



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES
ESCUELA DE ECONOMÍA
CAMPUS BÁRBULA**



**DEPENDENCIA TECNOLÓGICA EN EL SUBSISTEMA PRODUCTIVO-
TECNOLÓGICO DE EMPRESAS CON PROCESOS ESLABONADOS
CASO: PLANTA SIMÓN BOLÍVAR DE PDVSA INDUSTRIAL**

Autor:

Carlos Ruiz, C.I: 17.905.615

Bárbula, 17 de noviembre de 2016



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES
ESCUELA DE ECONOMÍA
CAMPUS BÁRBULA**



**DEPENDENCIA TECNOLÓGICA EN EL SUBSISTEMA PRODUCTIVO-
TECNOLÓGICO DE EMPRESAS CON PROCESOS ESLABONADOS
CASO: PLANTA SIMÓN BOLÍVAR DE PDVSA INDUSTRIAL**

Tutora:

Ing. Lubiza Osío, C.I:11.521.404

Autor:

Carlos Ruiz, C.I: 17.905.615

Bárbula, 17 de noviembre de 2016

DEDICATORIA

A Jhosly Barrios, por ser mi amor, mi cómplice y todo

A Karlys Vidrogo, porque el futuro amanece en tus ojitos

*A todas aquellas y aquellos que sobreviven o fallecen
con menos de un dólar diario en su bolsillo*

AGRADECIMIENTOS

A mis viejos, quienes, con su amor infinito, desinteresado e irreductible, me empujan hacia el futuro.

A mi hermana, tía y demás familiares, por su colaboración y confianza depositada en este trabajo.

A la profesora Lubiza Osío, por sus consejos y aportes en el desarrollo de esta investigación.

Y también, a las y los trabajadores y trabajadoras de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, especialmente al señor José Luis Osorio y Wilmen Silva, por su apoyo decidido en cada una de las empresas que hemos decidido ejecutar en la Planta.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES
ESCUELA DE ECONOMÍA
CAMPUS BÁRBULA



**DEPENDENCIA TECNOLÓGICA EN EL SUBSISTEMA PRODUCTIVO-
TECNOLÓGICO DE EMPRESAS CON PROCESOS ESLABONADOS**
Caso: Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial

Autor: Ruiz Carlos

Tutora: Osío, Lubiza

Fecha: Noviembre, 2016

RESUMEN

La dependencia tecnológica en las empresas de los países periféricos es una trampa que debe ser superada con urgencia: ésta, las condena a serias limitaciones técnicas y económicas que impiden su desarrollo competitivo. Para lograr superar este yugo, no basta con ser conscientes de su existencia; es necesario saber con exactitud en que tanto nivel o grado se es dependiente tecnológicamente. Ante tal requerimiento urgente, se plantea como objetivo principal de esta investigación, establecer una propuesta factible de Índice de Dependencia Tecnológica (IDT) para dar respuesta al cómo poder hacer su medición. Tomando como caso de estudio a la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial (Valencia, estado Carabobo) que es una empresa estratégica nacional para el tratamiento y transformación de tubulares petroleros y, específicamente, analizando los datos de los procesos eslabonados de su subsistema productivo-tecnológico, se espera obtener tal índice. La investigación, es de tipo cuantitativa y descriptiva, su diseño es proyecto factible, de campo y transeccional. Los resultados obtenidos del análisis de la Planta Simón Bolívar, permiten detectar criterios de dependencia tecnológica para las tecnologías tangibles e intangibles de sus procesos eslabonados, establecer la notación matemática del IDT, diseñar un instrumento de recolección de datos llamado Matriz de Dependencia Tecnológica (MDT), así como establecer criterios para universalizar la aplicación y notación matemática del IDT a otras empresas con características similares al subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar. Esta investigación, por tanto, pretende dar un aporte al estudio general de la estimación de la dependencia tecnológica. **Palabras clave:** Dependencia tecnológica, Índice, Subsistema productivo-tecnológico.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES
ESCUELA DE ECONOMÍA
CAMPUS BÁRBULA**



