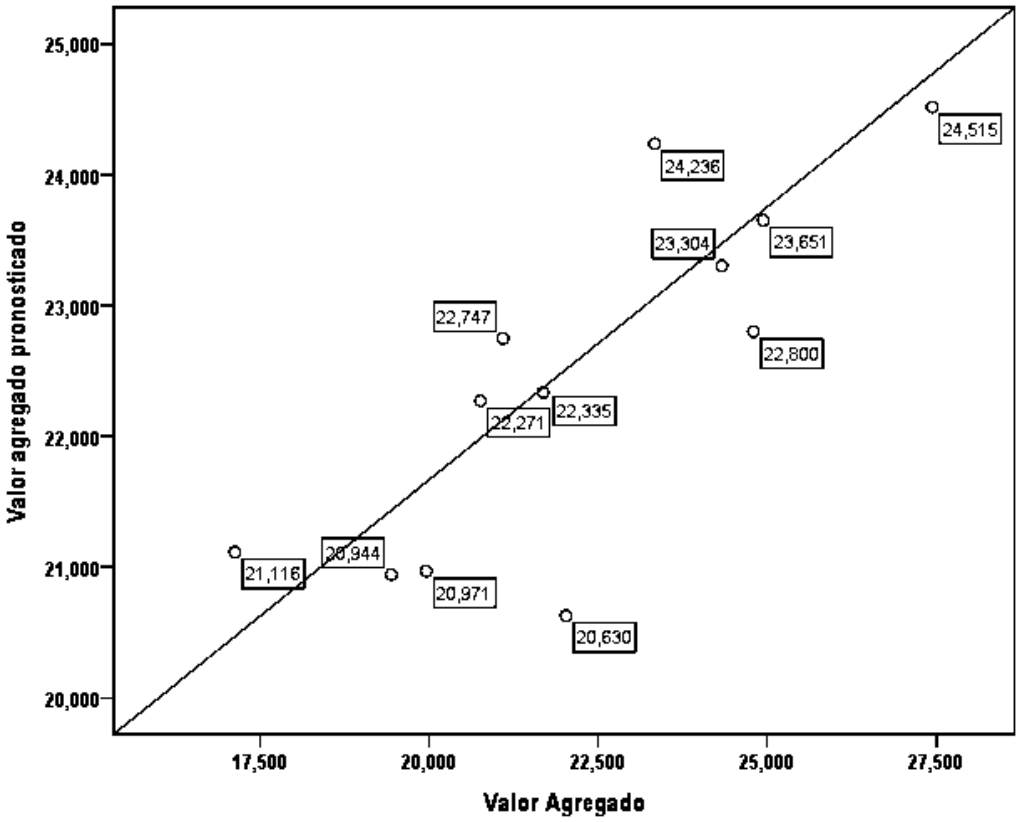
Los resultados para esta década correspondientes al caso de Japón son un reflejo de la estrategia que han seguido para su sector automotriz en el que concentran las inversiones de capital principalmente en tecnología, investigación y desarrollo e infraestructura y trasladan los procesos de producción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

5.1.9 México

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 20

Valor agregado pronosticado por observado de México, 2000-2011



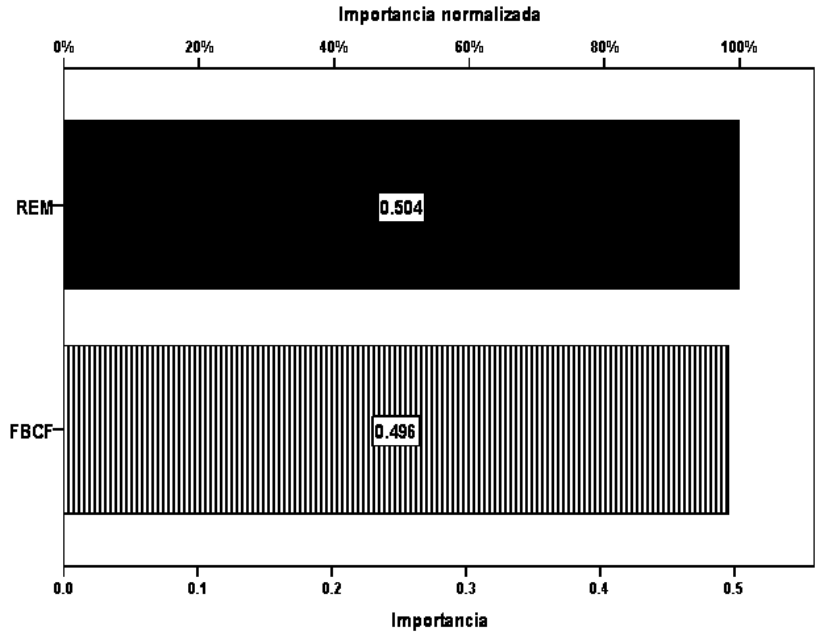
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 20, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en México durante el periodo 2000-2011, tuvo una tendencia positiva, alineada, aunque dispersa, en la que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo, al mostrar claramente el comportamiento de ocho años por debajo de la línea. Por lo tanto, es preciso destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de México producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 21

Comportamiento de los factores productivos en México, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para México una importancia de 0.496 en la formación bruta de capital fijo (FBCF) y en las remuneraciones (REM) el 0.504. Con los valores ya 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 por una diferencia entre ambas variables del 1.6%. La diferencia entre ambos factores de la producción es mínima, lo que indica que para la industria automotriz mexicana en esa década ambos fueron imprescindibles para la generación de valor agregado en su producto terminado.

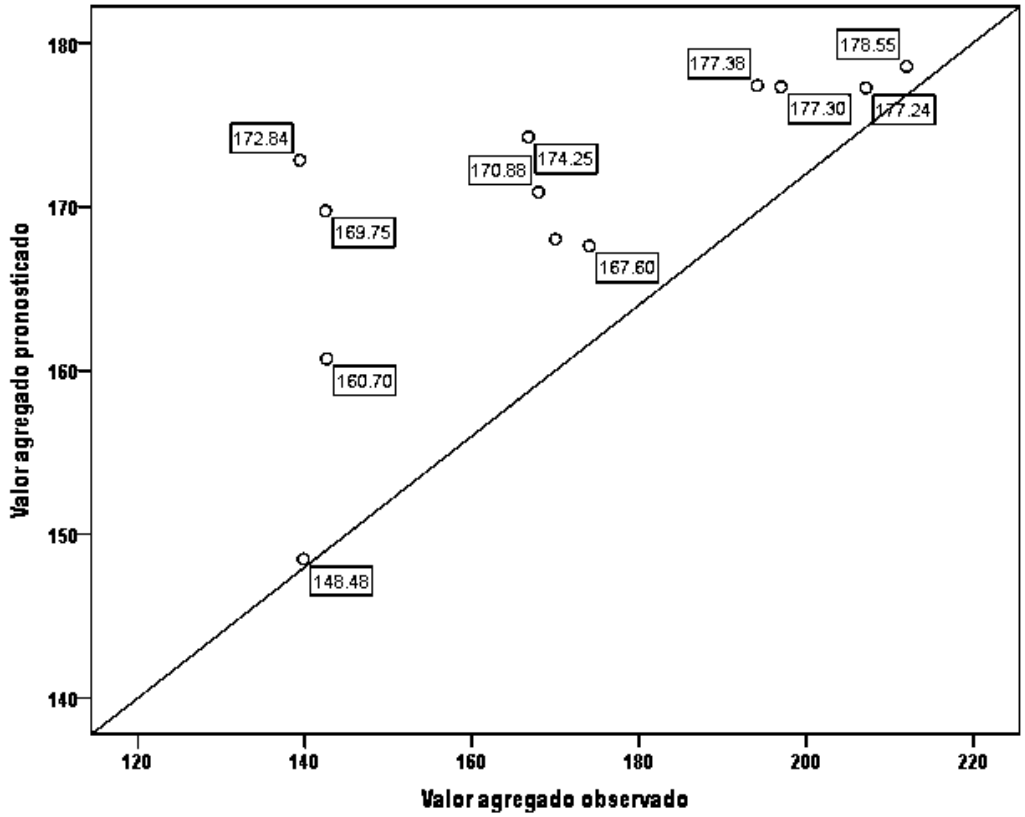
Según la literatura revisada, estos resultados pueden deberse a dos aspectos: 1) La estrategia de atracción de inversión de México, orientado especialmente a las marcas automotrices estadounidenses se ha basado en ofertar una mano de obra calificada a un precio bajo y 2) En los últimos años la transferencia tecnológica y de conocimiento se ha hecho palpable, por lo que, desde aquella década, el país comenzó a incursionar en otras actividades del sector como I+D.

5.1.10 Nueva Zelanda

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 22

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



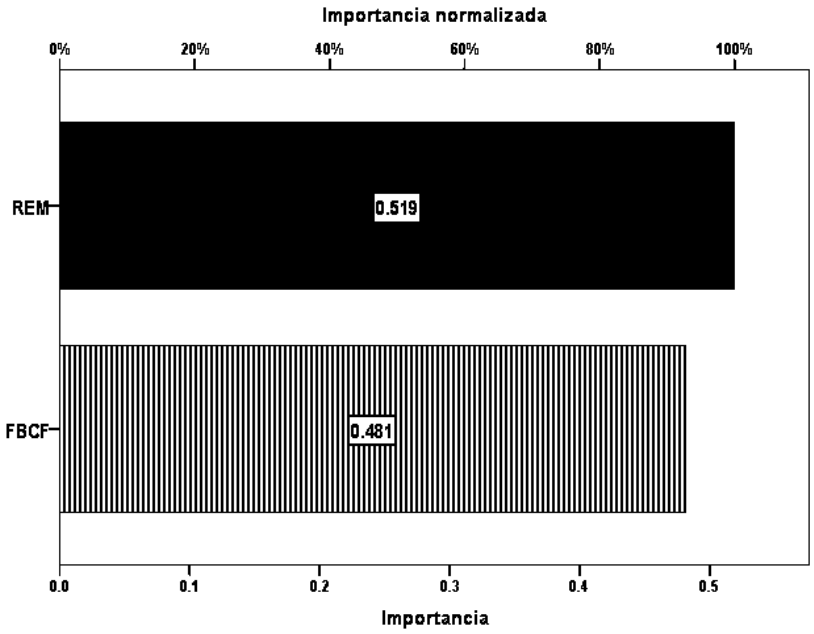
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 22, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Nueva Zelanda durante el periodo 2000-2011 tuvo una tendencia positiva, aunque predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo, al mostrar claramente el comportamiento de prácticamente todos los años por encima de la línea. Es preciso señalar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Nueva Zelanda producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 23

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



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Nueva Zelanda una importancia de 0.481 a la formación bruta de capital fijo (FBCF) y a las remuneraciones (REM) el 0.519. Con los valores ya 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 por una diferencia entre ambas variables del 7.4%. Es una diferencia reducida la que existe entre ambos factores, lo que revela que la industria automotriz neozelandesa impulsó estrategias que requerían prácticamente de la misma cantidad de los dos factores para generar mayor valor agregado en su producto terminado durante dicho periodo.

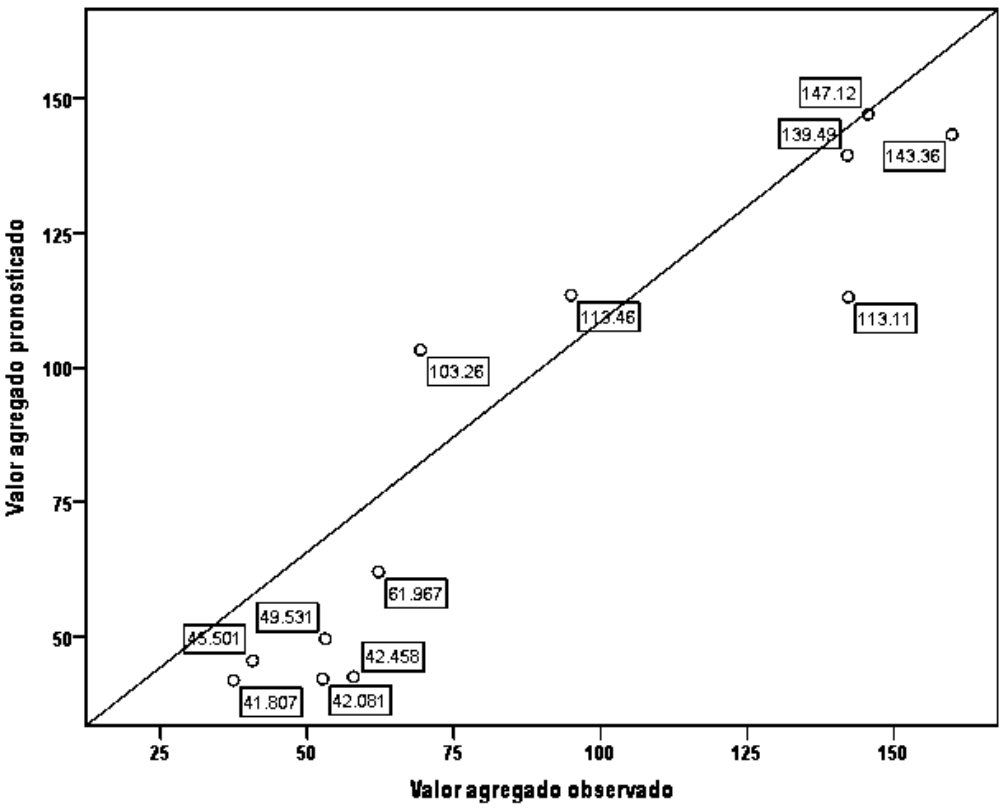
De acuerdo con la literatura revisada, para esa década, Nueva Zelanda incursionó en la industria como un fuerte importador que posteriormente se convirtió en ensamblador a partir de piezas importadas para convertirse en un centro logístico estratégico de distribución en la región, sobre todo en alianza con Australia, país ya tenía mayor experiencia en el sector.

5.1.11 Perú

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 24

Valor agregado pronosticado por observado de Perú, 2000-2011



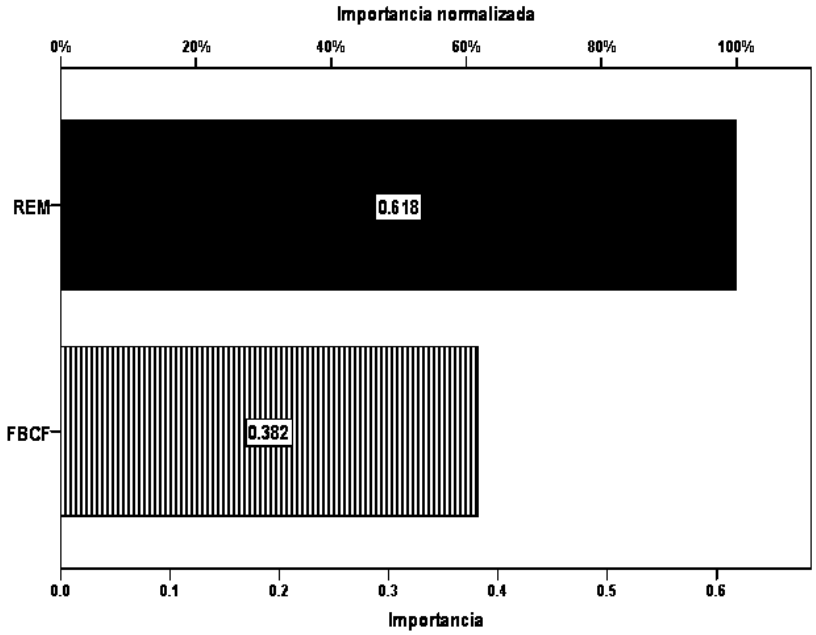
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 24, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Perú durante 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, al mostrar claramente el comportamiento de nueve años por debajo de la línea. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Perú producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 25

Comportamiento de los factores productivos en Perú, 2000-2011



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

De este modo, el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Perú una importancia de 0.382 en la formación bruta de capital fijo (FBCF) y en las remuneraciones (REM) el 0.618. Con los valores ya 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 por una diferencia entre ambas variables del 38%. Es una diferencia amplia la que existe entre ambos factores, lo que revela que la industria automotriz peruana orientó sus recursos al factor trabajo para generar mayor valor agregado en su producto terminado durante dicho periodo.

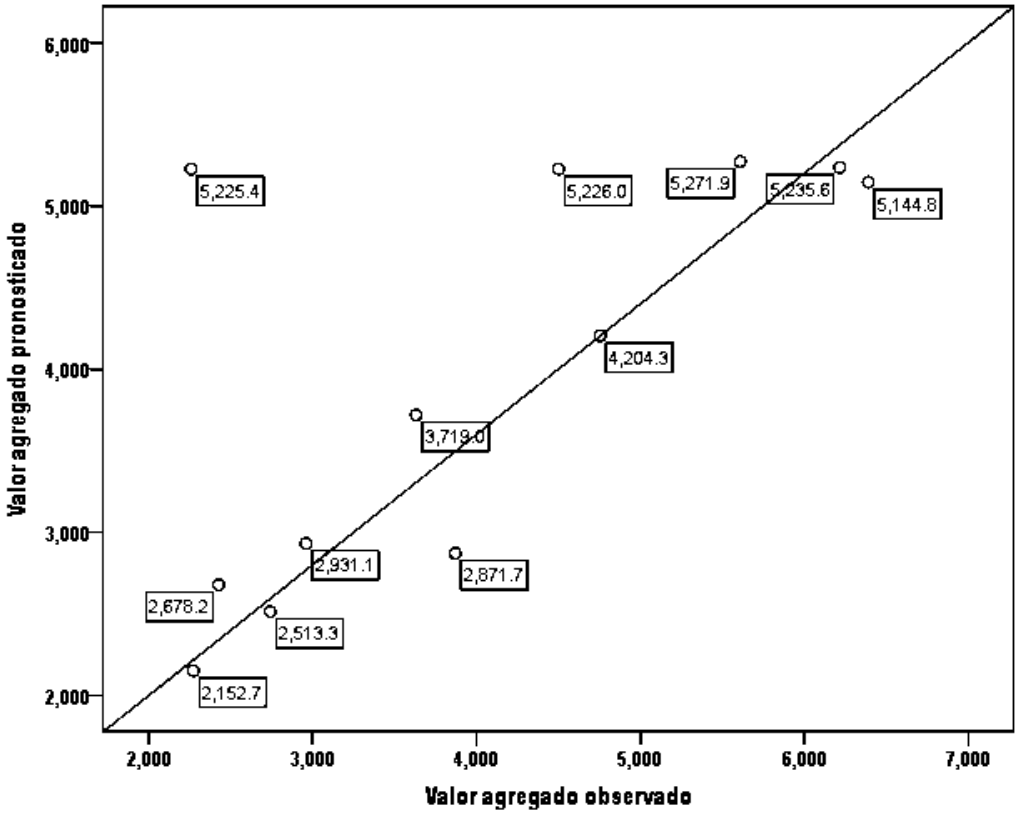
De acuerdo a la literatura revisada, como país en desarrollo, a pesar de contar con abundancia de materias primas y una ubicación geográfica clave en la región, Perú carece de la tecnología y la infraestructura suficiente, por lo tanto, aunque ha tenido avances importantes en el sector automotriz, prevalece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

5.1.12 Rusia

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 26

Valor agregado pronosticado por observado de Rusia, 2000-2011



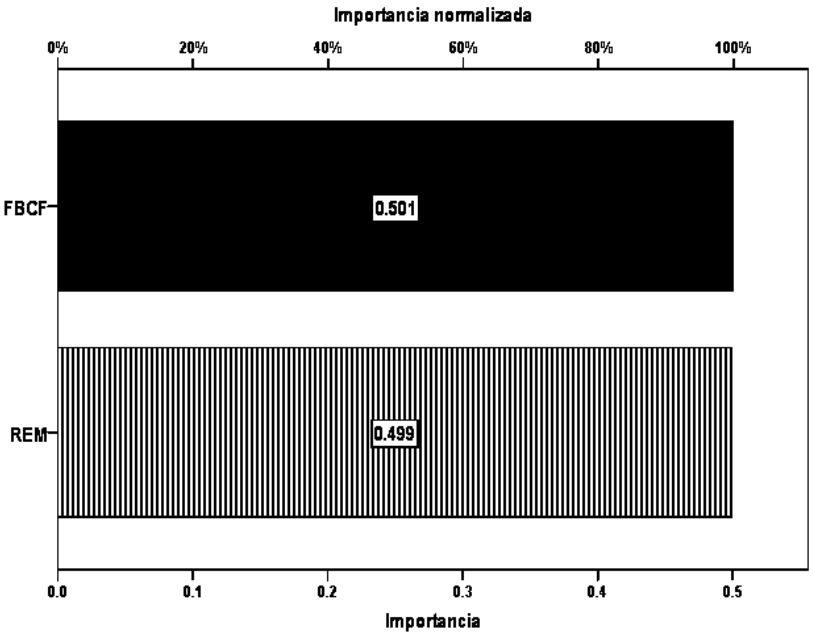
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 26, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Rusia durante el periodo 2000-2011 tuvo una tendencia positiva, aunque un tanto dispersa, en la que se aprecia el mismo número de casos de valor agregado observado que de pronosticado por la red, de acuerdo con los puntos que se observan tanto por debajo como por encima de la línea. Es preciso señalar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Rusia producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 27

Comportamiento de los factores productivos en Rusia, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Rusia una importancia de 0.501 en la formación bruta de capital fijo (FBCF) y en las remuneraciones (REM) el 0.499. Con los valores ya normalizados, la variable FBCF es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor trabajo representado por REM por una diferencia apenas perceptible entre ambas variables del 0.2%. La diferencia entre ambos factores de la producción es mínima, lo que indica que para la industria automotriz rusa en esa década ambos fueron imprescindibles para la generación de valor agregado en su producto terminado.