**TECHNOLOGICAL DEPENDENCY ON PRODUCTION-
TECHNOLOGICAL SUBSYSTEM BUSINESS PROCESSES WITH LINKS
Case: Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial**

Author: Ruiz Carlos
Tutor: Osío, Lubiza
Date: November, 2016

SUMMARY

The Technological Dependency on companies of the periphery countries it's a fraud who has to be with urgent accomplished: This, the condemnation to serious technical and economics limitations that prevents its competitive development. To accomplish this yoke, it's not enough to be conscious about the existence; it's necessary to know exactly in what level or grade its technological dependent. In the presence of this urgent requirement, to trace as a main object of this research, to establish a feasible proposal of the Technological Dependency Index (TDI), to give an answer on which to make your measurement. Taking as a Study case on The PDVSA Industrial Plant Simón Bolívar (Valencia, Carabobo) which is a national strategic company for the treatment and transformation of tubular tankers and, specifically, analyzing the data of the processes with links on Production-Technological Subsystem, it is expected to obtain such index. The research is of quantitative and descriptive type. Its design is feasible project, of field and transactional. The obtained results from the analysis office the Simón Bolívar Plant, allow us to detect technology dependency criteria for tangible and intangible technologies of its processes with links, to establish the mathematical notation of (IDT, to design a data collection instrument called Matriz de Dependencia Tecnológica (MDT), As well as establishing universalizing criteria for the application and mathematical notation of the (IDT) to other enterprises with similar characteristics of the technological-productive subsystem of the Simón Bolívar Plant. This research, therefore, aims to provide a contribution to the general study of the estimation of the technological dependency. **Key words:** technological dependency, index, technological-productive subsystem.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XII
INTRODUCCIÓN	14
CAPITULO I	
EL PROBLEMA	
Planteamiento del Problema	17
Objetivos de la Investigación	
Objetivo General	24
Objetivos Específicos	25
Alcance de la investigación	25
Justificación de la investigación	27
CAPITULO II	
MARCO TEORICO	
Antecedentes	29
La relación entre la tecnología y la producción en la empresa: los índices de Malmquist	29

La Tasa de dependencia en las estimaciones de la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT)	30
La autonomía tecnológica como indicador del desarrollo económico	32
Trabajos de grado relacionados al problema de estudio	34
Bases Teóricas	36
La tecnología como capital y como parte de la Composición Orgánica de Capital (COC)	36
Las revoluciones científico-tecnológicas en la sociedad capitalista	39
El desarrollo y subdesarrollo capitalista, relaciones de dependencia, relaciones centro-periferia y dependencia tecnológica	43
La teoría de la <i>path dependence</i>	57
La teoría de la organización sistémica	60

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación	63
Diseño de la Investigación	64
Población y muestra	65
Técnicas de levantamiento de la información y recolección de datos	69
Técnicas de análisis y presentación de la Información	70

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

Definición de criterios de dependencia tecnológica para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial	72
La Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial	72

Criterios de dependencia tecnológica para la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial	80
Definición del diseño matemático aproximado del Índice de Dependencia Tecnológica (IDT) para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial	83
Definición del diseño aproximado de un instrumento de registro y recolección de datos de dependencia tecnológica para el subsistema productivo-tecnológico de las empresas	107
Deducción a partir del diseño matemático aproximado del IDT para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, de un modelo matemático general de Índice de Dependencia Tecnológica aplicable a otros subsistemas productivos-tecnológicos	115
Generación de los criterios de universalidad que permitan extrapolar este índice a cualquier empresa cuyo subsistema productivo-tecnológico sea similar al de la Planta Simón Bolívar	119

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	123
Recomendaciones	128
Referencias Bibliográficas	131
Anexos	139

ÍNDICE DE CUADROS/TABLAS

Cuadro N°	Pág.
1. Cinco revoluciones tecnológicas sucesivas (1.700-2.000)	42
2. Los subsistemas organizacionales, definición, función, enfoque y mecanismos	62
3. Procesos generales de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial según subsistema organizacional (Población o muestra de estudio)	66
4. Procesos eslabonados del proceso general de producción en el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial. Muestra de estudio	68
5. Distribución en Planta	73
6. Ficha Técnica de la Planta Simón Bolívar	74
7. Procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, características, propiedades aportadas al tubular y tecnologías empleadas	78
8. Posibles valores para el peso relativo de dependencia tecnológica en el proceso i-ésimo (Pdti) del subsistema productivo-tecnológico en la Planta Simón Bolívar	99
9. Diseño aproximado de la MDT	108
11. Cuadros de criterios de universalidad	120

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico N°	Pág.
1. Diferencia en las condiciones y determinaciones originarias del capital central y periférico	54
2. Población y muestra del trabajo de investigación	69
3. Procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial	76
4. Descomposición del peso relativo de dependencia tecnológica (Pdt) de la tecnología tangible e intangible en el proceso de roscado en la Planta	89
5. Descomposición del peso relativo de dependencia tecnológica (Pt) de la tecnología tangible e intangible en el proceso de roscado en la Planta	100

“La tecnología, que *como capital* se vuelve contra el hombre como un “poder ciego”, autónomo, brutal, debería primero ser rescatada de la subsunción que sufre como momento del sistema de valorización del capital, para poder ser un instrumento del trabajo del hombre a su servicio. El proceso de liberación es también liberación de la tecnología *para el hombre*”

Enrique Dussel, 1984, *Carlos Marx, Cuadernos Tecnológicos*, p.72

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objeto de estudio central, el análisis de la dependencia tecnológica en el subsistema productivo-tecnológico de las empresas con procesos eslabonados. Este fenómeno que, según Dos Santos (2011), se profundiza a partir de la posguerra, adquiere dimensiones verdaderamente problemáticas aún en la época actual, traducéndose en una <<trampa>> para las empresas e industrias de economías subdesarrolladas o periféricas.

La dependencia tecnológica industrial, es el producto del desarrollo desigual del capitalismo histórico que condena a los países periféricos a ser consumidores pasivos, importadores, o apéndices de la producción tecnológica de los países y capitales centrales; es una condición que reniega las capacidades endógenas para el desarrollo tecnológico autocentrado y limita, en consecuencia, las capacidades industriales de las empresas periféricas.

Bajo ese contexto, es previsible afirmar que el dominio de la tecnología es un correlato más del dominio económico global; es, en definitiva, una forma de ejercicio de este poder. Quién tenga el dominio tecnológico sobre una rama o varias ramas de la producción, puede controlar el mercado de los componentes tecnológicos tangibles e intangibles, los flujos de tales insumos que se distribuyen planetariamente y, sobre todo, las ganancias extraordinarias que se producen como resultado de tal relación de dominio.

Así pues, la dependencia tecnológica es apenas un mecanismo que asume la dependencia en general, para operar la transferencia de plusvalor, ganancias o excedentes de los países periféricos hacia los países centrales. Sin embargo, la dependencia tecnológica tiene un rasgo particular, y es que implica la apropiación por

parte de los capitales de los países centrales de las condiciones materiales —tangibles e intangibles— de los procesos de producción, es decir, es la apropiación de las condiciones materiales de trabajo que permiten cualquier producción posible.

En este sentido, Venezuela, no escapa a esta realidad. A pesar de que existe el reconocimiento oficial —por parte del Estado Venezolano— del carácter dependiente de nuestra economía y, además, es un hecho obvio que no escapa a la visión común (Venezuela no es un país productor de tecnologías; es un país consumidor de tecnología foránea atado aún a la trampa de la dependencia tecnológica), no se conoce en qué nivel Venezuela es dependiente tecnológicamente, ni existe una herramienta estadística destinada a tal fin. Resulta quimérico entonces, plantear una política de desarrollo científico tecnológica, sin conocer dónde y en qué nivel habitan estos nudos de dependencia tecnológica.

Para empezar a explorar sobre este tema, la presente investigación se propone bajo la modalidad de Proyecto Factible, realizar un planteamiento aproximado de Índice de Dependencia Tecnológica (IDT) para estimar esta condición de dependencia en el subsistema productivo-tecnológico de las empresas que la padecen. Se toma como caso de estudio a la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial y su subsistema productivo-tecnológico para derivar, de sus procesos productivos eslabonados, tal herramienta.