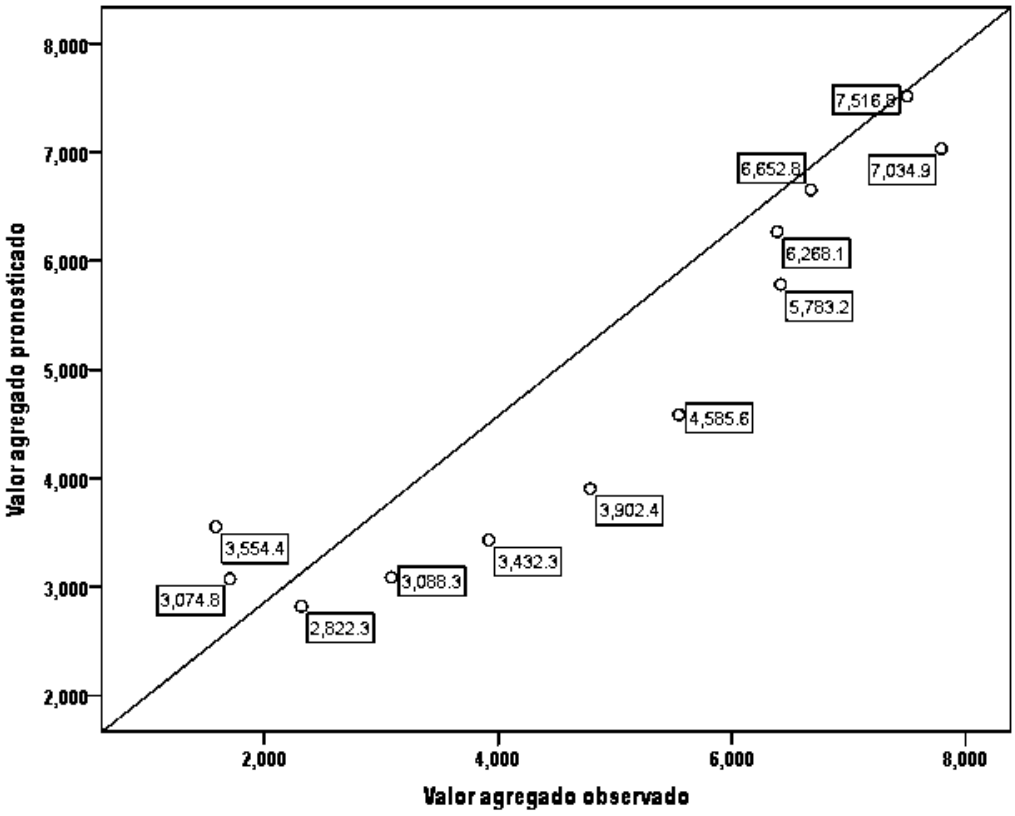
Según la literatura revisada, en aquella década, Rusia a toda costa intentaba incursionar en la industria automotriz, hay que recordar que lanzó sus propias marcas para después dejarlas de lado y enfocarse en ensamblar modelos de marcas ya posicionadas en el mercado, logrando al poco tiempo reincorporar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

5.1.13 Tailandia

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 28

Valor agregado pronosticado por observado de Tailandia, 2000-2011



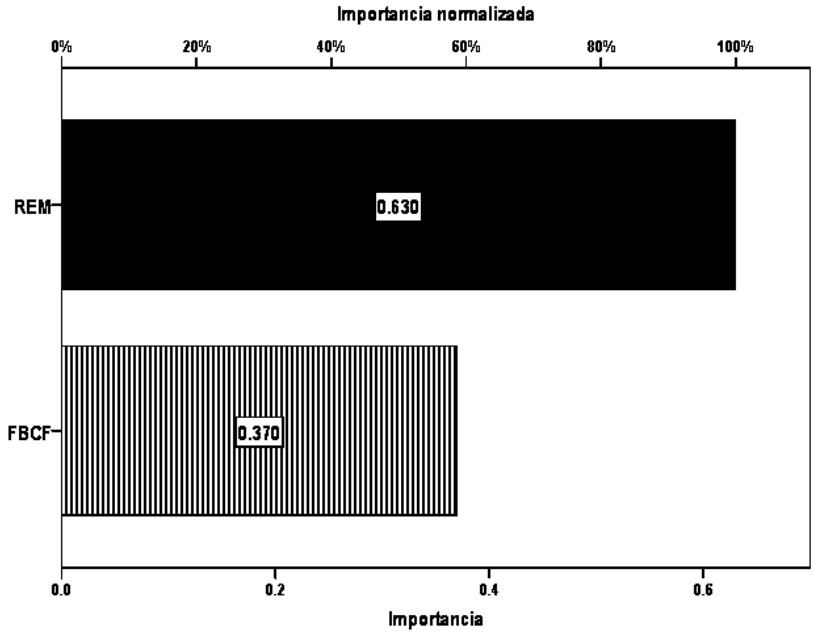
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 28, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Tailandia en el periodo 2000-2011 tuvo una tendencia lineal positiva y fuerte, en la que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo, al mostrar claramente el comportamiento de diez años por debajo de la línea. Es importante destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Tailandia producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 29

Comportamiento de los factores productivos en Tailandia, 2000-2011



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

De este modo, el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Tailandia una importancia de 0.630 a la formación bruta de capital fijo (FBCF) y a las remuneraciones (REM) el 0.370. Con los valores ya 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 por una diferencia entre ambas variables del 41%. Es una diferencia amplia la que existe entre ambos factores, lo que revela que la industria automotriz tailandesa orientó sus recursos al factor trabajo para generar mayor valor agregado en su producto terminado durante dicho periodo.

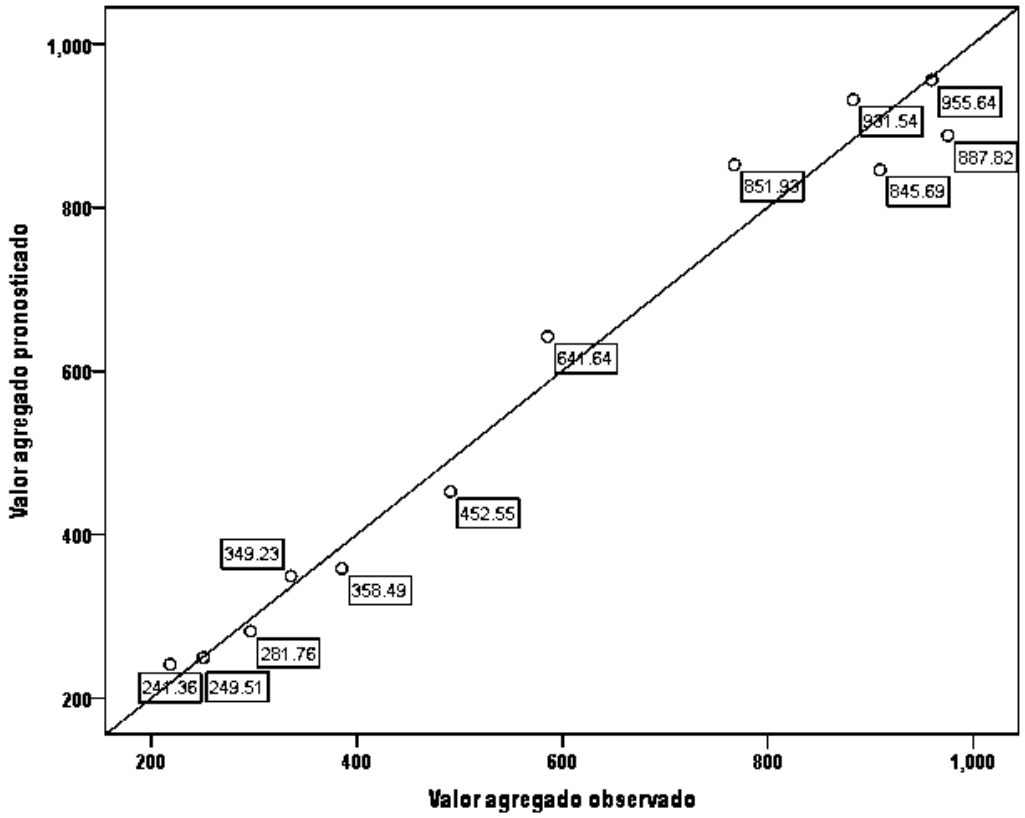
La literatura revisada indica que el comportamiento de Tailandia durante esta década obedece a su estrategia de acaparar a las principales marcas automotrices para sumarse a sus encadenamientos productivos en distintas fases, participando cada vez en eslabones más especializados. El factor trabajo es su principal aportación a la industria de la región, 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 zona.

5.1.14 Vietnam

A continuación, se presentan 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 independientes: remuneraciones (REM), que representa el valor trabajo y la formación bruta de capital fijo (FBCF) que representa al capital.

Gráfico 30

Valor agregado pronosticado por observado de Vietnam, 2000-2011



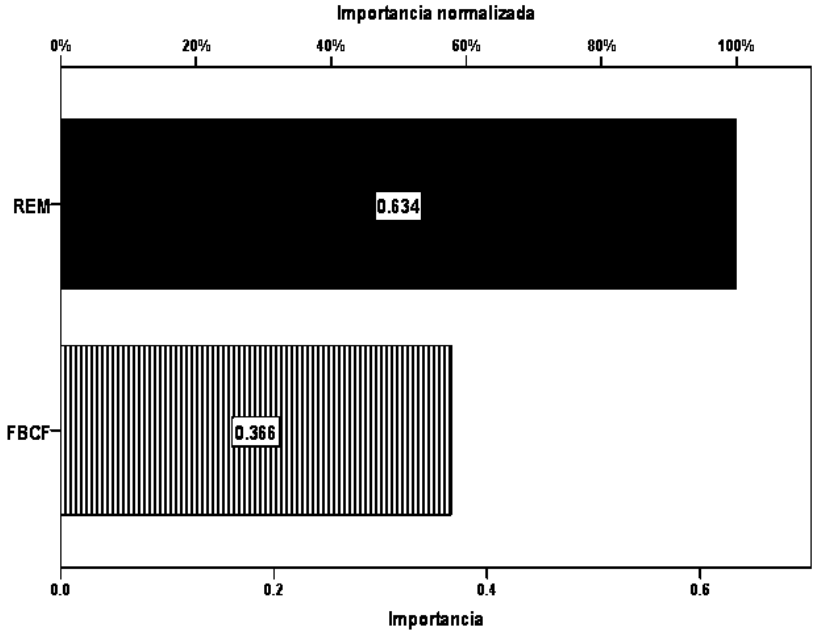
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 30, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en Vietnam durante el periodo 2000-2011 tuvo una tendencia lineal positiva y fuerte, aunque un tanto dispersa, en la que predominó el valor agregado observado sobre el pronosticado por el modelo, al mostrar claramente el comportamiento de siete años por debajo de la línea.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles de Vietnam producidos de 2000 a 2011.

Gráfico 31

Comportamiento de los factores productivos en Vietnam, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Vietnam una importancia de 0.366 a la formación bruta de capital fijo (FBCF) y a las remuneraciones (REM) el 0.634. Con los valores ya 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 por una diferencia entre ambas variables del 42%. Es una diferencia amplia la que existe entre ambos factores, lo que revela que la industria automotriz vietnamita orientó sus recursos al factor trabajo para generar mayor valor agregado en su producto terminado durante dicho periodo.

Según la literatura revisada, dada su escasa infraestructura para el desarrollo de la industria aunado a la falta de organización en el sector, ya que dicho sea de paso Vietnam está más orientado al mercado de las motocicletas que al de los autos. Por lo tanto, 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. Además, no ha prosperado el sector debido a sus políticas proteccionistas que no lo hacen atractivo para las inversiones.

5.1.15 Resultados consolidados de la selección de países en el APEC

Tabla 5: Resultados consolidados de los 14 países de la selección

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%
8	México	FBCF	0.496	98.40%
		REM	**0.504**	100.00%
9	Nueva Zelanda	FBCF	0.481	92.60%
		REM	**0.519**	100.00%
10	Perú	FBCF	0.382	61.80%
		REM	**0.618**	100.00%
11	Rusia	**FBCF**	**0.501**	100.00%
		REM	0.499	99.80%
12	Tailandia	FBCF	0.370	58.70%
		REM	**0.630**	100.00%
13	Estados Unidos	**FBCF**	**0.599**	100.00%
		REM	0.401	66.80%
14	Vietnam	FBCF	0.366	57.80%
		REM	**0.634**	100.00%

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

Los resultados arrojan información relevante para la industria automotriz en Asia-Pacífico, puesto que se puede observar cómo 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 a la clasificación de la ONU sean países en desarrollo.

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.

En este sentido, 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 para Australia y Estados Unidos fueron prácticamente los mismos, puesto que según el análisis de la RNA Perceptrón Multicapa, 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 terrible 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 principalmente para proveer su mercado interno y hacer u intercambio con sus vecinos cercanos como Nueva Zelanda con quien tienen una estrecha relación en este sector.

En este sentido, destaca que, aunque Canadá está estrechamente ligado con Estados Unidos en este sector, su comportamiento fue totalmente diferente, ya que en su caso el factor preponderante fue 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 el mismo bloque, también mostró un comportamiento distinto a sus vecinos del norte, ya que prácticamente tanto el factor 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 comenzó 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 el en 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.

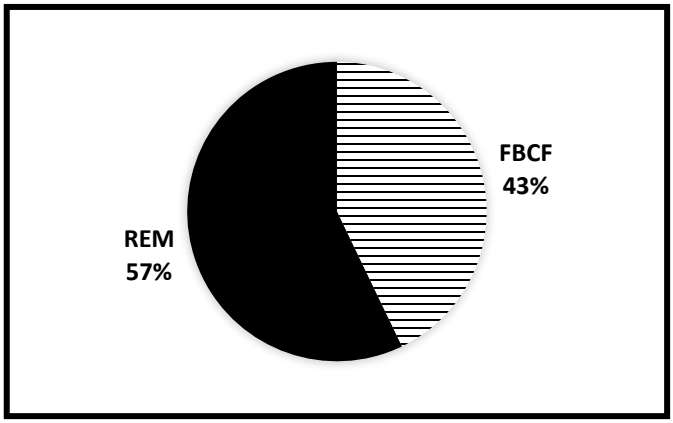
A pesar de que la paradoja de Leontief probó que los países desarrollados no necesariamente deben de seguir la regla de ser poco intensivos en trabajo, a través de los resultados arrojados por el análisis de la RNA Perceptrón Multicapa, al menos para el periodo 2000-2011, puede observarse una relación 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, en el periodo 2000-2011 se convirtió en el primer productor de automóviles del mundo y aun así prevalece 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 de 62%. Por lo tanto, a pesar del 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 ambos países mostraron una diferencia mínima entre ambos factores de la producción durante el periodo de estudio. Además, hay que considerar que a pesar de ubicarse en el mismo continente y ser culturalmente afines, ambos son países en desarrollo, tienen distintos objetivos y atienden distintos mercados.

Gráfico 32

La tendencia de los factores de la producción de la IA de los países APEC,2000-2011



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

Los países del APEC participantes en la producción de vehículos de la región que fueron mayormente 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). De acuerdo con la clasificación del nivel de desarrollo empleado para esta investigación, de 2000 a 20011, 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.

En síntesis, para esta primera fase de análisis, la investigación revela 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 de los países de la muestra, se rechaza la primera hipótesis de 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.

5.2 Resultados de la RNA según el nivel de desarrollo de los países seleccionados

A continuación, se presentan los análisis efectuados por la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa para cada uno de los 14 países seleccionados de APEC que fueron productores de automóviles en el periodo 2000-2011, esta vez de acuerdo a dos categorías: a) desarrollados y b) 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 aprecia con claridad, 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 de APEC.

En relación al diagrama de dispersión que muestra el comportamiento de la variable valor agregado, los puntos en el gráfico 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 un gráfico 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 los anexos de este documento.

La hipótesis a probar en este segundo análisis fue la siguiente: 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 de valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011

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

Países desarrollados: Australia, Canadá, Estados Unidos, Japón y Nueva Zelanda.

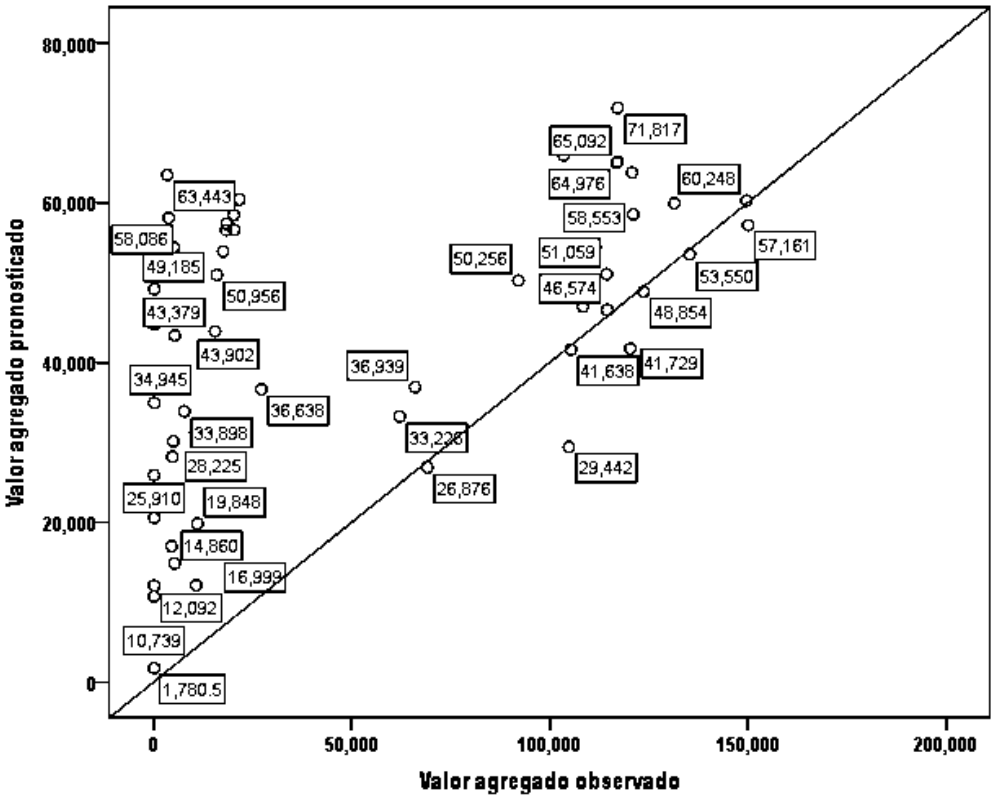
Países en desarrollo: Chile, China, Corea del Sur, Indonesia, México, Perú, Rusia, Tailandia y Vietnam.

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

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

Gráfico 33

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



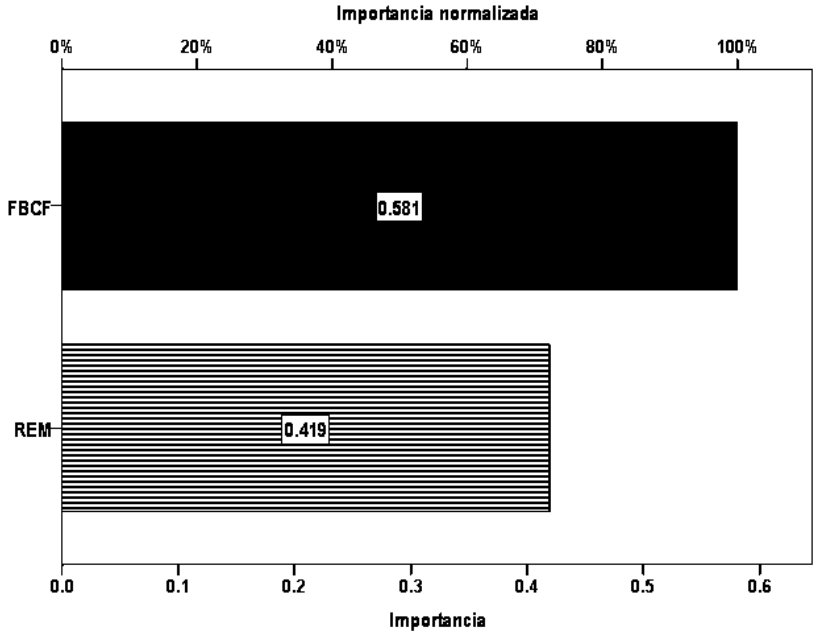
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 33, considerando 60 observaciones (una por cada año analizado de los cinco países desarrollados), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en los países desarrollados en el APEC seleccionados durante el periodo 2000-2011, tuvo una tendencia lineal positiva pero sumamente dispersa, en la que predominó el valor agregado pronosticado por la red que es aquel que se muestra por encima de la línea, sobre el valor agregado observado. Por lo tanto, este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles producidos de 2000 a 2011 en los países desarrollados del APEC.

Gráfico 34

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.

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para los cinco países desarrollados de la selección una importancia de 0.581 a la formación bruta de capital fijo (FBCF) y para las remuneraciones (REM) el 0.419. Con los valores ya normalizados, la variable FBCF es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor trabajo representado por REM por una diferencia entre ambas variables del 27.8%. Es una diferencia significativa la que existe entre ambos factores, lo que supone que, aunque los dos fueron importantes, los países desarrollados de APEC que participaban en la industria automotriz hicieron una mayor inversión en capital para ese periodo.