Para tal fin, la presente investigación se articula en cinco capítulos:

- a. El primero define el planteamiento del problema, así como los objetivos que se persiguen con el presente estudio. También se expone el alcance y la justificación del mismo.
- b. En el segundo capítulo, se exponen los antecedentes teóricos y las bases conceptuales que delimitan el estudio.

- c. El tercer capítulo, explica el tipo y diseño de la investigación, así como la población, muestra y las técnicas de recolección y tratamiento analítico de los datos.
- d. El cuarto capítulo, desarrolla las propuestas frente a la problemática planteada, por objetivo específico de manera detallada. Se aportan algunos criterios de universalidad que pueden hacer posible extrapolar el IDT para otras empresas más allá de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial.
- e. El quinto capítulo, cierra la investigación denotando las conclusiones y recomendaciones a las que el investigador llega después del recorrido investigativo realizado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

I.1.- Planteamiento del Problema

Es un hecho reconocido universalmente la influencia decisiva que adquiere la ciencia y la tecnología en las sociedades contemporáneas, sobre todo en lo referido al desarrollo económico. Según Lander (1992), los procesos científicos tecnológicos tienen una importancia medular como asuntos políticos y económicos debido a su capacidad para afectar y transformar todas las esferas de la vida, desde la comunicación hasta los más variados procesos industriales.

A pesar de este contexto, el desarrollo científico tecnológico no es lineal ni determinista, es decir, no es un sendero recto donde los países periféricos son conducidos por obra y gracia de tal desarrollo, desde estadios de precariedad económica hacia mayores niveles de vida (Lander,1992). Al contrario, como se plantea en el Informe de la UNESCO sobre la ciencia. Hacia 2030, las Naciones Unidas, están debatiendo en la actualidad, cómo materializar la propuesta de un “banco de tecnología para los países menos adelantados” (UNESCO,2015:19) que permita saldar las disparidades existentes en la producción y acceso de tecnologías más desarrolladas por parte de este enorme grupo de países.

Algunas cifras de interés, muestran tal disparidad del desarrollo científico-tecnológico a nivel global:

la distribución de la inversión en conocimiento sigue siendo desigual. Los Estados Unidos siguen ocupando una posición predominante con el 28% de la inversión global de I+D. China ha pasado al segundo lugar (20%) por

delante de la Unión Europea (19%) y el Japón (10%). El resto del mundo representa el 67% de la población mundial pero sólo el 23% de la inversión mundial en I+D para el año 2013. (UNESCO,2015:13)

Este hecho “resalta la persistente concentración de los recursos de I+D en unas cuantas economías muy desarrolladas o dinámicas” (UNESCO,2015:14). En cuanto a las llamadas patentes triádicas¹, en 2013, “la dominación de las economías de ingresos altos resulta sorprendente” (UNESCO,2015:19). Así mismo, en relación al volumen de investigadores en el mundo, la misma UNESCO (2015) afirma:

la Unión Europea sigue siendo líder mundial en cuanto a número de investigadores, con una proporción del 22.2%. Desde 2011, China (19.1%) ha superado a los Estados Unidos (16.7%). La proporción que representa el Japón a nivel mundial se ha contraído del 10.7% (2007) al 8.5% (2013), y la de la Federación de Rusia del 7.3% al 5.7%. Los Cinco Grandes siguen representando el 72% de los investigadores, mientras que, las economías de ingresos medianos bajos y bajos, sumadas, tan sólo el 7.7% (UNESCO,2015:14).

A pesar de que estas cifras muestran la actualidad de ciertos indicadores del desarrollo científico-tecnológico global, no pueden explicar las causas de tales resultados; es decir, las causas de tales disparidades. Esto es debido, a que estos números son expresiones de una dinámica del desarrollo desigual propia del sistema capitalista mundial (Amin,1975) y, por tanto —más que citar números simplemente— se trata de colocar bajo la lupa analítica la lógica subyacente de este desarrollo desigual, especialmente referida al desarrollo científico-tecnológico.