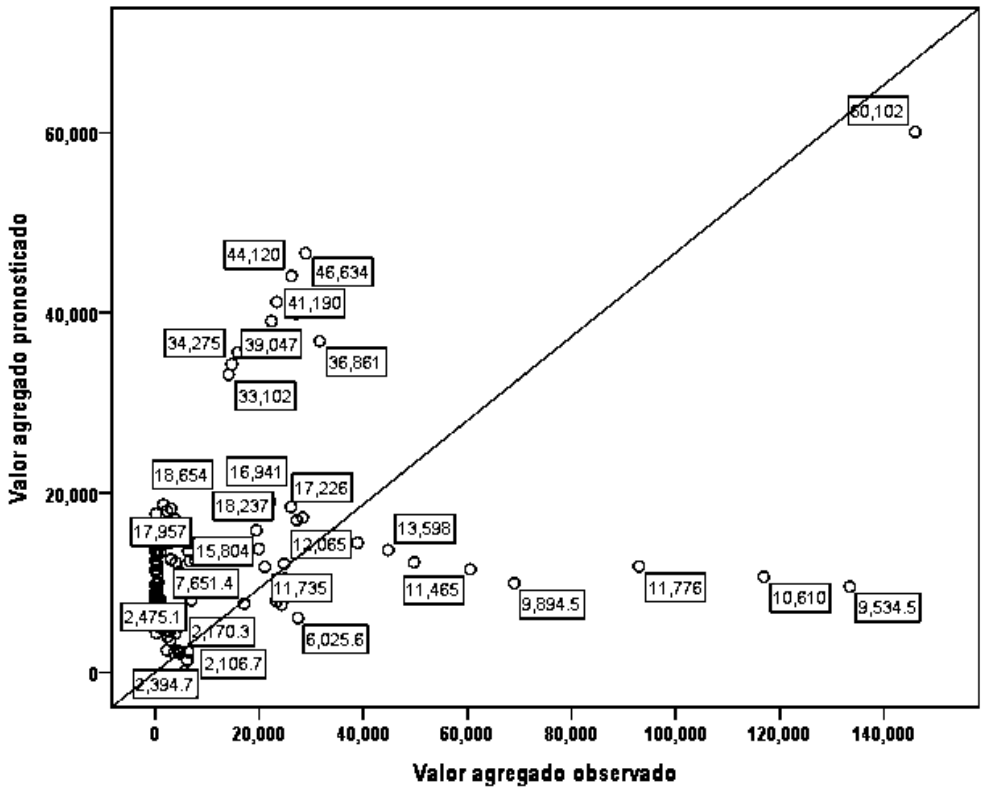
Cabe resaltar que, aunque el factor capital fue el preponderante para esta categoría durante la década estudiada, el factor trabajo también resulta significativo. Esto quiere decir que las tareas, las fases, las herramientas y todo lo que conlleva los procesos productivos que ejecutaron los países desarrollados en ese 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.

5.2.2 Países en desarrollado en el APEC productores de automóviles, 2000-2011

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

Gráfico 35

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



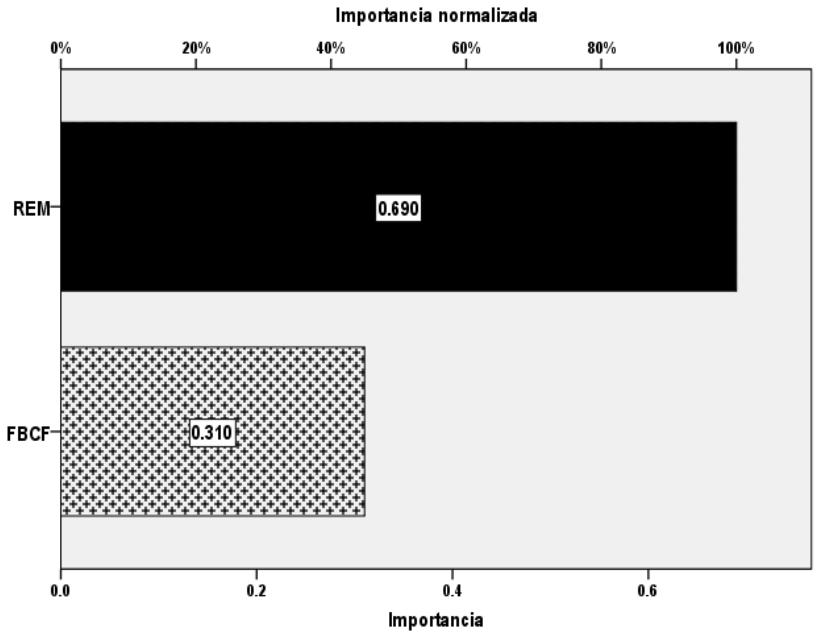
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 35, considerando 108 observaciones (una por cada año analizado de los nueve países en desarrollo), se aprecia como el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en los países desarrollados en el APEC seleccionados durante el periodo 2000-2011, tuvo una tendencia lineal que representa una correlación positiva pero débil, en la que predominó el valor agregado pronosticado por la red que es aquel que se muestra por encima de la línea, sobre el valor agregado observado. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), o factor capital, representado por las remuneraciones (REM), fue la que según la RNA Perceptrón Multicapa, generó mayor valor agregado en los automóviles producidos de 2000 a 2011 en los países en desarrollo del APEC.

Gráfico 36

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



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para los nueve países en desarrollo de la selección una importancia de 0.310 a la formación bruta de capital fijo (FBCF) y a las remuneraciones (REM) el 0.690. Con los valores ya 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 la FBCF con una diferencia entre ambas variables del 55%.

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.

5.2.3 Resultados consolidados según el nivel de desarrollo de los países de la selección

La siguiente tabla muestra los resultados consolidados del análisis efectuado por la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa practicado a ambas categorías de los países del APEC que integran la selección de esta investigación.

Tabla 6

Resultados consolidados de los 14 países del APEC según su nivel de desarrollo

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.

La tabla 6 muestra los resultados revelados por el análisis 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 ya normalizado da el 100%, contra el 0.419 de REM que normalizado queda en 72%. Es preciso señalar que a pesar de la preponderancia del factor capital en esta categoría, el factor trabajo también resultó significativo, ya que entre ambos sólo existe una diferencia del 28%. Esto puede interpretarse como que aún existen fases del proceso productivo que los países desarrollados prefieren realizar a pesar de implicarles mayor trabajo. Esto puede obedecer a múltiples factores y escenarios, por suponer algunos, 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.

Por su parte, los países en desarrollo de la selección: Chile, China, Corea del Sur, Indonesia, México, Perú, Rusia, Tailandia y Vietnam, mostraron una tendencia predominante al factor trabajo, representada por REM con un valor del 0.690 que ya normalizado da el 100%, frente al FBCF que representa el capital con un valor de 0.310 que normalizado queda en 45%. Con una diferencia entre ambos factores 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

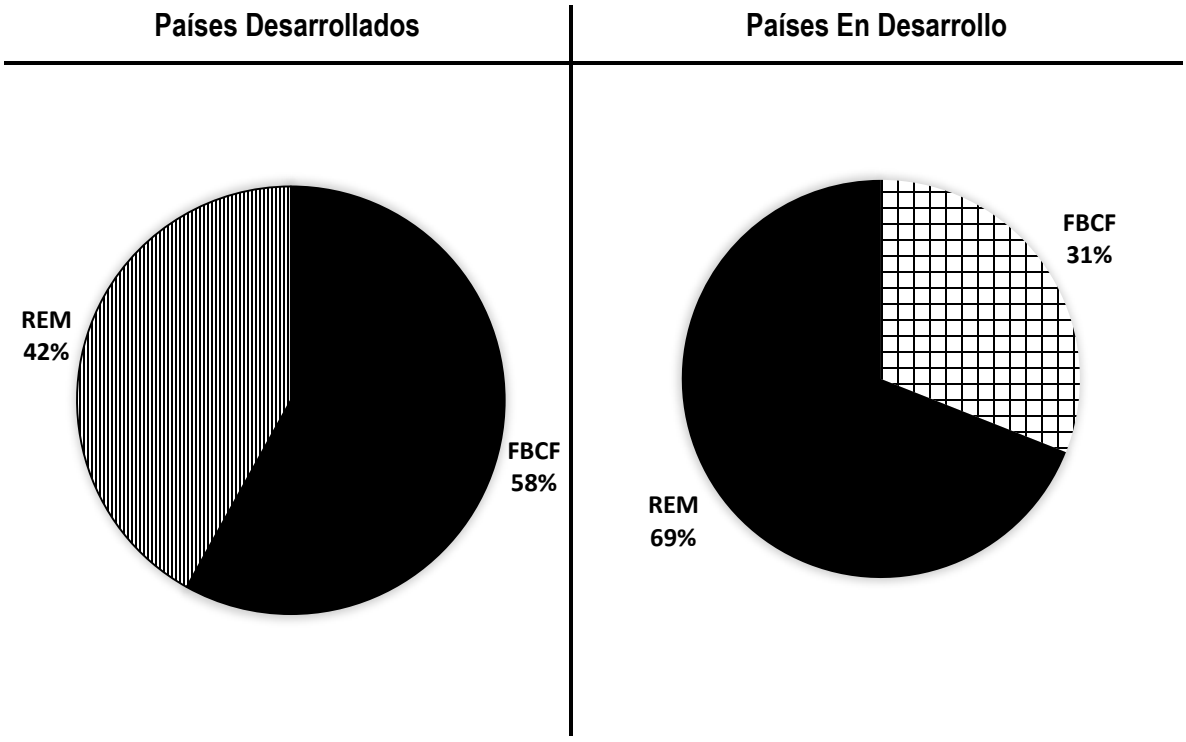
infraestructura necesaria para realizar tareas complejas. Por lo tanto, suelen quedarse como proveedores de materias primas y de mano de obra de calidad a un precio más bajo que el que pagarían los fabricantes en sus países de origen.

Otro elemento importante que 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, el influjo que ha tenido Estados Unidos sobre México.

En síntesis, de los resultados obtenidos del análisis de la red para el conjunto de los 14 países de la selección, destaca que para el periodo 2000-2011 la tendencia de los factores de la producción en los países productores de vehículos se comportó según lo muestra el siguiente gráfico:

Gráfico 37

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



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

De los resultados del análisis de la red, 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 el 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%.

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-Pacifico 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 fase de la investigación 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, 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. Por lo tanto, se aprueba la segunda hipótesis.

5.3 Resultados de la RNA para las marcas automotrices seleccionadas

A continuación, se presentan los análisis efectuados por la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa para cada una de los 10 marcas automotrices seleccionadas del APEC que produjeron automóviles en el periodo 2000-2011.Los resultados obtenidos por 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 contra el valor agregado pronosticado por la red, 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: 1) Activos totales de la marca en millones de dólares (TOTAL_ACT) y 2) Número total de empleados de la marca (NUM_EMPLE), respecto a la variable dependiente en la que se aprecia con claridad, 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 preciso señalar que los puntos en el gráfico 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 red creó un gráfico que muestra la importancia y la importancia normalizada de cada variable independiente: 1) total 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 los anexos de este documento.

La hipótesis a probar en este tercer nivel de estudio fue la siguiente: Las marcas automotrices más representativas intensivas en capital, generaron mayor valor agregado en el producto terminado, que las marcas automotrices intensivas en trabajo en la industria automotriz de APEC durante el periodo 2000-2011.

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

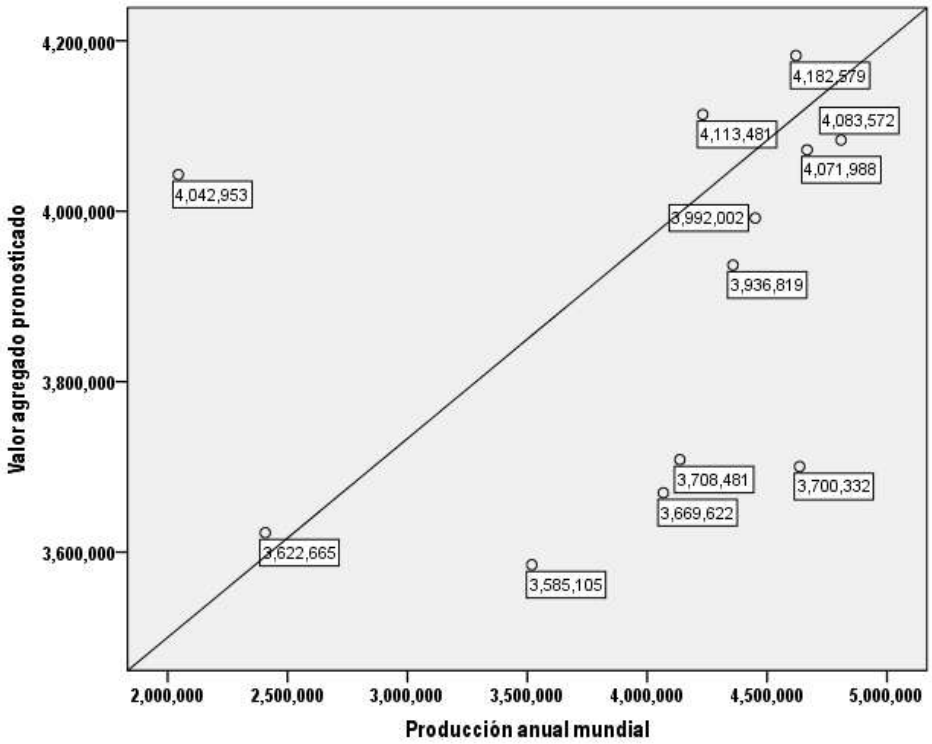
1. Daimler
2. Dongfeng
3. Ford
4. General Motors
5. Hyundai
6. KIA
7. Mazda
8. Nissan
9. Suzuki
10. Toyota

5.3.1 Resultados de Daimler

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la RNA Perceptrón Multicapa para la variable dependiente: Producción anual mundial de la marca automotriz Daimler 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 de la misma, para conocer cuál incidió más en la generación de valor agregado de su producto terminado.

Gráfico 38

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



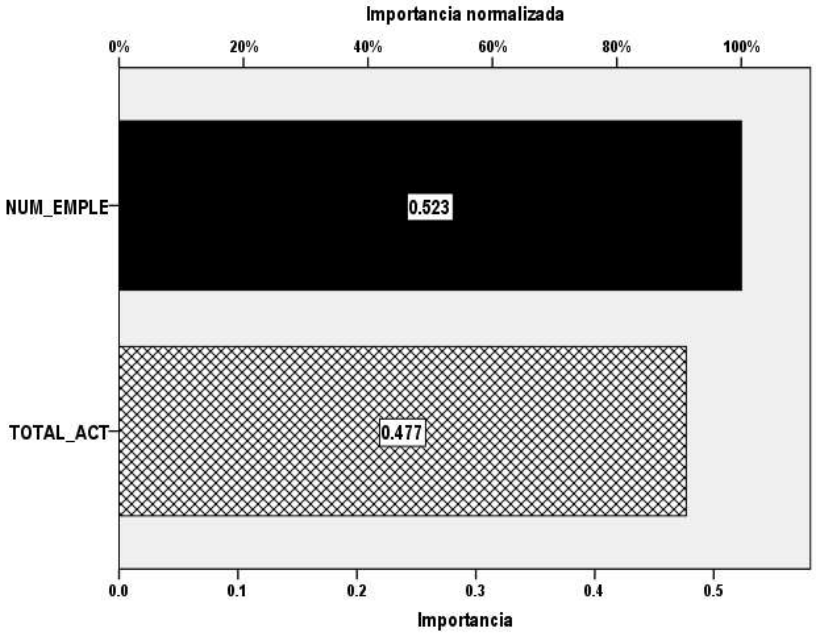
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 38, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), que generan una coordenada a partir de dos valores: la producción anual mundial y el valor agregado pronosticado, con las que se aprecia que la producción anual mundial de Daimler durante el periodo 2000-2011 tuvo una tendencia lineal positiva, aunque un tanto débil, dada la dispersión de los puntos. Por lo tanto, predominó la producción anual mundial sobre el valor agregado pronosticado por la red. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por el número de empleados (NUM_EMPLE) o 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* de 2000 a 2011.

Gráfico 39

Comportamiento de los factores productivos de Daimler, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Daimler una importancia de 0.523 al número de empleados (NUM_EMPLE) y de 0.477 para el total de activos (TOTAL_ACT). Con los valores ya 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 entre ambas variables del 9%.

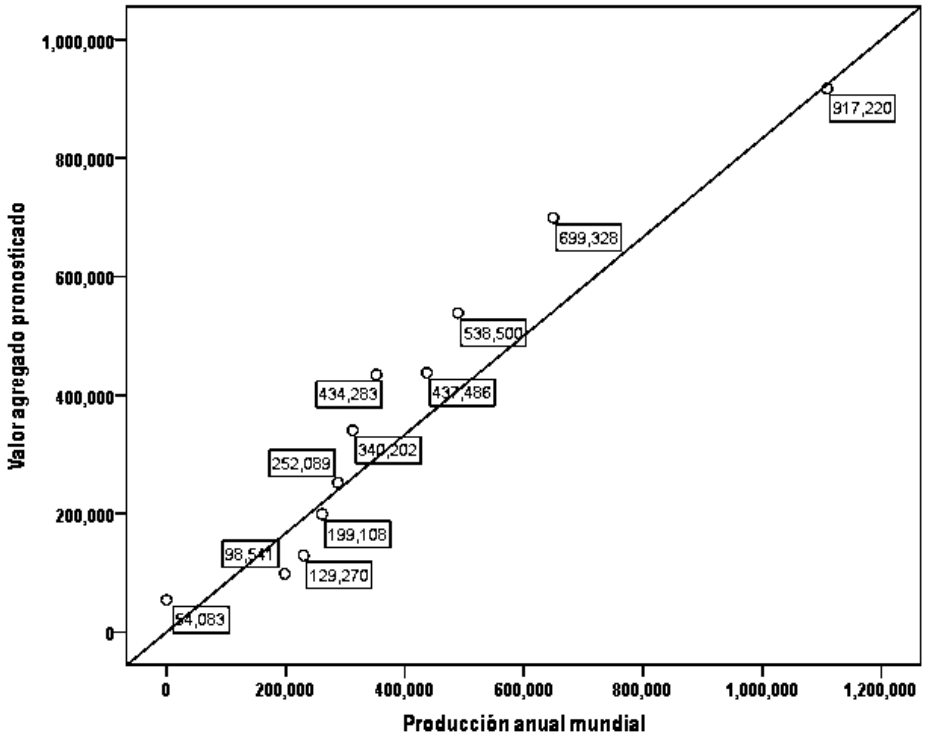
Es preciso destacar que la diferencia mínima entre ambos factores productivos es un indicativo de que ambos son de suma importancia para Daimler, ya que prácticamente tienen la misma relevancia. Según la literatura revisada, este comportamiento fue consecuencia de las estrategias que se implementaron para la producción en aquella época en la que Estados Unidos y Japón peleaban por el liderazgo de la producción mundial.

5.3.2 Resultados de Dongfeng

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la RNA Perceptrón Multicapa para la variable dependiente: Producción anual mundial de la marca automotriz Dongfeng 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 de la misma, para conocer cuál incidió más en la generación de valor agregado de su producto terminado.

Gráfico 40

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



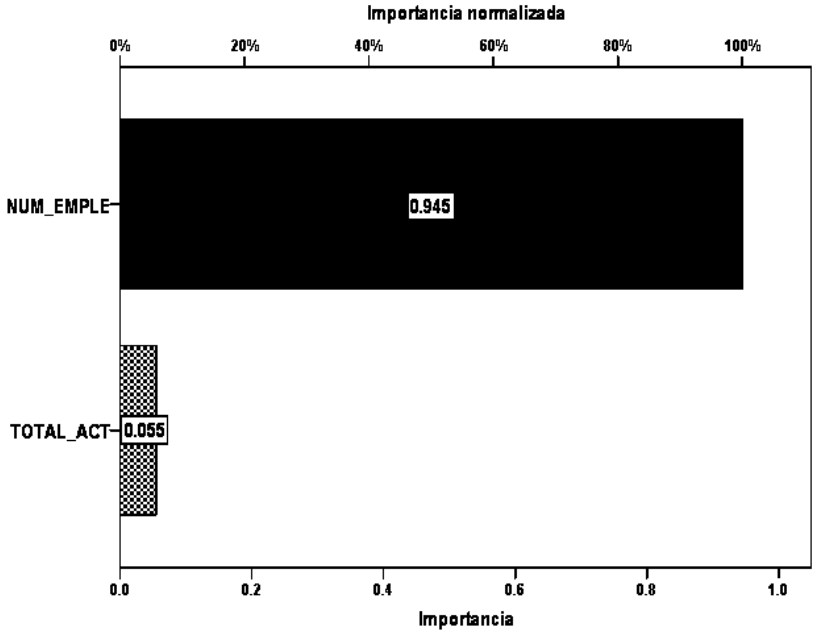
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 40, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), que generan una coordenada a partir de dos valores: la producción anual mundial y el valor agregado pronosticado, con las que se aprecia que la producción anual mundial de Dongfeng durante el periodo 2000-2011 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. Predominó el valor agregado pronosticado por la red, sobre la producción anual mundial de la marca, al mostrar claramente el comportamiento de la mayoría de los años por encima o sobre la línea. Es preciso señalar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por el número de empleados (NUM_EMPLE) o 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 *Dongfeng* de 2000 a 2011.

Gráfico 41

Comportamiento de los factores productivos de Dongfeng, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Dongfeng una importancia de 0.945 al número de empleados (NUM_EMPLE) y 0.055 al total de activos (TOTAL_ACT). Con los valores ya 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 entre ambas variables del 94%.

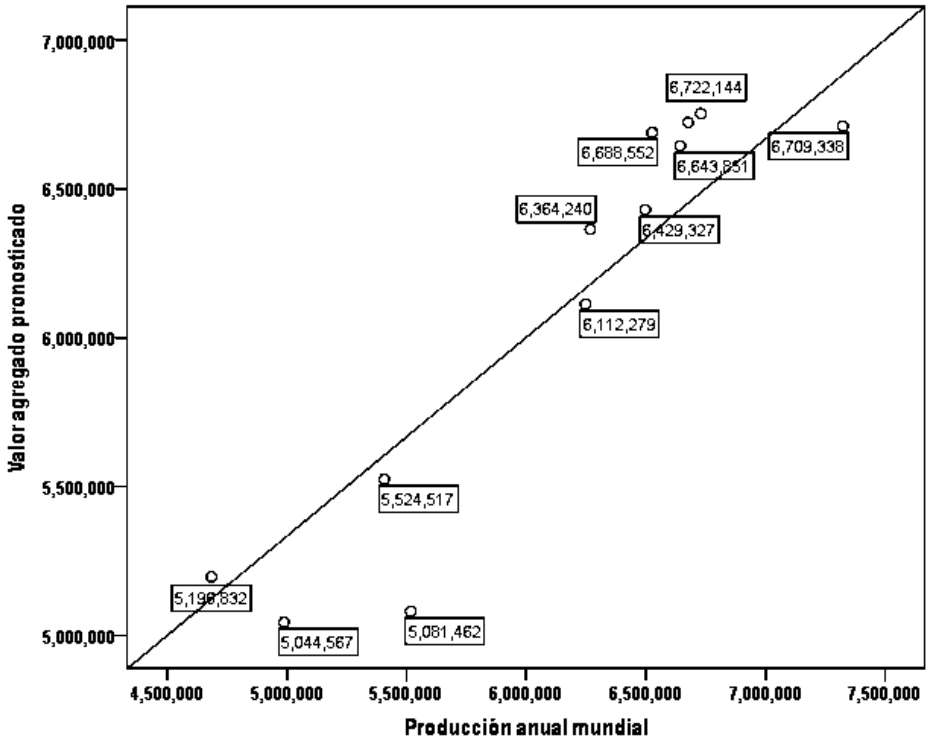
Este caso es el reflejo de los inicios de China en la industria automotriz, cuando ofrecía mano de obra a bajo costo que se ajustaba a los estándares de calidad que solicitaban otras marcas líderes. Pero todo cambio gracias a las políticas implementadas por su gobierno en las que obligaban a las marcas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

5.3.3 Resultados de Ford

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la RNA Perceptrón Multicapa para la variable dependiente: Producción anual mundial de la marca automotriz Ford 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 de la misma, para conocer cuál incidió más en la generación de valor agregado de su producto terminado.