Para encontrar tal explicación causal, surge a mediados de los años 60 del siglo pasado, en América Latina, la categoría de la <<dependencia>>. Según Dos Santos (2011:XXVII) las relaciones de dependencia son “aquellas en que un país sólo puede

¹ “El número de patentes triádicas, término que hace referencia al registro de una misma invención por parte de un mismo inventor ante las oficinas de patentes de los Estados Unidos, la Unión Europea y el Japón, proporciona un indicador de la propensión de un país a tratar de ganar competitividad basada en la tecnología a nivel mundial” (UNESCO,2015:19)

desarrollarse e impulsarse en función del desarrollo del otro”; éstas abarcan tres niveles:

a) una economía mundial dirigida por monopolios tecnológicos, financieros y comerciales capitalistas, b) relaciones económicas que impulsan la expansión de estos monopolios y establecen una división del trabajo y c) la formación de estructuras internas dependientes que asimilan estos condicionamientos (Dos Santos,2011:XXVII).

La dependencia tiene una esencia, una historia y mecanismos concomitantes. Como esencia, Dussel (2015) explica que el objetivo de la dependencia es la transferencia de plusvalor, excedentes o ganancias económicas de unos países y capitales menos desarrollados a otros países y capitales más desarrollados; de aquí se desprende, por tanto, que si la dependencia condiciona el desarrollo de los países (Dos Santos,2011) lo hace precisamente para operar tal transferencia. De allí la enorme diferencia de acumulación de capital entre los países, cuestión que estudia Piketty (2014) en su libro *El Capital en el Siglo XXI*.

Históricamente, la dependencia tiene —al menos— tres etapas diferenciadas según sus mecanismos concomitantes. Según Dos Santos (2011) la primera es la dependencia colonial, fundada en el trabajo esclavo africano, americano y asiático, para generar riquezas a las metrópolis europeas. Es la época de la hegemonía de los capitales financieros y comerciales europeos que les proporcionará una “sobreacumulación originaria de capital” (Dussel,2015:123). La segunda, la dependencia tecnológica-financiera, surge a raíz de la revolución industrial inglesa, francesa y estadounidense, donde estos países exportan capitales a los países periféricos para el montaje de un aparato agro y minero exportador.

Los insumos y materias primas básicas para el desarrollo de estos países donde se desarrollaba la revolución industrial, eran importadas desde sus colonias o excolonias en ultramar. La tercera etapa comentada por Dos Santos (2011), corresponde a la

dependencia tecnológica-industrial. la cual surge en el escenario de la posguerra, después del año 1945, y en el período de la guerra fría, prolongándose hasta nuestros días. Por ello se dice que esta etapa:

corresponde al período en que los países centrales alcanzan la revolución científico-técnica y transfieren, mediante las corporaciones multinacionales —preferencialmente como capital—, tecnologías industriales relativamente obsoletas para impulsar la industrialización de los países periféricos. Eso es posible porque, con el desarrollo de la ciencia, las tecnologías se vuelven moralmente obsoletas antes del agotamiento de la vida útil, lo que posibilita su reutilización por los países hegemónicos en regiones donde puedan representar liderazgo tecnológico (Dos Santos, 2011: XXIX).

La dependencia tecnológica-industrial tiene entonces, según Dos Santos (2011), una duración aproximada de 60 años hasta la actualidad. Su especificidad —que la hace diferente a las demás dependencias— proclama el dominio sobre los aspectos tangibles (medios de producción, piezas, partes, suministros) e intangibles (marcas, licencias, software) de la tecnología industrial de los países subdesarrollados o periféricos. Esta postura es apoyada por Amin (1975) indicando que:

la apropiación del excedente generado en la periferia por el capital central depende directamente de la apropiación por este capital de los medios de producción principales. ¿Es esta apropiación directa una condición necesaria para la transferencia del excedente? Desde luego que no. Podemos suponer que la dependencia tecnológica tenderá poco a poco a sustituir la dominación por la apropiación directa. El monopolio del suministro de las piezas de recambio, las marcas y todas las formas de propiedad moral, permiten cada vez más extraer una fracción mayor de la plusvalía generada en una empresa sin siquiera poseerla jurídicamente. Actualmente es posible imaginar una economía totalmente dependiente cuya industria continúe siendo propiedad nacional e incluso pública (Amin, 1975: 242).