Gráfico 42

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



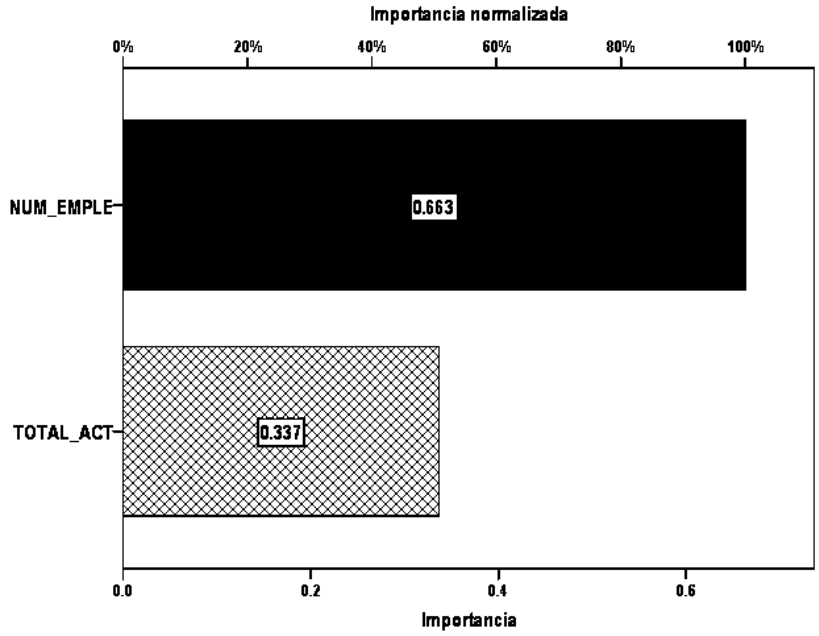
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 42, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), que generan una coordenada a partir de dos valores: la producción anual mundial y el valor agregado pronosticado, con las que se aprecia que la producción anual mundial de Ford durante el periodo 2000-2011, 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 red, sobre la producción anual mundial de la marca. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por el número de empleados (NUM_EMPLE) o 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 *Ford* de 2000 a 2011.

Gráfico 43

Comportamiento de los factores productivos de Ford, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Daimler una importancia de 0.663 al número de empleados (NUM_EMPLE) y 0.337 al total de activos (TOTAL_ACT). Con los valores ya 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 entre ambas variables del 49%.

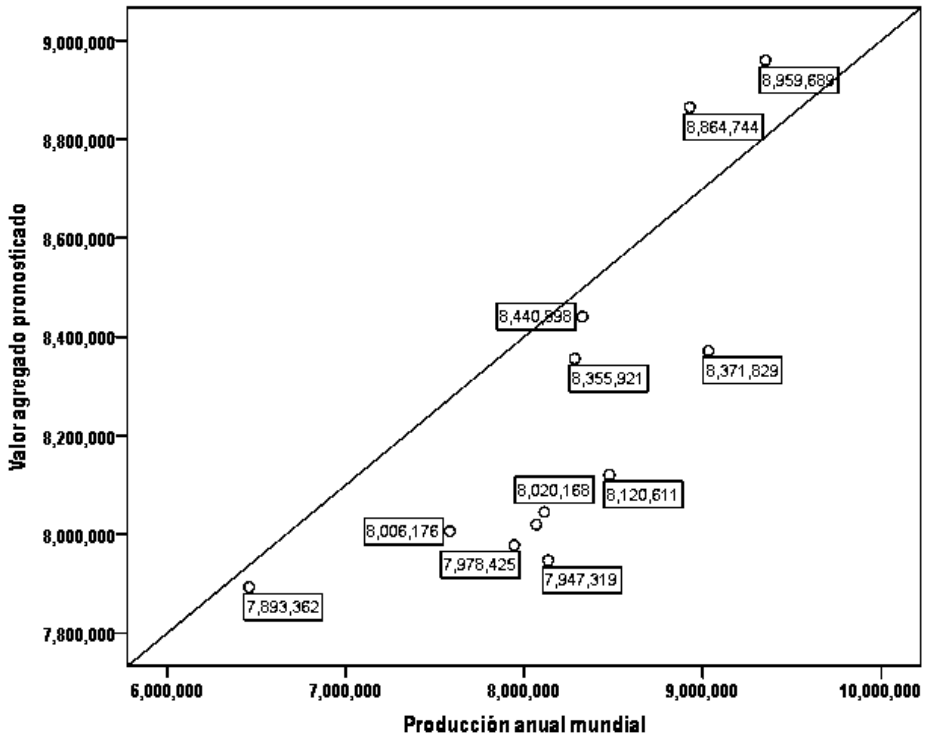
El caso de Ford en esa década atrapó la atención de los estudiosos porque logro salvarse de los efectos de la crisis 2008 gracias a que previamente había vendido dos de sus principales marcas y había hipotecado gran parte de sus propiedades para poder auto financiarse. Estos resultados muestran como 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.

5.3.4 Resultados de General Motors

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la RNA Perceptrón Multicapa para la variable dependiente: Producción anual mundial de la marca automotriz General Motors 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 de la misma, para conocer cuál incidió más en la generación de valor agregado de su producto terminado.

Gráfico 44

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



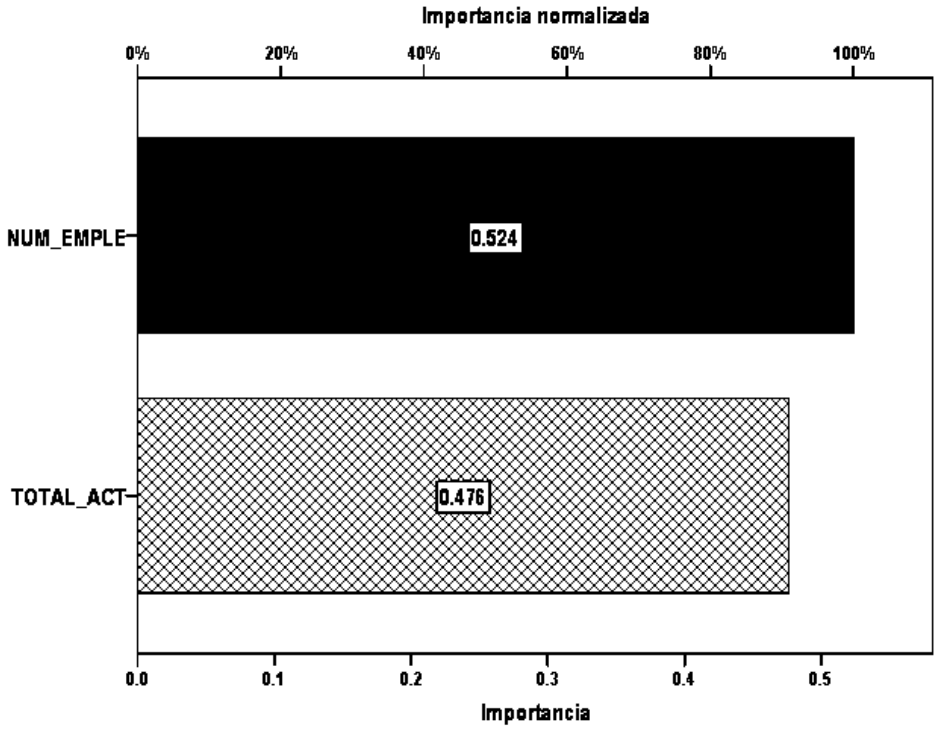
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 44, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), que generan una coordenada a partir de dos valores: la producción anual mundial y el valor agregado pronosticado, con las que se aprecia que la producción anual mundial de *General Motors* durante el periodo 2000-2011, tuvo una tendencia positiva, aunque débil dada la dispersión de los puntos, por lo que se presume que existen otras causas de dependencia. En este caso, predomina la producción anual mundial de la marca, sobre el valor agregado pronosticado por la red. Es preciso señalar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por el número de empleados (NUM_EMPLE) o 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 *General Motors* de 2000 a 2011.

Gráfico 45

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



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para General Motors una importancia de 0.524 al número de empleados (NUM_EMPLE) y 0.476 al total de activos (TOTAL_ACT). Con los valores ya 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 entre ambas variables del 9%.

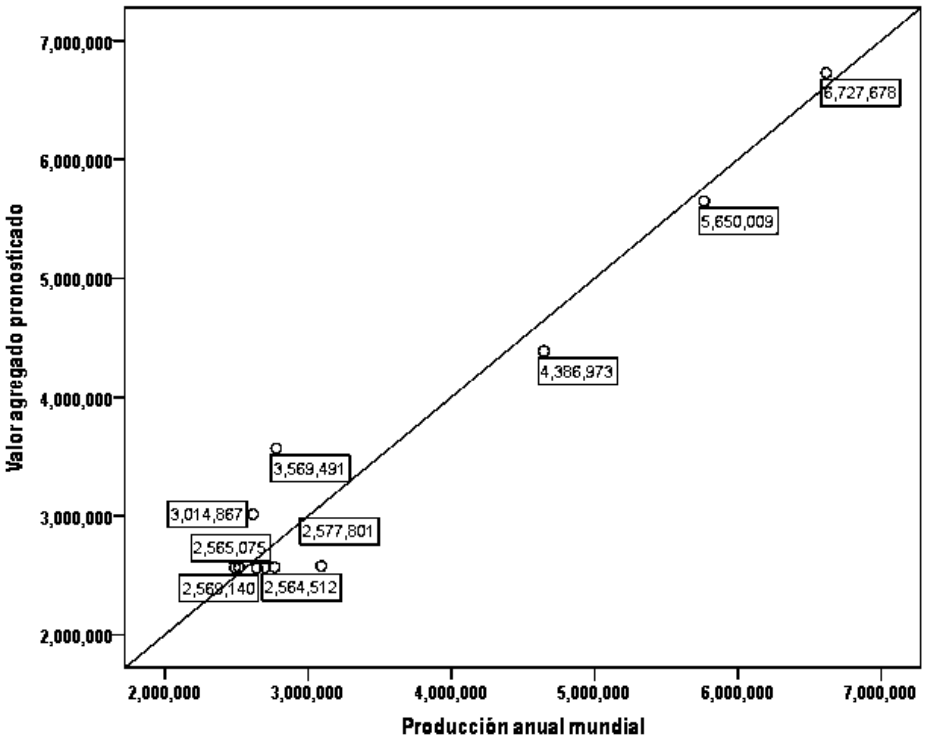
Para GM, ambos factores productivos son relevantes al momento de generar valor agregado, sin embargo, para el periodo estudiado, el factor trabajo fue más preponderante. Esta tendencia sin duda se incrementó como consecuencia de la crisis de 2008 en la que la empresa estuvo a punto de desaparecer de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

5.3.5 Resultados de Hyundai

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la RNA Perceptrón Multicapa para la variable dependiente: Producción anual mundial de la marca automotriz Hyundai 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 de la misma, para conocer cuál incidió más en la generación de valor agregado de su producto terminado.

Gráfico 46

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



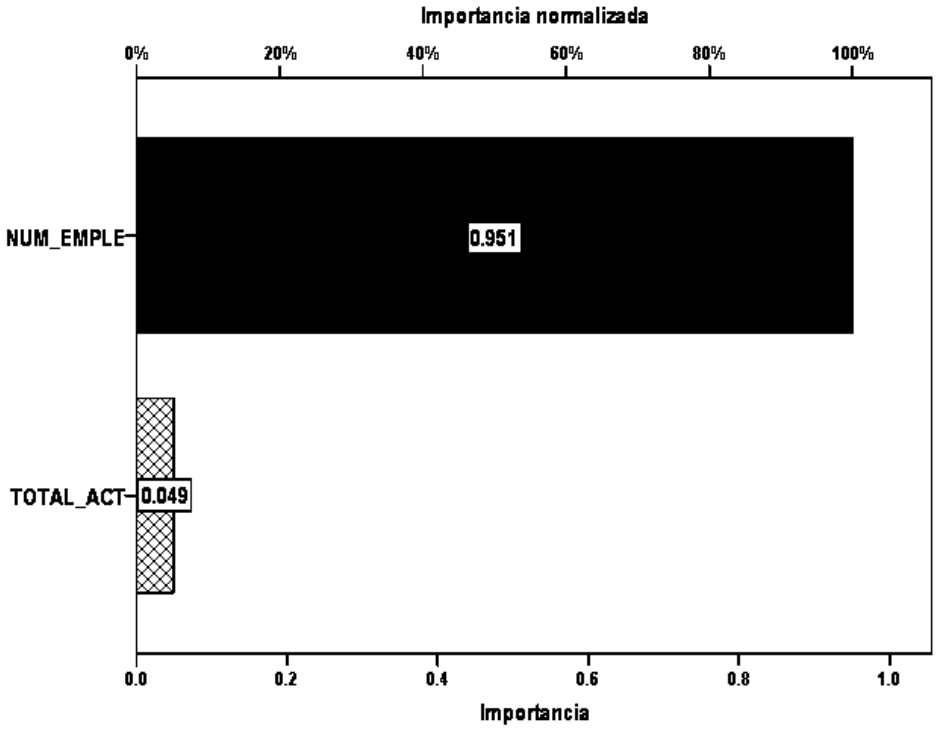
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 46, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), que generan una coordenada a partir de dos valores: la producción anual mundial y el valor agregado pronosticado, con las que se aprecia que la producción anual mundial de *Hyundai* durante el periodo 2000-2011, tuvo una tendencia lineal positiva y una correlación fuerte, porque conforme aumenta la producción también lo hace el valor agregado, predominando el valor agregado pronosticado por la red, sobre la producción anual mundial de la marca. Cabe señalar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por el número de empleados (NUM_EMPLE) o 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 *Hyundai* de 2000 a 2011.

Gráfico 47

Comportamiento de los factores productivos de Hyundai, 2000-2011



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

De este modo, el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Hyundai una importancia de 0.951 al número de empleados (NUM_EMPLE) y 0.049 al total de activos (TOTAL_ACT). Con los valores ya 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 entre ambas variables del 95%.

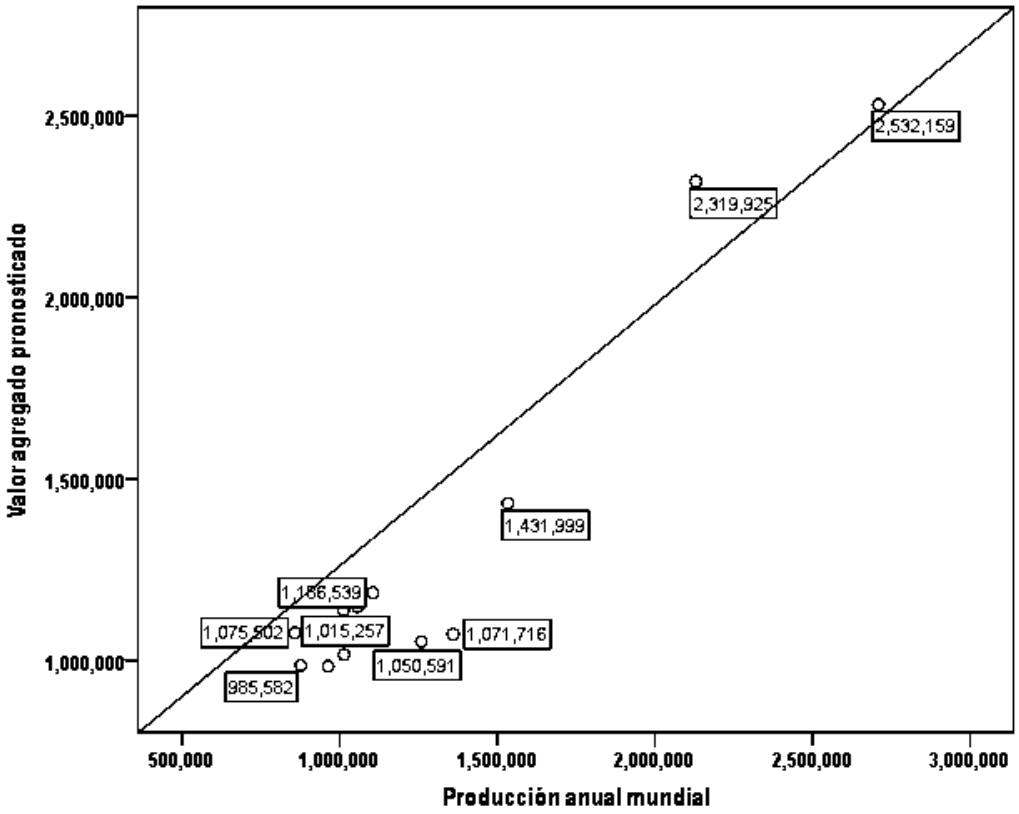
Los resultados son reveladores porque se trata de una empresa originaria de un país que desde hace años ha invertido en infraestructura y tecnología para posicionarse en el mercado automotriz. Sin embargo, para dicho periodo aún predominó el factor trabajo cuyos bajos costos le permitieron ofrecer un producto de calidad a precio competitivo.

5.3.6 Resultados de KIA

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la RNA Perceptrón Multicapa para la variable dependiente: Producción anual mundial de la marca automotriz KIA 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 de la misma, para conocer cuál incidió más en la generación de valor agregado de su producto terminado.

Gráfico 48

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



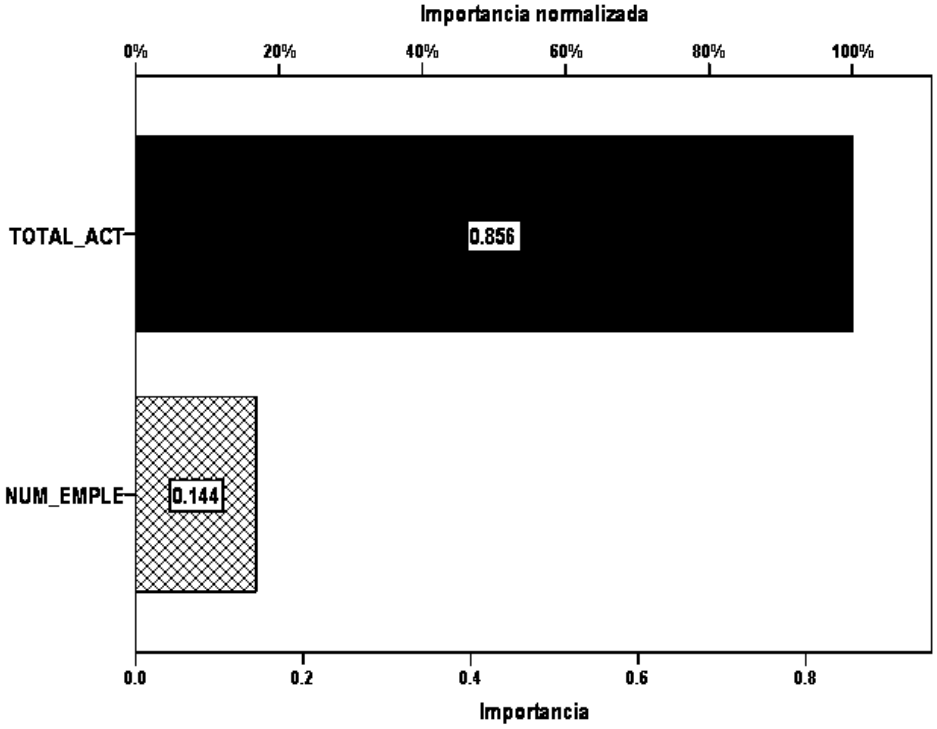
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 48, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), que generan una coordenada a partir de dos valores: la producción anual mundial y el valor agregado pronosticado, con las que se aprecia que la producción anual mundial de KIA durante el periodo 2000-2011, 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 la producción anual mundial de la marca, sobre el valor agregado pronosticado. Es preciso señalar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por el número de empleados (NUM_EMPLE) o 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 *KIA* de 2000 a 2011.

Gráfico 49

Comportamiento de los factores productivos de KIA, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para KIA una importancia de 0.144 al número de empleados (NUM_EMPLE) y 0.856 al total de activos (TOTAL_ACT). Con los valores ya normalizados, la variable TOTAL_ACT es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor trabajo representado por NUM_EMPLE por una diferencia entre ambas variables del 83%.

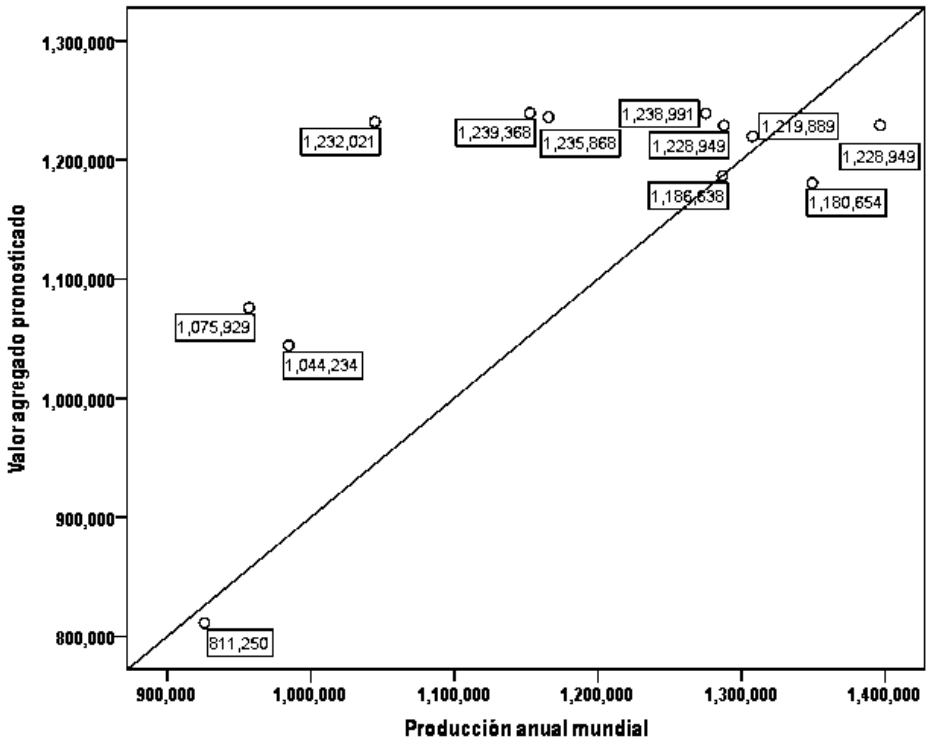
El caso de KIA es significativo dado su origen coreano, pues a comparación de Hyundai, para su producción, KIA invierte más en el factor capital que en el factor trabajo. Esto significa que, aunque las políticas públicas y comerciales tienen impacto sobre las estrategias de las firmas, cada una tiene su propia cultura organizacional, objetivos y metas y por ende 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.

5.3.7 Resultados de Mazda

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la RNA Perceptrón Multicapa para la variable dependiente: Producción anual mundial de la marca automotriz Mazda 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 de la misma, para conocer cuál incidió más en la generación de valor agregado de su producto terminado.

Gráfico 50

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



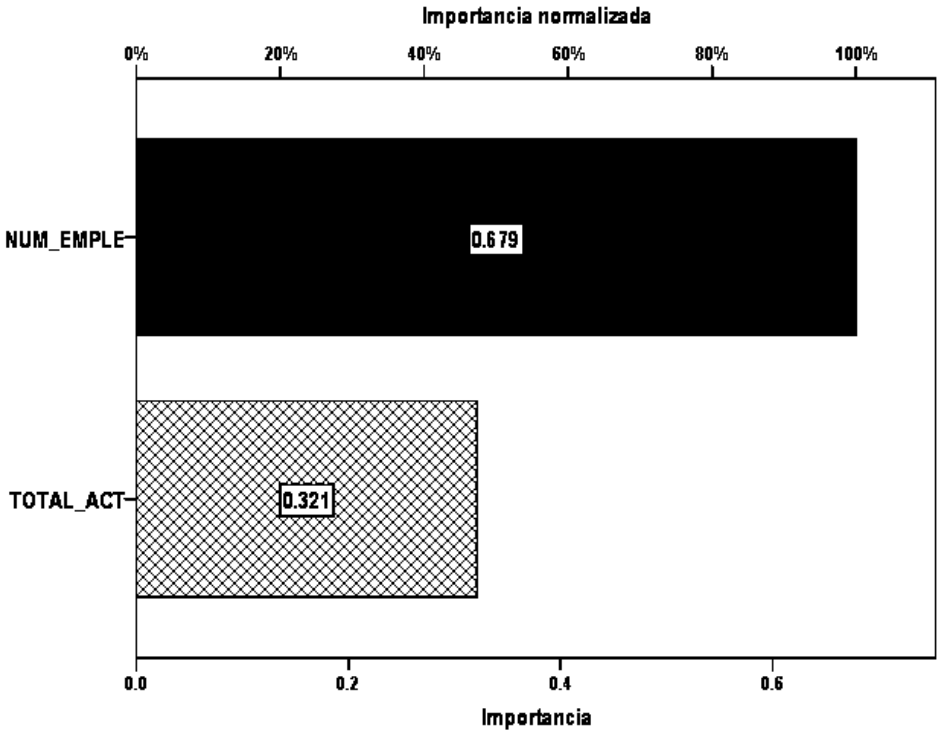
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 50, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), que generan una coordenada a partir de dos valores: la producción anual mundial y el valor agregado pronosticado, con las que se aprecia que la producción anual mundial de Mazda durante el periodo 2000-2011, 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 red sobre la producción anual mundial de la marca. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por el número de empleados (NUM_EMPLE) o 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 *Mazda* de 2000 a 2011.

Gráfico 51

Comportamiento de los factores productivos de Mazda, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Daimler una importancia de 0.679 al número de empleados (NUM_EMPLE) y 0.321 al total de activos (TOTAL_ACT). Con los valores ya 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 entre ambas variables del 53 %. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis.

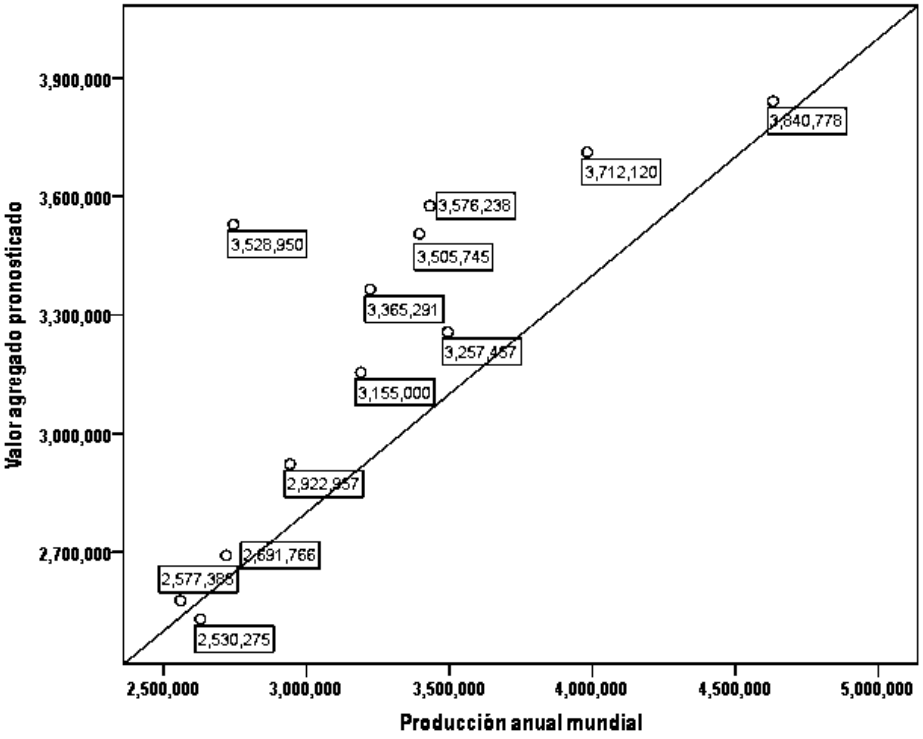
En la década analizada apostó por el factor trabajo para generar valor agregado a sus vehículos, situación aparentemente contradictoria para una marca automotriz originaria de Japón, uno de los países más destacados en innovación y desarrollo tecnológico en el sector. Este resultado no significa que 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.

5.3.8 Resultados de Nissan

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la RNA Perceptrón Multicapa para la variable dependiente: Producción anual mundial de la marca automotriz Nissan 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 de la misma, para conocer cuál incidió más en la generación de valor agregado de su producto terminado.

Gráfico 52

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



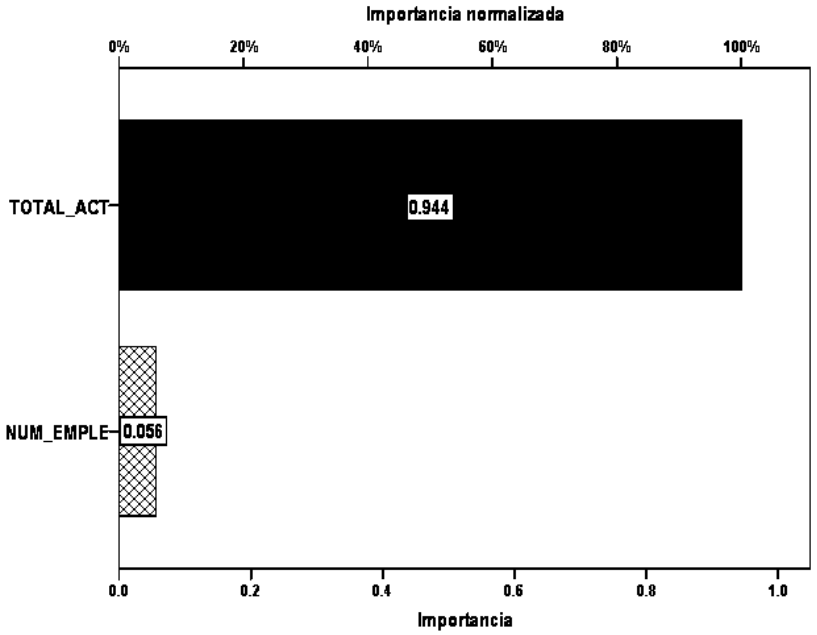
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 52, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), que generan una coordenada a partir de dos valores: la producción anual mundial y el valor agregado pronosticado, con las que se aprecia que la producción anual mundial de *Nissan* durante el periodo 2000-2011, tuvo una tendencia lineal positiva con cierta fuerza, a pesar de la ligera dispersión de los puntos. En este caso, predominó el valor agregado pronosticado, sobre la producción anula mundial al mostrar a la mayoría de los años por encima de la línea. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por el número de empleados (NUM_EMPLE) o 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 *Nissan* de 2000 a 2011.

Gráfico 53

Comportamiento de los factores productivos de Nissan, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Nissan una importancia de 0.056 al número de empleados (NUM_EMPLE) y 0.944 al total de activos (TOTAL_ACT). Con los valores ya normalizados, la variable TOTAL_ACT es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor trabajo representado por NUM_EMPLE por una diferencia entre ambas variables del 94%. Por lo tanto, se aprueba la hipótesis.

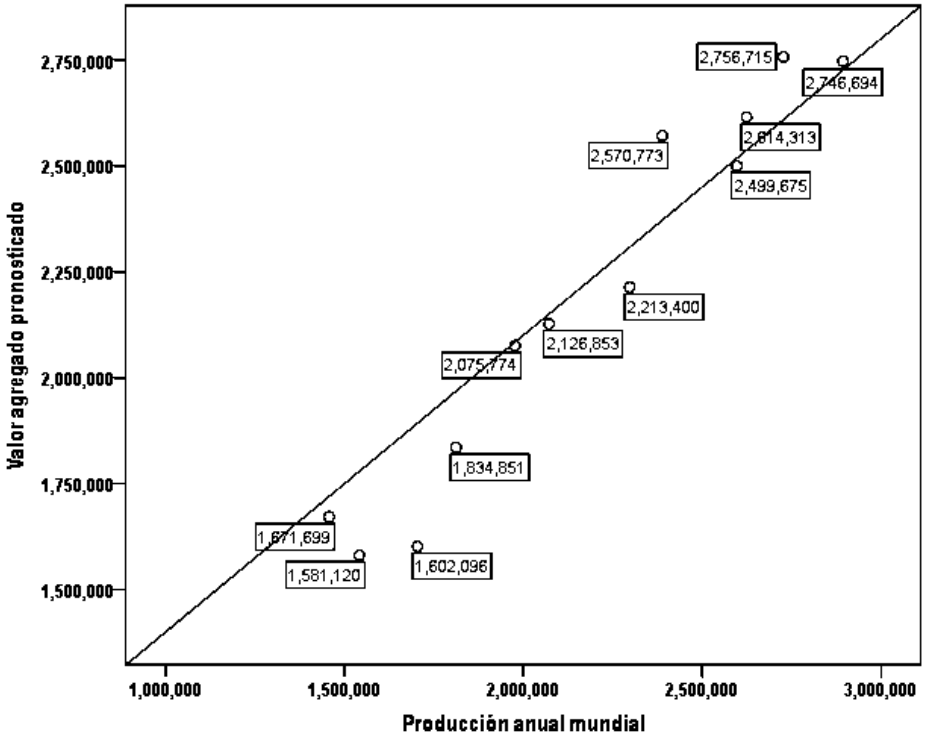
Nuevamente se suscita el caso de que marcas originarias de un mismo país presentan estrategias de producción distintas. Esta vez Nissan a diferencia de Mazda, destinó la mayor parte de sus recursos al factor capital porque es el que le ayudó a generar mayor valor agregado. Estos resultados pueden deberse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

5.3.9 Resultados de Suzuki

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la RNA Perceptrón Multicapa para la variable dependiente: Producción anual mundial de la marca automotriz Suzuki 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 de la misma, para conocer cuál incidió más en la generación de valor agregado de su producto terminado.

Gráfico 54

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



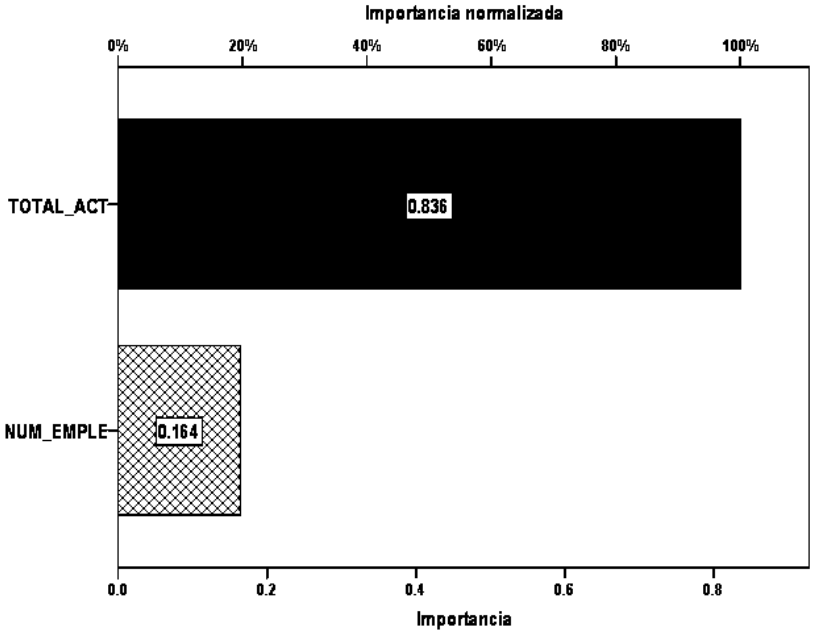
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa

En el gráfico 54, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), que generan una coordenada a partir de dos valores: la producción anual mundial y el valor agregado pronosticado, con las que se aprecia que la producción anual mundial de *Suzuki* durante el periodo 2000-2011, tuvo una tendencia lineal positiva y fuerte, a pesar de la ligera dispersión de los puntos que aun así tienden a la línea. En este caso, predominó la producción anual mundial de la marca, sobre el valor agregado pronosticado por la red. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por el número de empleados (NUM_EMPLE) o 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 *Suzuki* de 2000 a 2011.

Gráfico 55

Comportamiento de los factores productivos de Suzuki, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Suzuki una importancia de 0.164 al número de empleados (NUM_EMPLE) y 0.836 al total de activos (TOTAL_ACT). Con los valores ya normalizados, la variable TOTAL_ACT es la que tiene mayor peso y por lo tanto representa el 100%, siendo mayor al valor que le asignó la RNA al factor trabajo representado por NUM_EMPLE por una diferencia entre ambas variables del 80%.

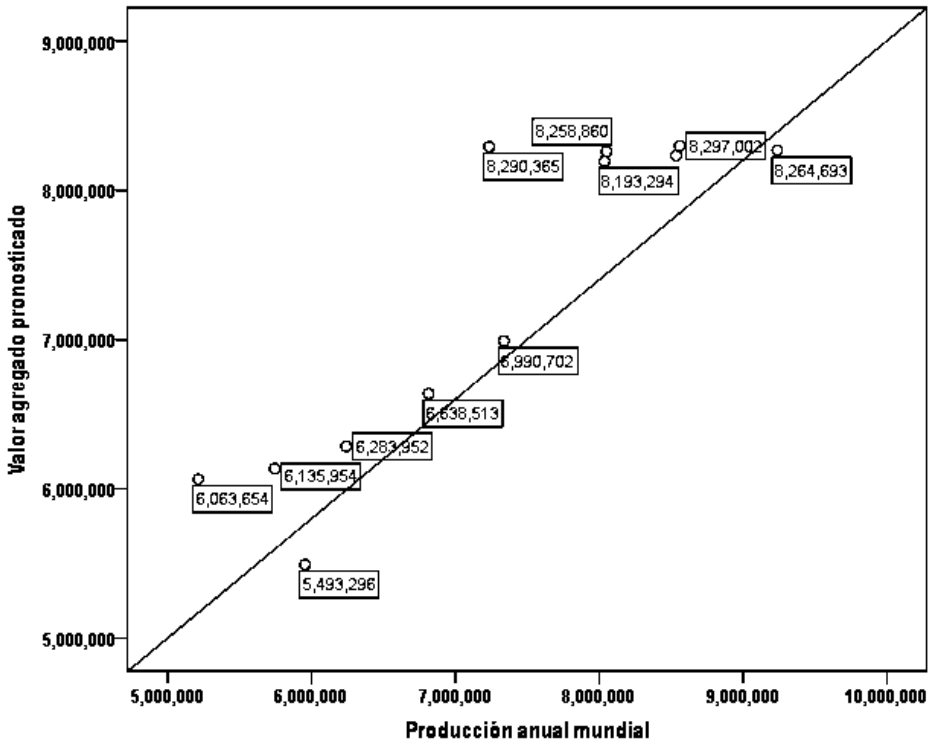
Suzuki en esa década al igual que otras firmas japonesas automotrices orientó sus esfuerzos al factor capital, muy posiblemente al área de investigación y desarrollo y a la transferencia de conocimientos a otros países vecinos en los que subcontrata mano de obra con tal de minimizar los costos de producción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

5.3.10 Resultados de Toyota

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la RNA Perceptrón Multicapa para la variable dependiente: Producción anual mundial de la marca automotriz Toyota 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 de la misma, para conocer cuál incidió más en la generación de valor agregado de su producto terminado.

Gráfico 56

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



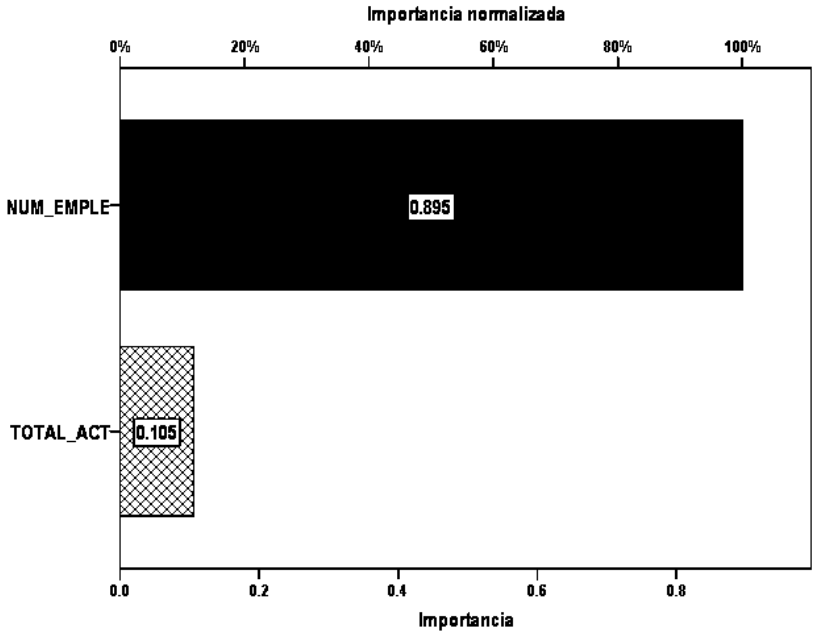
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo RNA, Perceptrón Multicapa.

En el gráfico 56, considerando 12 observaciones (una por cada año analizado), que generan una coordenada a partir de dos valores: la producción anual mundial y el valor agregado pronosticado, con las que se aprecia que la producción anual mundial de Toyota durante el periodo 2000-2011, tuvo una tendencia lineal positiva y fuerte, a pesar de 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. Cabe destacar que este gráfico muestra el primer resultado parcial al marcar la tendencia que tuvo la variable dependiente: valor agregado del producto terminado de la industria automotriz de APEC, durante el periodo de estudio.

El siguiente gráfico, muestra los resultados obtenidos por la RNA, ya que expone de manera explícita qué variable independiente: factor trabajo, representado por el número de empleados (NUM_EMPLE) o 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 *Toyota* de 2000 a 2011.

Gráfico 57

Comportamiento de los factores productivos de Toyota, 2000-2011



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

De tal manera que el análisis de la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa que para el periodo 2000-2011 muestra para Toyota una importancia de 0.895 al número de empleados (NUM_EMPLE) y total de activos (TOTAL_ACT) el 0.105. Con los valores ya 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 entre ambas variables del 88%.

Pudiera pensarse que al igual que otras firmas japonesas, dada la apuesta tecnológica Toyota podía haber privilegiado al factor capital, sin embargo, con una amplia diferencia del 88% se inclina por el trabajo. Este resultado es significativo si se observa desde la perspectiva de que Toyota es pionero 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.

5.3.11 Resultados consolidados de las marcas automotrices seleccionadas del APEC

La siguiente tabla muestra los resultados consolidados del análisis efectuado por la red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa practicado a las diez principales marcas automotrices ubicadas en el APEC, y que por ende, integran la selección de esta investigación.

Tabla 7

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.

Los resultados muestran información relevante. El primer detalle notorio de la tabla 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. Ahora bien, dentro de las asiáticas a su vez están divididas en tres grupos, las japonesas: Mazda, Nissan, Suzuki y Toyota, las coreanas: Hyundai y KIA y la china Dongfeng. Esto significa que el desarrollo de la industria automotriz de la zona 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 entra en los estándares deseados.

Partiendo de esta base, es interesante observar como a pesar de que ciertas marcas comparten el mismo país de origen 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 ende, sin dejar de lado las inversiones del factor capital, el factor trabajo resultaba más preponderante. Este efecto continuó hasta el periodo de estudio señalado en el que el factor trabajo sigue siendo 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 interesante observar que, de entrada, aunque es un territorio pequeño posee un número significativo de compañías automotrices que además son referente en a industria. Este caso resulta interesante porque de las cuatro compañías analizadas en esta investigación, 2 de ellas, Nissan y Suzuki favorecen al factor capital como generador de valor agregado en sus vehículos, mientras que Mazda y Toyota se inclinan al factor trabajo para obtenerlo.

Una posible explicación este fenómeno podría tener su base en los objetivos que persiguen. A partir de los resultados obtenidos, puede inferirse que la integración de las firmas asiáticas es mayor y más diversificada que la de occidente que tiende a la aglomeración en una sola región o corredor industrial. Por lo tanto, 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 otr 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% activos totales/ 6% número de empleados), Nissan (100% activos totales/ 6% número de empleados), y Hyundai (100% activos totales/ 5% número de empleados). Por lo tanto, pudiera decirse que existe una tendencia a privilegiar el factor trabajo en Asia.

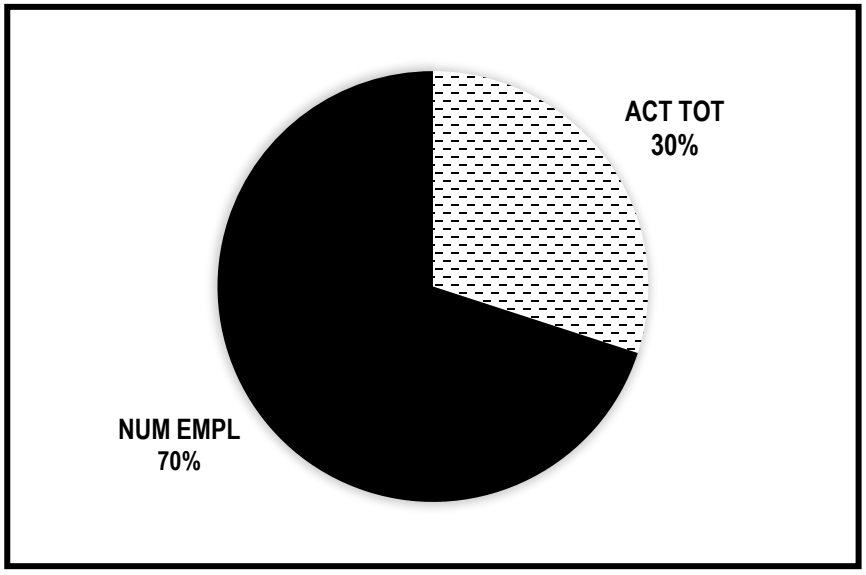
Por otra parte, las marcas automotrices de occidente también mostraron una tendencia al obtener exactamente los mismos resultados, es decir, la misma proporción de los factores productivos. Nos referimos a Daimler y a General Motors, quienes concedieron el 100% al número de empleados y el 91% a los activos totales. Sin embargo, Ford, disintió de esta estrategia al presentar una combinación de 100% para el número de empleados y el 51% para los activos totales. Curiosamente, la asiática Mazda mostró un comportamiento similar con 100% para el número de empleados y el 47% para los activos totales. Por lo tanto, 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 que Toyota fue la única compañía automotriz que obtuvo resultados muy dispares al resto de la selección, otorgándole la red el 100% al factor trabajo y el 12% al factor capital.

A continuación, se muestra un gráfico que 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.

Gráfico 58

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.

Las marcas automotrices de APEC durante el periodo 2000-2011, fueron mayormente intensivas en trabajo, cuya variable de estudio "Número de Empleados", alcanzó un valor de importancia considerando el resultado que brindó la red para las 10 marcas del 70%, contra el valor de importancia del factor capital representado por la variable "Activos Totales" que sólo llegó al 30%.

De acuerdo al valor de la importancia asignada por la red a la variable "Número de Empleados" que representa al factor trabajo, las marcas automotrices de la muestra obtuvieron los siguientes 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).

A partir de estos resultados se observa que a pesar de que el factor trabajo fue el predominante durante el periodo de estudio, existen notables diferencias en los valores de importancia asignados por la red. Esto posiblemente se deba a las distintas estrategias que sigue cada una de ellas 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. Por lo anterior, en síntesis, se rechaza la hipótesis al resultar las diez marcas automotrices seleccionadas más intensivas en trabajo antes que en capital durante el periodo 2000-2011.

CONCLUSIONES

La presente investigación se distingue por haber efectuado el análisis de una industria relevante a nivel mundial desde otra perspectiva, procurando aportar datos e información útil para el estudio de su comportamiento en el futuro. 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, 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 los principales catorce países 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 él APEC, tomando como base la clasificación de la ONU y 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.

A partir de tres modelos de redes neuronales artificiales tipo Perceptrón Multicapa, se logró identificar el factor de la producción, ya fuere capital o trabajo, que tuvo mayor incidencia en la generación de valor agregado para el producto terminado del sector, en este caso, los vehículos elaborados en países pertenecientes al Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico.

En el primer capítulo se definió el fenómeno y se estableció la problemática detectada que inspiro esta investigación, siendo finalmente alcanzados 3 objetivos específicos:

1. Identificar qué factor de la producción –trabajo o capital- determinó el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) durante el periodo 2000-2011.
2. Determinar qué factores de la producción de los países desarrollados y en desarrollo generó mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011.
3. Descubrir qué factores de la producción de las marcas automotrices más representativas generó el mayor valor agregado en el producto terminado de la industria automotriz en APEC durante el periodo 2000-2011.

A partir de la revisión de literatura efectuada desde el primer capítulo se fueron considerando 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 pie a elementos clave de esta investigación como fueron las hipótesis, las variables y la selección de los países y las marcas.

En consecuencia, a continuación, tomando como base cada una de las tres variables de estudio analizadas en el contexto de la industria automotriz de la región Asia-Pacífico durante el periodo 2000-2011, a partir de la variable dependiente: el valor agregado del producto terminado de la industria automotriz en APEC, 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 su territorio. 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. El resto de estas economías son catalogadas como desarrolladas.

3. En los casos de: Australia, Chile, México, Nueva Zelanda, Rusia y Estados Unidos, las diferencias de los valores asignados por la red a ambos factores de la producción fueron reducidas, lo que supone que para ellos el factor capital resulta más importante en sus procesos productivos que para los ocho países restantes.

4. A partir de este análisis 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 más intensiva en trabajo, mientras que en Australia, Canadá, Chile, Japón, Rusia y Estados Unidos fue más intensiva en capital.

5. En 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 más intensivos en capital, ya que considerando los resultados generados a partir de todos ellos, de manera global predominó el factor capital con el 58% contra el factor trabajo que alcanzó el 42%.Mientras que los países en desarrollo: Chile, China, India, Corea del Sur, México, Perú, Rusia, Tailandia y Vietnam, fueron significativamente más intensivos en trabajo al obtener una importancia del 69% por encima del factor capital con el 31%.

6. Del análisis de las RNA se tiene que para los países en desarrollo el factor de la producción al que se le atribuyo mayor grado de importancia fue el 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%.

7. En la segunda fase de la investigación se tiene que con base en los resultados obtenidos a través de la RNA tipo Perceptrón Multicapa que en la industria automotriz, 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. Por lo tanto, queda aprobada la segunda hipótesis.

8. Para el caso de los países desarrollados analizados, las diferencias de los valores asignados por la red a ambos factores de la producción fueron reducidas, 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.

9. Por el contrario, los países en desarrollo presentaron una significativa diferencia entre los valores de importancia asignados por la red 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.

10. 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, para el análisis de la RNA Perceptrón Multicapa 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.

11. 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.

12. Por último, en relación a las marcas fabricantes de vehículos originarias de APEC y ubicadas en la región se concluye que durante el periodo 2000-2011 fueron más intensivas en trabajo, obteniendo un 70% antes que en capital que alcanzó un 30% de acuerdo con los valores asignados por la red a cada uno de los factores de la producción por el grado de incidencia que tuvieron en la generación de valor agregado en el producto terminado de la industria.

13. 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 durante el periodo 2000-2011.

14. Es importante señalar 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.

RECOMENDACIONES

Después de este análisis, es interesante sugerir algunas líneas de investigación a partir de los resultados obtenidos que permitan tener una visión más completa del comportamiento de los factores de la producción en la industria automotriz de Asia-Pacífico, tales como:

- Identificar otros factores que influyen en la generación de valor agregado en el producto terminado, en este caso, en los vehículos de las principales marcas con presencia en Asia-Pacífico.
- Medir el impacto que tienen las leyes, tratados internacionales, las políticas públicas y factores económicos de cada territorio en la industria automotriz.
- Analizar las repercusiones de la cultura organizacional de cada una de las marcas automotrices en el desarrollo de estrategias de producción y comercialización.
- La incidencia de la ubicación de las plantas automotrices en el valor agregado del producto terminado.
- El comportamiento de las cadenas globales de la industria automotriz en Asia-Pacífico, en concreto las que lideran los principales productores del APEC: Estados Unidos, Japón, China y Corea del Sur.

En este sentido, como consecuencia de los resultados derivados de esta investigación, se proponen las siguientes líneas de investigación para complementarla:

- Extender el análisis considerando la percepción del eslabón final de la cadena: el cliente. Es importante conocer la percepción que tienen del valor del producto que las marcas automotrices ofertan para poder determinar con certeza qué factor de la producción tiene mayor impacto en la generación de valor agregado.
- En el mismo sentido, se invita a hacer un comparativo de los resultados obtenidos en esta investigación con datos recientes para observar las semejanzas y disimilitudes para cada uno de los niveles de análisis: por países, por nivel de desarrollo de los países y por marcas automotrices.
- Por último, se recomienda hacer un análisis en el que se mida la relación que existe entre la automatización de los procesos productivos de la industria automotriz y la generación de valor agregado en su producto terminado.

BIBLIOGRAFÍA

Schaede , U. (2009). Globalization and the Reorganization of Japan's Auto Parts Industry . *International Journal of Automotive Technology and Management* , 1-24.

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 Initro.Pe: https://www.nitro.pe/el-urbano/analisis-de-la-industria-automotriz-en-peru-y-el-mundo.html

Alvarado, L., Bergia, J., Peiretti, M. C., Salvay, C., Torres, N., & Volpini, F. (2013). *Disculpe... ¿Cómo dice? el ABC del Sistema Nervioso.* Córdoba: ENS Maestros Argentinos.

Álvarez, M. (2002). Cambios en la industria automotriz frente a la globalización: el sector de autopartes en México. *Revista Contaduría y Administración* , 29-49.

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.

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.

Aroztegui, J., García Buendía, E., & Benítez, J. M. (2009). *Introducción a la programación en inteligencia artificial.* Madrid: Vicerrectorado de Desarrollo y Calidad de la Docencia de la Universidad Complutense de Madrid.

Arrieta, J. E., Torres, J. C., & Velásquez, H. (2009). Predicción del comportamiento diariode 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.

Aswicahyono, H. (2000). *How Not to Industrialise? Indonesia's Automotive Industry.* doi:10.1080/00074910012331337843

Autos chilenos. (1 de mayo de 2018). *Autos chilenos*. Obtenido de http://autoschilenos.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.

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.

Basurto, R. (2013). Estructura y recomposición de la industria automtiz mundial. Oportunidades y perspectivas para México. *Economía UNAM*, 75-92.

Becerra, L. G. (2013 de Enero de 2013). *Scielo Colombia.* Obtenido de Scientific Electronic Library Online: http://www.scielo.org.co/pdf/espe/v31nspe70/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

Berkowitz, A. (1996). Networks of Neurons, Networks of Genes. *Neuron, 17*, 199-202.

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.

Blanco, M., Guerra, S., Villalpando, P., & Castillo, J. (2010). La evolución de la industria automotriz en Japón, crecimiento de las empresas automotrices japonesas y su impacto en la economía de Japón. *InnOvaciOnes de NegOciOs*, 1-23.

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). Concentratión geográfica de la industria y economias 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 autmotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial. *Paradigma económico*, 24-52.

Carro , R., & Gónzalez, D. (2012). Productividad y Competitividad. *Administración de las Operaciones*, 1-16.

Castellano, M. (Diciembre de 2009). Modelización estadística con Redes Neuronales. Aplicaciones a la Hidrología, Aerobiología y Modelización de Procesos. La Coruña, España: Universidade da Coruña.

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.

Ceballos, F., Muñoz, L., & Moreno, J. (2011). Selección de perceptrones multicapa usando aprendizaje bayesiano. *Scientia et Technica*, 110-115.

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.

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.

Correa, M., Bielza, C., Pamies-Teixeira, & Alique, J. (2008). Redes Bayesianas vs. Redes Neuronales en modelos para la predicción del acabado superficial. *Progress in Artificial Intelligence*, 1-14.

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.

Cuevas, A. (2001). Variables socio económicas de las economías de APEC: 1999. *México y la Cuenca del Pacífico*, 16-23.

de Borja, F. (1999). *Procesos de Estabilización, Sincronización y Aprendizaje en Redes Neuronales Estocásticas.* Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

Deichmann, U., & Gill, I. (2008). Geografía económica de la integración regional. *Finanzas & Desarrollo Revista trimestral del Fondo Monetario Internacional*, 45-47.

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 papaer 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.

Ellison, G., Glaeser, E., & Kerr, W. (junio de 2010). What Causes Industry Agglomeration? Evidence from Coagglomeration Patterns. *American Economic Review*, 1195–1213.

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. (noviembre de 2011). *The Research Institute of Economy, Trade and Industry.* Obtenido de http://www.rieti.go.jp/en/

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 2002). La nueva geografía económica: pasado, presente y futuro. San Juan, Puerto Rico: Papers in Regional Science.

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 Esteban, L., García Fernández, F., de Palacios, P., & Conde, M. (2009). Redes neuronales artificiales en el control de procesos por variables: aplicación en la fabricación de tableros de partículas. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 92-100.

Garcia 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.

Gónzalez , 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

Gónzalez Blanco, R. (2011). Diferentes teorías del comercio internacional. *Revista de Economía de Información Comercial Española*, 103-118.

Gónzalez Cruz, J. (21 de Febrero de 2007). *NNNNNNN.* Obtenido de NNNNN.

Grabendorff, W. (1978). Perspectivas y polos de desarrollo en América Latina., (págs. 1-27). Bonn.

Grillner, S. (7 de Diciembre de 2006). Biological Pattern Generation: The Cellular and Computational Logic of Networks in Motion. (Elsevier, Ed.) *Neuron*, 751-766. doi:DOI 10.1016/j.neuron.2006.11.008

Guillén, H. (2008). Francois Perroux: pionero olvidado de la economía del desarrollo. *Mundo Siglo XXI*, 11-22.

Hakimpoor, H., Bin Arshad, K. A., Hon Tat, H., Khani, N., & Rahmandoust, M. (2011). Artificial Neural Networks' Applications in Management. *World Applied Sciences Journal 14 (7)*, 1008-1019.

Haraguchi, N. (2010). *Impact of the Global Economic Crisis on the Thai Autootive Industry: From the Perspective of the Interplay between Shocks and the Industrial Structure.* Viena: United Nations Industrial Development Organization.

Herculano-Houzel, S. (2015). O diferencial da espécie humana. *Odiferencial da espécie humana* (pág. 15). Porto Alegre: Fronteiras do pensamento.

IBM. (mayo de 2009). *IBM.* Obtenido de https://www-07.ibm.com/sg/manufacturing/pdf/manufacturing/Auto-industry.pdf

Ichida, Y. (2014). Development of the Vietnamese Automotive Industry and EDI Infrastructure. *International Federation of East Asian Management Association (IFEAMA) Journal*, 80-95.

Ipsos Business Consulting. (2013). *Automotive Parts Industry in Indonesia.* Hong Kong: Ipsos.

Irawati, D., & Charles, D. (2010). The involvement of japanese MNE´sin the indonesian automotive cluster. *International Journal Of Automotive Technology and Management*, 1-18.

Izaurieta, F., & Saavedra, C. (2000). Redes Neuronales Artificiales. *Redes Neuronales Artificiales* (pág. 15). Concepción: Universidad de Concepción.

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%2Fitems1%2F3482%2Fb13985127.pdf&usg=AOvVaw2QnArS_VgQHBilDxzj4fbB

Jiménez, A. (2014). *Mercado laboral: situación, perspectivas y tendencias.* Madrid: PeopleMatters. Obtenido de https://www.peoplematters.com/Archivos/Descargas/Docs/Docs/articulos/1412_Capital%20Humano(Demografia%20Laboral).pdf

Jiménez, S., & Rodríguez-Peralta, C. (2017). La inclusión de las PyMEs en la Cadena de valor de la Industria Automotriz en México en el marco del Tratado Trans-Pacífico (TTP). *Economía Informa*, 46-65.

Jorge, D. (2001). *Redes Neuronales: Conceptos básicos y aplicaciones.* Rosario: Universidad Tecnológica Nacional.

KAMA. (27 de septiembre de 2017). *German Asia-Pacific Business Associations.* Obtenido de https://www.oav.de/fileadmin/user_upload/2_Termine/Korea_Sued/4_KAMA.pdf

Kriesel, D. (27 de mayo de 2005). *A Brief Intriduction 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.

Larrañaga, P., Inza, I., & Moujahid, A. (17 de febrero de 2004). *Redes Neuronales.* Obtenido de Universidad del País Vasco: http://www.sc.ehu.es/ccwbayes/docencia/mmcc/docs/t8neuronales.pdf

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.

Lastra, R. (2000). Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas. *Política y Cultura*, 263-276.

Lee, C. (2011). The rise of the Koean 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.

Lin Qiu , L., Turner, L., & Smyrk, L. (2003). A Study of Changes in the Chinese Automotive Market Resulting from WTO Entry. *Proceedings of the 15th Annual Conference of the Association for Chinese Economics Studies Australia* , (págs. 1-27). Melbourne.

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.

Martín, J. (2003). Economías de escala. Economías externas e inegración económica. *Cuadernos de estudios empresariales*, 203-214.

Martín, J., Soria, E., & Serrano, A. (2011). *Modelos clasificadores.* Valencia: Universidad de Valencia.

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

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

Medina, C. (2013). Perceptrón multicapa. *ETSI Revista de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla*, 15-32.

Mejía, J. A. (7 de diciembre de 2004). Sistema de detección de intrusos en redes de comunicaciones utilizando redes neuronales. *Tesis profesional*. Cholula, Puebla, México: Universidad de las Américas Puebla.

Mejías, Y., Carrasco, R., Ochoa, I., & Moreno, E. (2013). Funciones de transferencia en el perceptrón multicapa:efecto de su combinación en entrenamiento local y distribuido. *Revista Cubana de Informática Médica*, 186-199.

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 Ecónomica para América Latina y el Caribe: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7262/S018637_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Montavon, G., Samek, W., & Müller, K.-R. (24 de Ocubre de 2017). Methods for interpreting and understanding deep neural networks. *Digital Signal Processing*, 1-15.

Moscoso, F., & Vásquez, H. (2006). Determinantes del comercio intra-industrial en el Grupo de los Tres. Bogotá, Colombia: Universidad de Externado.

Naciones Unidas. (14 de enero de 2014). *Naciones Unidas.* Recuperado el 20 de agosto de 2017, de http://www.un.org/en/development/desa/policy/wesp/wesp_current/2014wesp_country_classification.pdf

OICA. (2018). *International Organization of Motor Vehicle Manufacturers*. Obtenido de http://www.oica.net/

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Sampling Techniques on a Population Study. *International Journal of Morphology*, 227-232.

Pardi, T. (2017). *The future of work in the automotive sector: The challenges of deglobalization.* Génova: ILO.

Parkin, M., & Loría, E. (2010). *Microeconomía. Versión para Latinoamérica.* México, D.F: Pearson.

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.

Petersen, S., & Sporns, O. (2015). Brain Networks and Cognitive Architectures. *Neuron* , 207-219.

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. *Psicológica*, 387-400.

Power, J. D., Fair, D. A., Schlaggar, B., & Petersen, S. (2010). The development of Human Functional Brain Networks. *Neuron*, 134-145.

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

Resico, M. (2010). *Introducción a la Economía Social de Mercado.* Buenos Aires: Konrad Adenauer Stiftung.

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

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

Romero, I. (2011). *Impacto asimétrico de la crisis global sobre la industria automotriz: Canadá y México comparados. Perspectivas para el futuro.* México D.F: CEPAL.

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.

Saenz, N., & Álvaro, M. (2002). Redes neuronales: concepto, aplicaciones y utilidad en medicina. *Elsevier*, 75-138.

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

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.

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.

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.

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.

Tablada, C. J., & Torres, G. A. (2009). Redes neuronales artificiales. *Revista de Educación Matemática*, 22-30.

Tablada, C. J., & Torres, G. A. (2009). Redes Neuronales Artificiales. *Revista de Educación Matemática*, 22-30.

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

TEARA. (11 de marzo de 2010). *Cars and the motor industry - A motorised society.* Recuperado el 28 de marzo de 2018, de The Encyclopedia of New Zealand: https://teara.govt.nz/en/cars-and-the-motor-industry/page-1

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.

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.

Tujillano, Badía, March, Rodríguez-Pozo, Serviá, & Sorribas. (2005). Redes neuronales artificiales en Medicina Intensiva. Ejemplo de aplicación con las variables del MPM II. *Med Intensiva*, 13-20.

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

Viladecans, E. (1995). El papel de las economías de aglomeración en la localización de las actividades industriales. Barcelona, España.

Vyeira, J. (2000). Reconversión industrial, gran empresa y efectos territoriales. El caso del sector automotriz en México. *Revista Latinoamericana de Estudios Regionales*, 25-47.

Yasuhara, T. (2014). Rendimientos crecientes y decrecientes: la industria eléctrica en la cadena mundial de valores. *Revista Ola Financiera, 7*(18), 93-113.

Young, A. (2009). Rendimientos crecientes y progreso económico. *Revista de Economía Institucional*, 227-243.

ANEXO I:

Resumen del modelo de RNA para los países productores de autos del APEC

1. Australia

Resumen de procesamiento de casos

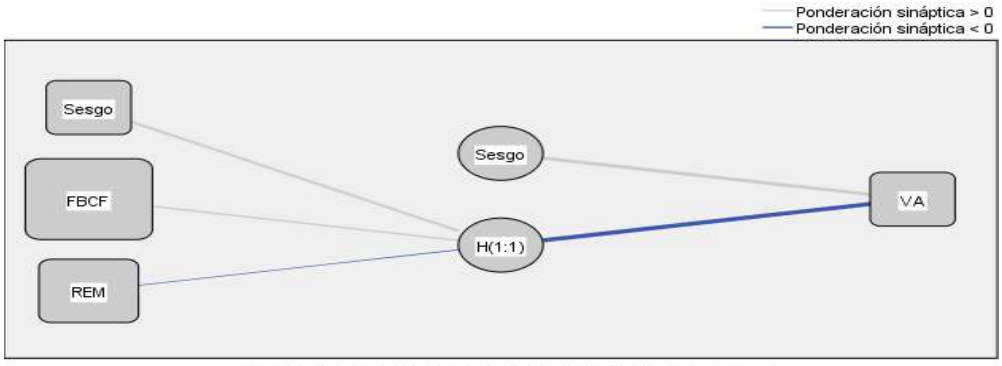
		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	3%
	Error relativo	1%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	0%
	Error relativo	2%

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado	
		Capa oculta 1	Capa de salida
Predictor		H(1:1)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	.482	
	FBCF	.364	
	REM	-.241	
Capa oculta 1	(Sesgo)		.697
	H(1:1)		-1.006

2. Canadá

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	11	91.7%
	Pruebas	1	8.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

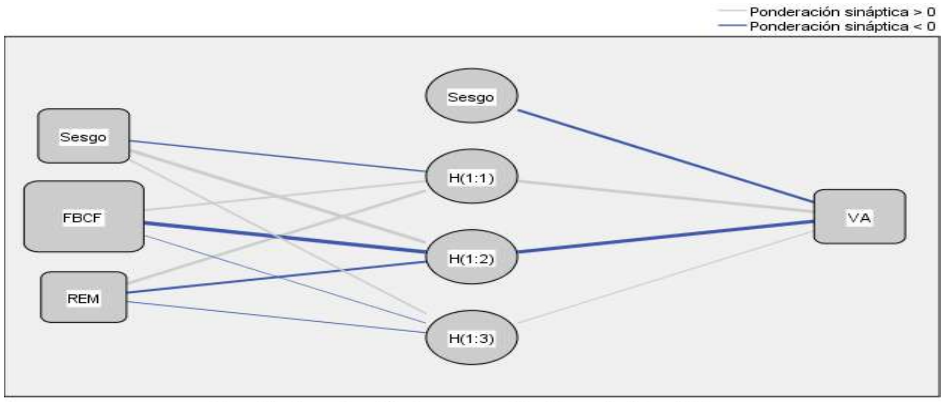
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	0.5%
	Error relativo	0.1%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	0.0%
	Error relativo	.[b]

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.

b. No se puede calcular. La variable dependiente puede ser constante en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado			
		Capa oculta 1			Capa de salida
Predictor		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	-.380	1.163	.458	
	FBCF	.637	-2.183	-.106	
	REM	.847	-.638	-.275	
Capa oculta 1	(Sesgo)				-.689
	H(1:1)				1.114
	H(1:2)				-2.115
	H(1:3)				.345

3. Chile

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	11	91.7%
	Pruebas	1	8.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

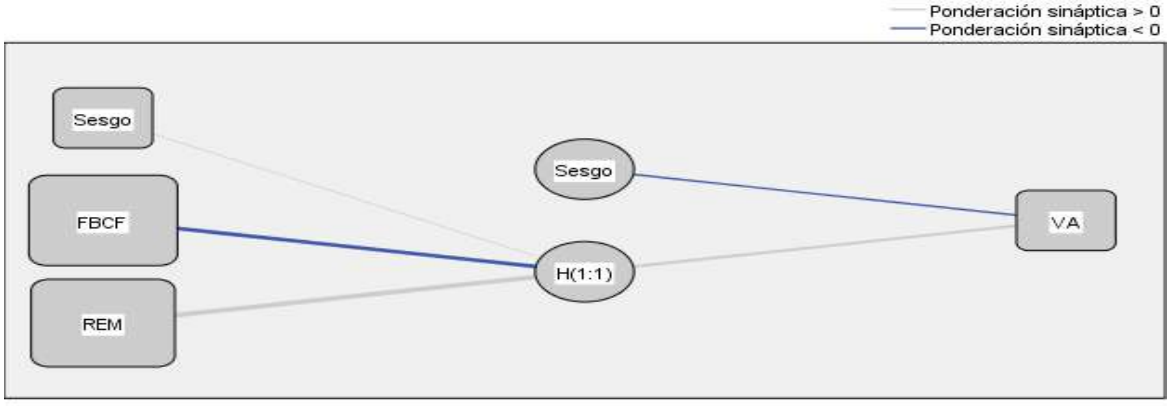
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	2%
	Error relativo	0%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.01
Pruebas	Error de suma de cuadrados	0%
	Error relativo	.[b]

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.

b. No se puede calcular. La variable dependiente puede ser constante en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado	
		Capa oculta 1	Capa de salida
Predictor		H(1:1)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	.317	
	FBCF	-.904	
	REM	.964	
Capa oculta 1	(Sesgo)		-.459
	H(1:1)		.876

4. China

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	11	91.7%
	Pruebas	1	8.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		1	
Total		13	

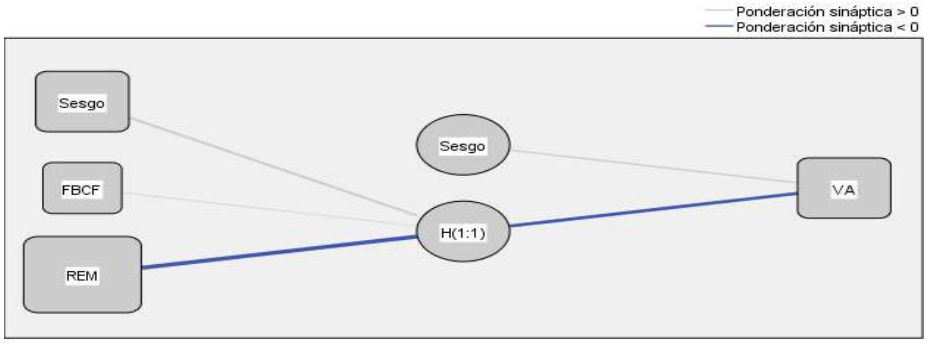
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	0%
	Error relativo	0%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	8.257E-7
	Error relativo	.[b]

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.

b. No se puede calcular. La variable dependiente puede ser constante en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado	
		Capa oculta 1	Capa de salida
Predictor		H(1:1)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	.800	
	FBCF	.498	
	REM	-2.031	
Capa oculta 1	(Sesgo)		.540
	H(1:1)		-1.671

5. Corea del Sur

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	11	91.7%
	Pruebas	1	8.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		1	
Total		13	

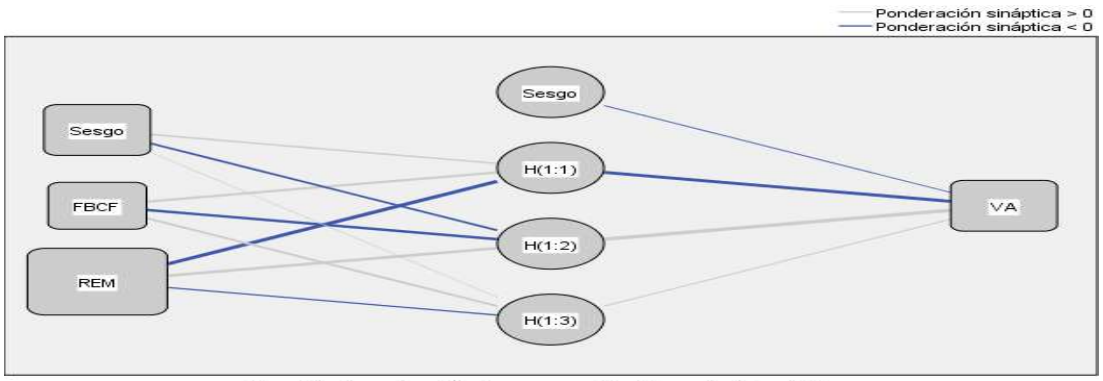
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	1%
	Error relativo	0%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	6.324E-8
	Error relativo	.[b]

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.

b. No se puede calcular. La variable dependiente puede ser constante en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado			
		Capa oculta 1			Capa de salida
Predictor		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	.297	-.310	.013	
	FBCF	.335	-.400	.335	
	REM	-.995	.858	-.169	
Capa oculta 1	(Sesgo)				-.042
	H(1:1)				-.976
	H(1:2)				1.201
	H(1:3)				.128

6. Estados Unidos

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	11	91.7%
	Pruebas	1	8.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		1	
Total		13	

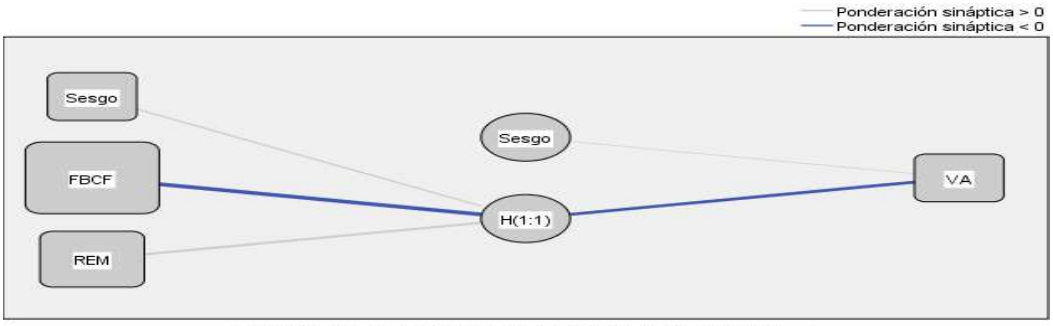
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	0.4%
	Error relativo	0.1%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.015
	Error relativo	.[b]

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.

b. No se puede calcular. La variable dependiente puede ser constante en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado	
		Capa oculta 1	Capa de salida
Predictor		H(1:1)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	1.067	
	FBCF	-2.421	
	REM	1.750	
Capa oculta 1	(Sesgo)		.526
	H(1:1)		-1.774

7. Indonesia

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	11	91.7%
	Pruebas	1	8.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		1	
Total		13	

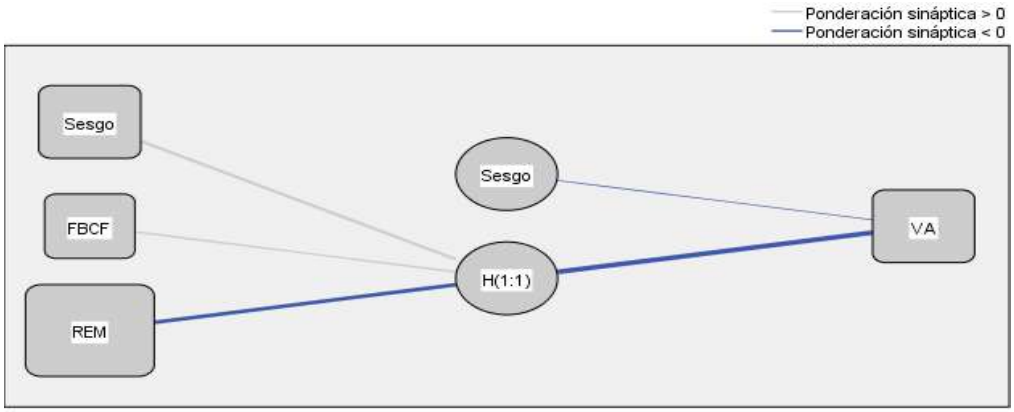
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	0%
	Error relativo	0%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.001
	Error relativo	.[b]

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.

b. No se puede calcular. La variable dependiente puede ser constante en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado	
		Capa oculta 1	Capa de salida
Predictor		H(1:1)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	.474	
	FBCF	.452	
	REM	-1.605	
Capa oculta 1	(Sesgo)		-.011
	H(1:1)		-1.849

8. Japón

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	11	91.7%
	Pruebas	1	8.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		1	
Total		13	

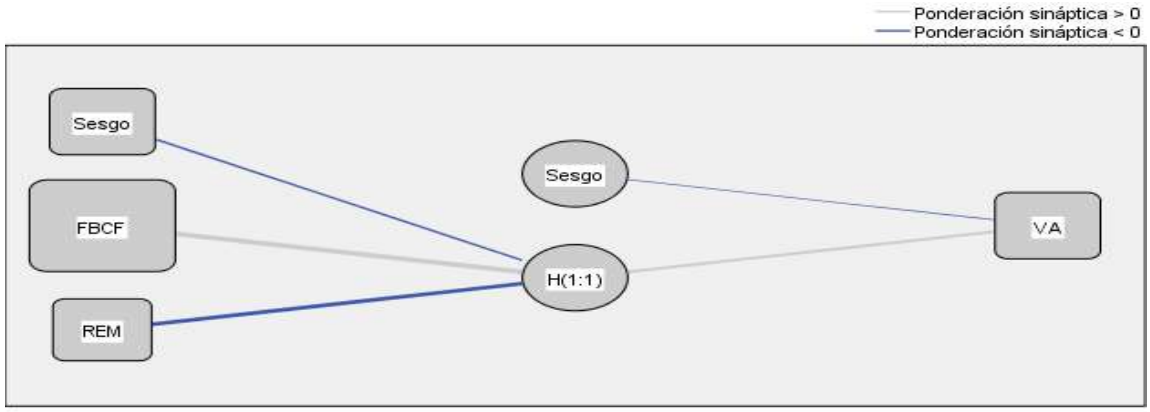
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	4%
	Error relativo	1%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.017
	Error relativo	.[b]

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.

b. No se puede calcular. La variable dependiente puede ser constante en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado	
		Capa oculta 1	Capa de salida
Predictor		H(1:1)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	-.531	
	FBCF	1.788	
	REM	-.792	
Capa oculta 1	(Sesgo)		-.053
	H(1:1)		.616

9. México

Resumen de procesamiento de casos

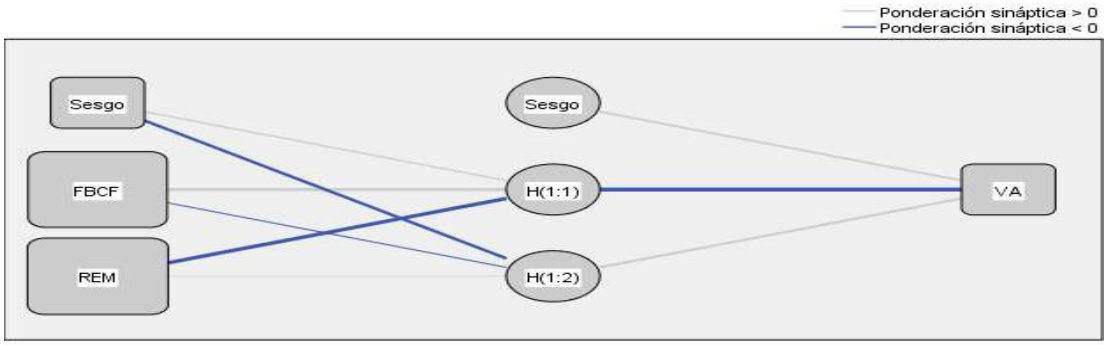
		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		1	
Total		13	

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	2%
	Error relativo	0%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.342
	Error relativo	.541

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado		
		Capa oculta 1		Capa de salida
Predictor		H(1:1)	H(1:2)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	.155	-.382	
	FBCF	.832	-.113	
	REM	-.908	.036	
Capa oculta 1	(Sesgo)			.232
	H(1:1)			-1.615
	H(1:2)			.264

10. Nueva Zelanda

Resumen de procesamiento de casos

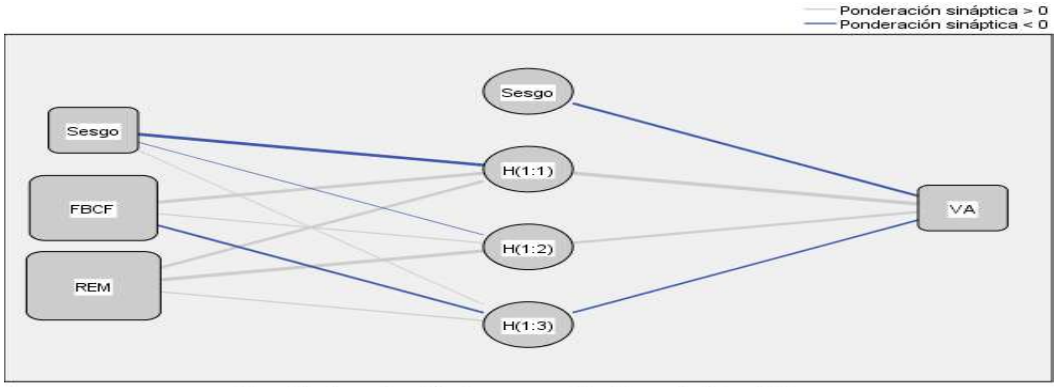
		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		1	
Total		13	

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	2%
	Error relativo	1%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.894
	Error relativo	.743

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado			
		Capa oculta 1			Capa de salida
Predictor		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	-1.200	-.047	.069	
	FBCF	1.463	.138	-.366	
	REM	1.064	1.471	.146	
Capa oculta 1	(Sesgo)				-.713
	H(1:1)				1.752
	H(1:2)				1.062
	H(1:3)				-.226

11. Perú

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	11	91.7%
	Pruebas	1	8.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		1	
Total		13	

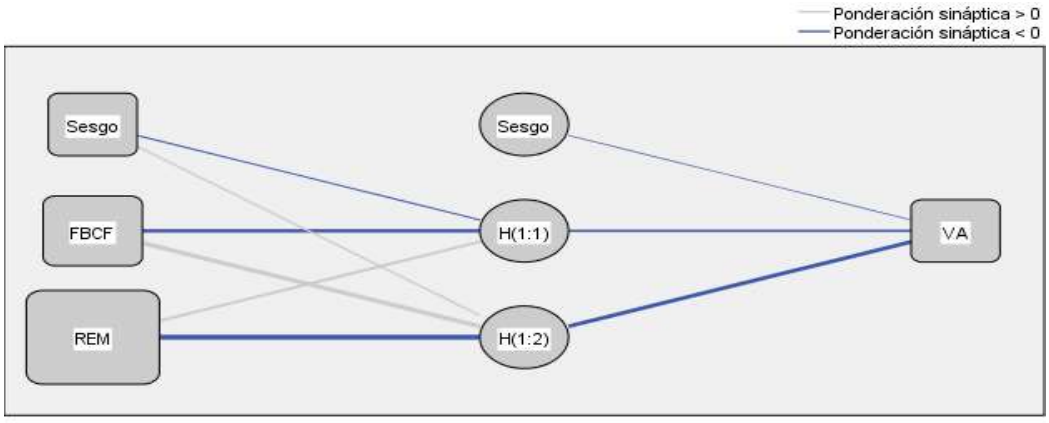
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	1%
	Error relativo	0%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.006
	Error relativo	.[b]

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.

b. No se puede calcular. La variable dependiente puede ser constante en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado		
		Capa oculta 1		Capa de salida
Predictor		H(1:1)	H(1:2)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	-.192	.193	
	FBCF	-1.455	1.919	
	REM	1.250	-2.635	
Capa oculta 1	(Sesgo)			-.071
	H(1:1)			-.843
	H(1:2)			-1.867

12. Rusia

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	11	91.7%
	Pruebas	1	8.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		1	
Total		13	

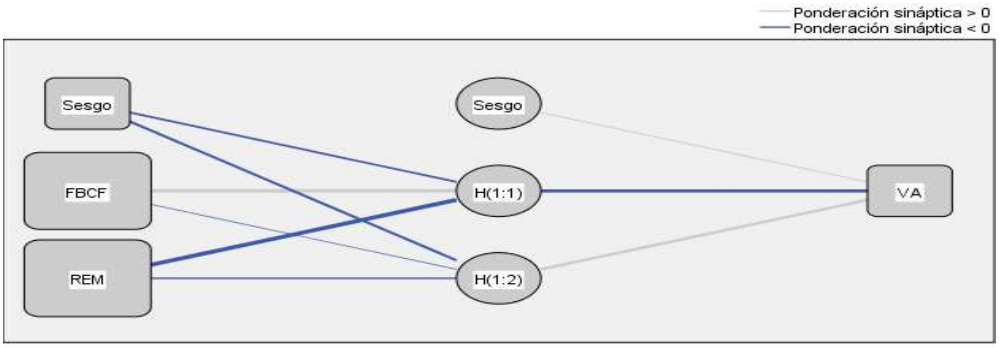
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	3%
	Error relativo	1%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.000
	Error relativo	.[b]

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.

b. No se puede calcular. La variable dependiente puede ser constante en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado		
		Capa oculta 1		Capa de salida
Predictor		H(1:1)	H(1:2)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	-.506	-.543	
	FBCF	1.869	-.161	
	REM	-2.559	-.446	
Capa oculta 1	(Sesgo)			.193
	H(1:1)			-1.116
	H(1:2)			.725

13. Tailandia

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	11	91.7%
	Pruebas	1	8.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		1	
Total		13	

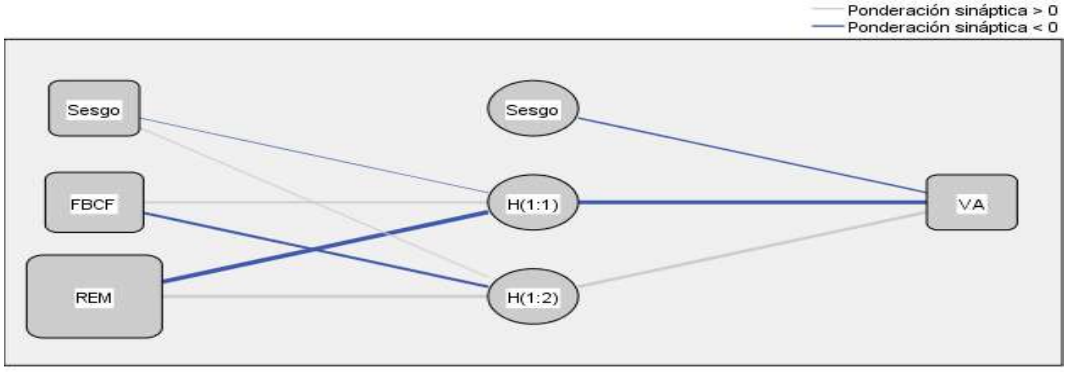
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	1%
	Error relativo	0%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	2.658E-7
	Error relativo	.[b]

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.

b. No se puede calcular. La variable dependiente puede ser constante en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado		
		Capa oculta 1		Capa de salida
Predictor		H(1:1)	H(1:2)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	-.182	.185	
	FBCF	.469	-.647	
	REM	-1.046	.864	
Capa oculta 1	(Sesgo)			-.372
	H(1:1)			-.986
	H(1:2)			.845

14. Vietnam

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	11	92%
	Pruebas	1	8%
Válido		12	100%
Excluido		1	
Total		13	

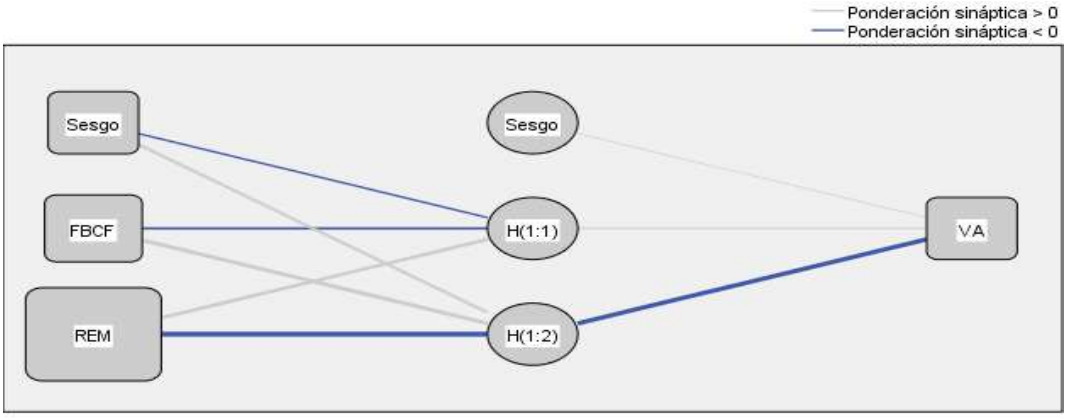
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	.153
	Error relativo	.031
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.001
	Error relativo	.[b]

Variable dependiente: Valor Agregado

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.

b. No se puede calcular. La variable dependiente puede ser constante en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado		
		Capa oculta 1		Capa de salida
Predictor		H(1:1)	H(1:2)	VA
Capa de entrada	(Sesgo)	-.279	.391	
	FBCF	-.358	.926	
	REM	.710	-1.476	
Capa oculta 1	(Sesgo)			.002
	H(1:1)			.093
	H(1:2)			-1.402

ANEXO II:

Resumen del modelo de RNA para las marcas automotrices del APEC

1. Daimler

Resumen de procesamiento de casos

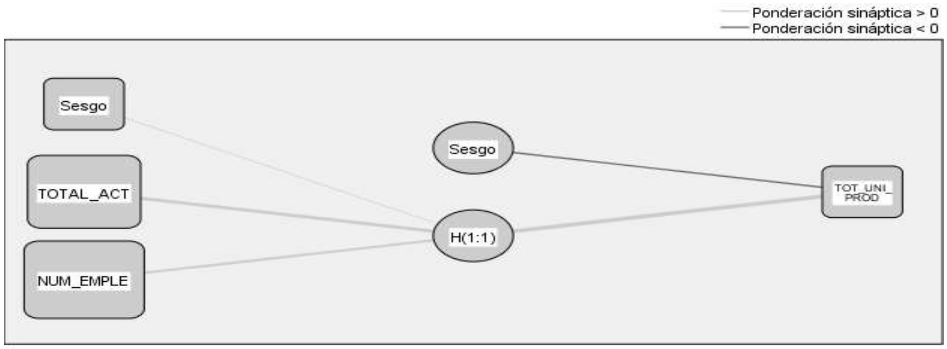
		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	3.388
	Error relativo	.968
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.592
	Error relativo	3.704

Variable dependiente: Producción anual mundial

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Importancia de las variables independientes

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

	Importancia	Importancia normalizada
Activos totales	.477	91.1%
Número de empleados	.523	100.0%

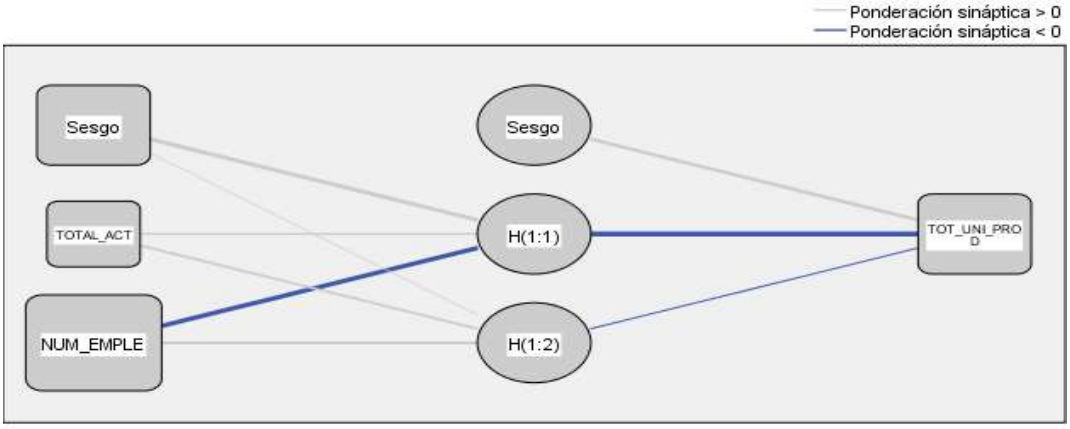
2. Dongfeng

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	.346
	Error relativo	.099
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.091
	Error relativo	.128

Variable dependiente: Producción anual mundial

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado		
		Capa oculta 1		Capa de salida
Predictor		H(1:1)	H(1:2)	TOT_UNI_PROD
Capa de entrada	(Sesgo)	1.394	.072	
	TOTAL_ACT	.102	.109	
	NUM_EMPLE	-1.651	.181	
Capa oculta 1	(Sesgo)			1.041
	H(1:1)			-2.573
	H(1:2)			-.091

3. Ford

Resumen de procesamiento de casos

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

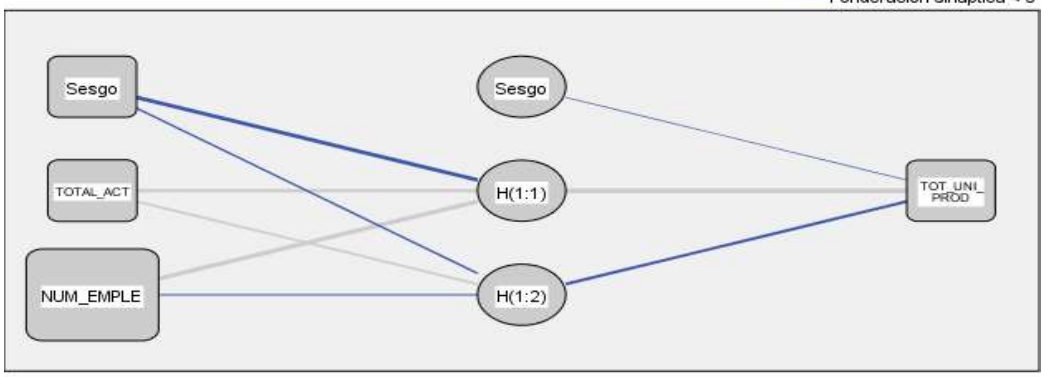
Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	.412
	Error relativo	.118
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.321
	Error relativo	.209

Variable dependiente: Producción anual mundial

Ponderación sináptica > 0
Ponderación sináptica < 0

ación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
Activos totales	.337	50.8%
Número de empleados	.663	100.0%

4. General Motors

Resumen de procesamiento de casos

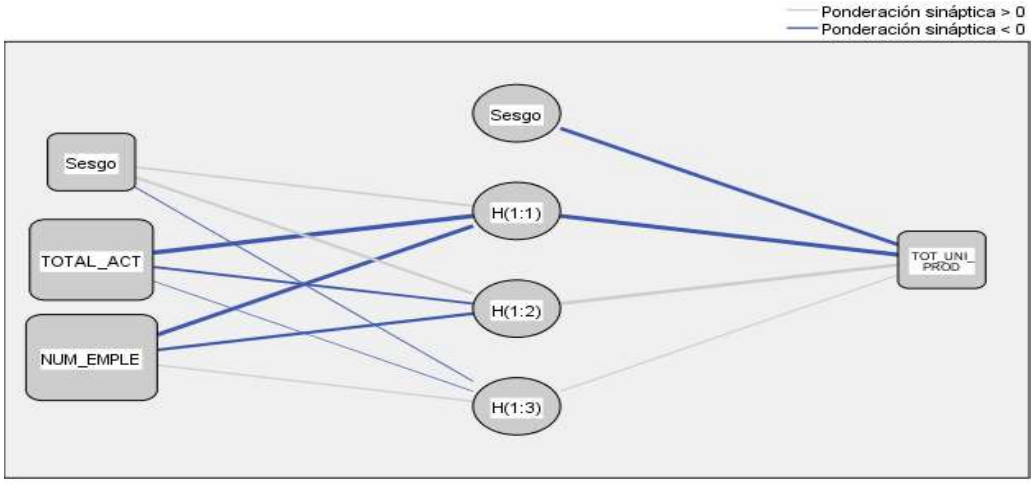
		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	1.770
	Error relativo	.506
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.140
	Error relativo	.804

Variable dependiente: Producción anual mundial

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
Activos totales	.476	91.0%
Número de empleados	.524	100.0%

5. Hyundai

Resumen de procesamiento de casos

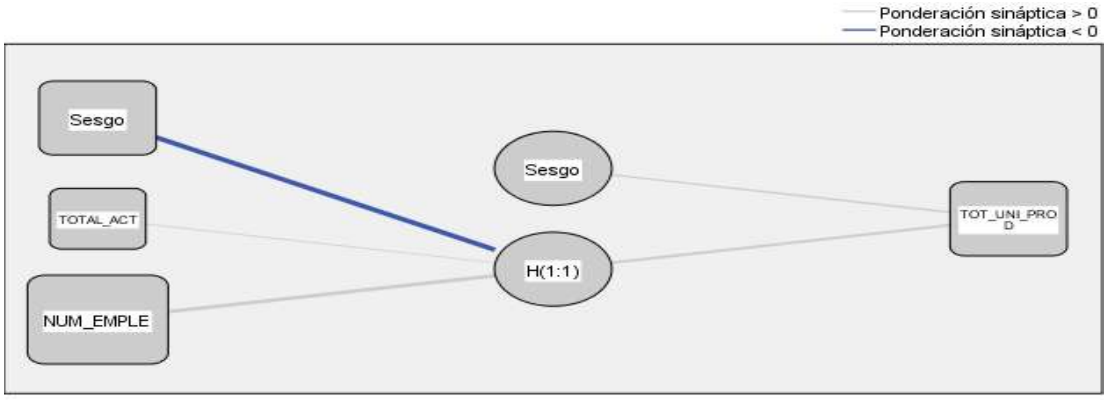
		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	.063
	Error relativo	.018
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.163
	Error relativo	3.822

Variable dependiente: Producción anual mundial

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
Activos totales	.049	5.2%
Número de empleados	.951	100.0%

6. KIA

Resumen de procesamiento de casos

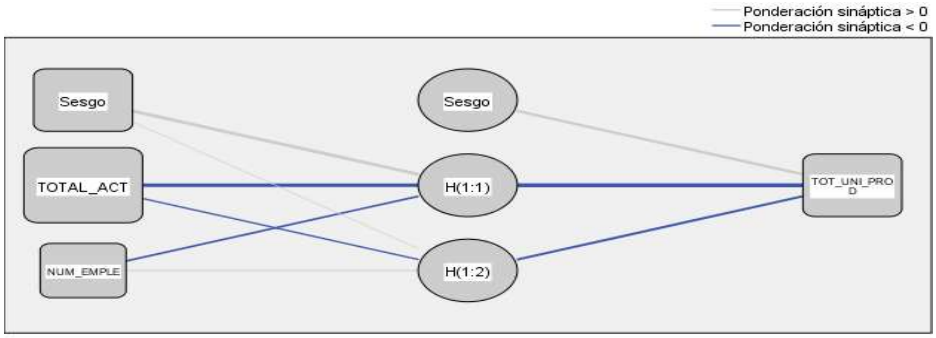
		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	.331
	Error relativo	.095
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.034
	Error relativo	.878

Variable dependiente: Producción anual mundial

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado		
		Capa oculta 1		Capa de salida
Predictor		H(1:1)	H(1:2)	TOT_UNI_PROD
Capa de entrada	(Sesgo)	1.282	.054	
	TOTAL_ACT	-1.295	-.360	
	NUM_EMPLE	-.387	.168	
Capa oculta 1	(Sesgo)			.881
	H(1:1)			-1.863
	H(1:2)			-.436

7. Mazda

Resumen de procesamiento de casos

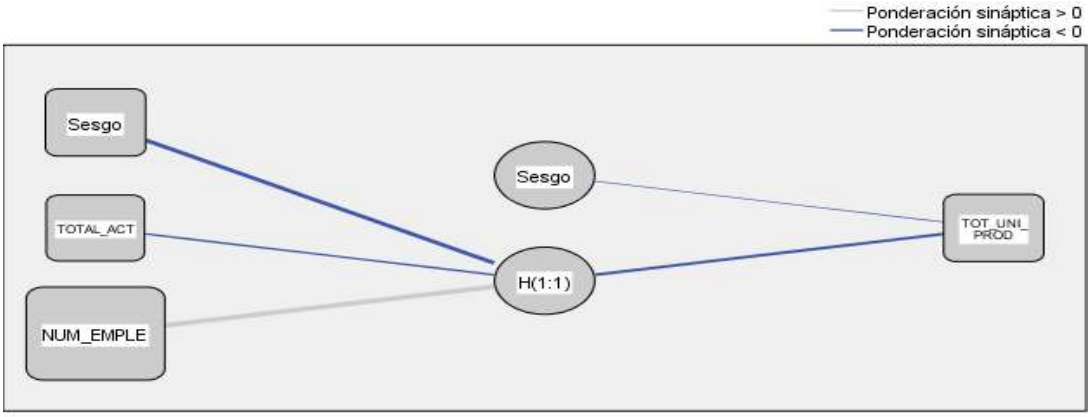
		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	2.504
	Error relativo	.715
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	1.508
	Error relativo	.409

Variable dependiente: Producción anual mundial

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado	
		Capa oculta 1	Capa de salida
Predictor		H(1:1)	TOT_UNI_PROD
Capa de entrada	(Sesgo)	-2.498	
	TOTAL_ACT	-1.775	
	NUM_EMPLE	3.204	
Capa oculta 1	(Sesgo)		-1.662
	H(1:1)		-1.939

8. Nissan

Resumen de procesamiento de casos

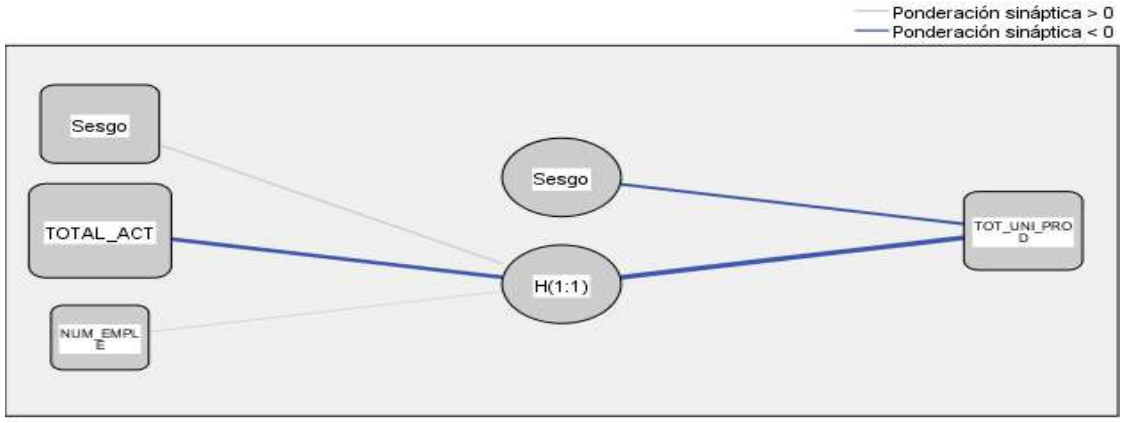
		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	1.572
	Error relativo	.449
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.091
	Error relativo	.107

Variable dependiente: Producción anual mundial

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado	
		Capa oculta 1	Capa de salida
Predictor		H(1:1)	TOT_UNI_PROD
Capa de entrada	(Sesgo)	.172	
	TOTAL_ACT	-1.115	
	NUM_EMPLE	.066	
Capa oculta 1	(Sesgo)		-.673
	H(1:1)		-1.956

9. Suzuki

Resumen de procesamiento de casos

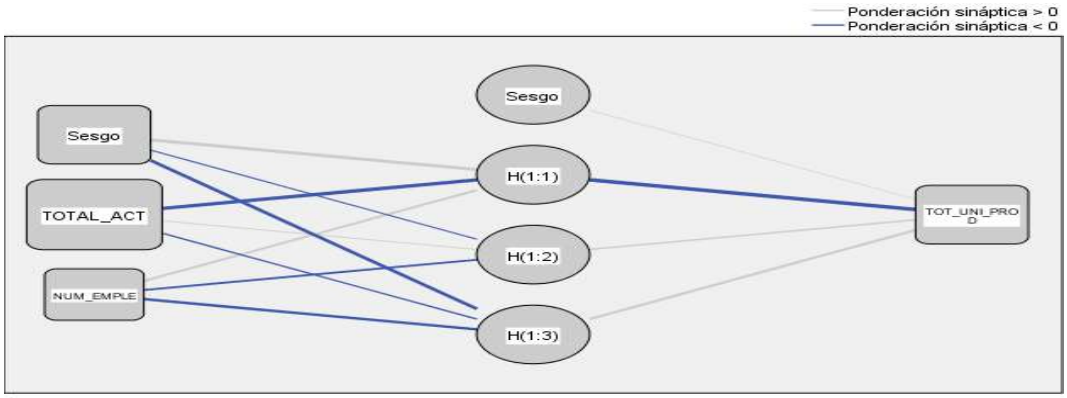
		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	.245
	Error relativo	.070
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.134
	Error relativo	.058

Variable dependiente: Producción anual mundial

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Estimaciones de parámetro

		Pronosticado			
		Capa oculta 1			Capa de salida
Predictor		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	TOT_UNI_PROD
Capa de entrada	(Sesgo)	.630	-.046	-.551	
	TOTAL_ACT	-1.797	.035	-.083	
	NUM_EMPLE	.312	-.099	-.480	
Capa oculta 1	(Sesgo)				.024
	H(1:1)				-1.886
	H(1:2)				.090
	H(1:3)				.338

10. Toyota

Resumen de procesamiento de casos

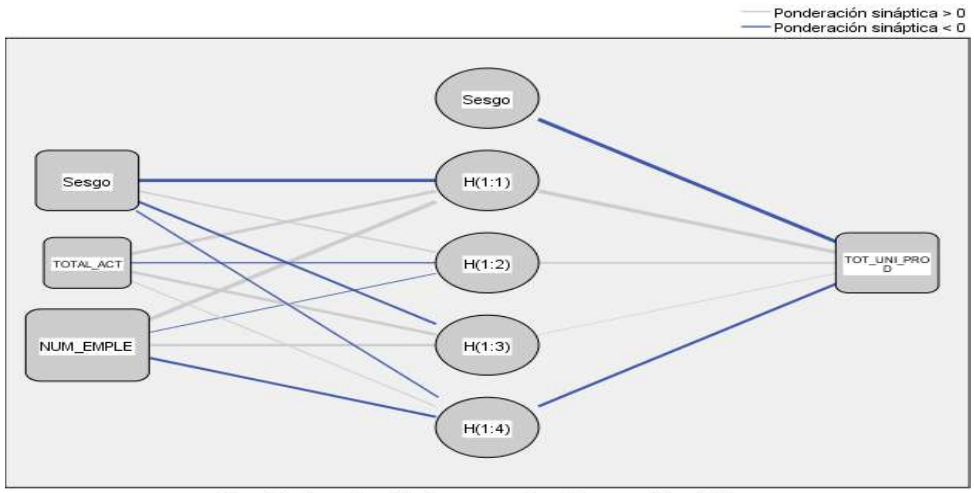
		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	8	66.7%
	Pruebas	4	33.3%
Válido		12	100.0%
Excluido		0	
Total		12	

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	.677
	Error relativo	.193
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error[a]
	Tiempo de preparación	0:00:00.00
Pruebas	Error de suma de cuadrados	.887
	Error relativo	.213

Variable dependiente: Producción anual mundial

a. Los cálculos de error se basan en la muestra de comprobación.



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de resultado: Identidad

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
Activos totales	.105	11.8%
Número de empleados	.895	100.0%