La apropiación de los medios de producción principales a los que alude Amin (1975), más el monopolio de los suministros industriales y de la tecnología intangible:

“marcas y todas las formas de propiedad moral” (Amin:1975,242), por parte de los países centrales y sus capitales, constituyen rasgos de la dependencia tecnológica industrial de un país periférico. Con todo lo antes expuesto, surgen algunas preguntas necesarias, siendo Venezuela un país perteneciente a la periferia: ¿cuál es el nivel de dependencia tecnológica que el país tiene? ¿cómo medirla en las industrias nacionales? ¿cómo trascender en el porvenir esta trampa que ahoga a los países de la periferia?

Estas preguntas guardan un nivel de articulación muy significativo, debido a que no existen estimadores para poder definir con cierta exactitud el grado o nivel de dependencia tecnológica en las industrias venezolanas y, ante tal desconocimiento, resulta quimérica la ejecución de políticas destinadas a trascender la dependencia tecnológica. En este sentido, ante la realizada venezolana cabe la siguiente interrogante: ¿se puede superar la dependencia tecnológica en PDVSA si se desconocen los niveles de tal condición presentes en sus procesos productivos?

Para dar respuesta a esta pregunta, es necesario explorar la realidad venezolana ante el tema de la dependencia tecnológica. La República Bolivariana de Venezuela, según lo indica el Programa de la Patria 2013-2019, es reconocida formalmente por el Gobierno Nacional como dependiente tecnológicamente, al apuntar que “no nos llamemos al engaño...la formación socioeconómica de Venezuela es capitalista, rentista y dependiente” (Presidencia de la República, 2012:2). Igualmente, en el Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2005-2030, el Ministerio de Ciencia y Tecnología (2005:124) estipula como objetivo estratégico: “promover la independencia científica y tecnológica con la finalidad de alcanzar mayores niveles de soberanía científico-técnica para el país”. Todo esto, en aras de comenzar a desarrollar ciencia y tecnología dentro del país que permita romper el yugo tecnológico presente.

Así mismo, en la Reforma a la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI, 2010) modificada en el año 2010, se puede evidenciar, en su Artículo 27 que:

a los fines de la presente Ley, las siguientes actividades serán consideradas como factibles de ser llevadas a cabo con los aportes de a la Ciencia, la Tecnología, la Innovación y sus aplicaciones. 1) Proyectos de innovación relacionados con actividades que involucren la obtención de nuevos conocimientos o tecnologías en el país, con participación nacional en los derechos de propiedad intelectual, en las áreas prioritarias establecidas por la Autoridad Nacional con competencia en ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones: a) Sustitución de materias primas o componentes para disminuir importaciones o dependencia tecnológica. (p.16)

Con lo antes expuesto es posible inferir que sí existe dependencia tecnológica en el país y que, además, es un problema que debe ser superado progresivamente. El hecho de que se reconozca oficialmente que la estructura socioeconómica es dependiente y que se dediquen políticas públicas para dar al traste con esta situación, implica necesariamente su existencia. Por otro lado, a nivel de cifras, según el Grupo Banco Mundial (2016; en línea), los pagos (*payments*) realizados por Venezuela para la utilización de propiedad intelectual de no residentes, han pasado en 1996, de 2 MM USD a 382 MM USD en el año 2015; teniendo un ascenso progresivo².

Otro indicador aproximado que puede ser favorable para clasificar a Venezuela como país dependiente, es la tasa de dependencia de la RICYT (Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia Tecnología e Innovación). La tasa de dependencia mide la proporción de patentes solicitadas por no residentes y las solicitadas por residentes de un país. Venezuela en el año 2009 -último año del registro- tiene una tasa de dependencia de 22.58 (RICYT:2016; en línea), es decir, la solicitud de patentes en el país por parte de extranjeros es 22.58 veces más alta que la realizada por nacionales. Lo ideal es que esta tasa sea inferior a uno (1).

² Grupo Banco Mundial (2016). Indicadores del desarrollo mundial: Ciencia y tecnología. Disponible en <http://data.worldbank.org/indicator/BM.GSR.ROYL.CD?locations=VE>. Consultado:15 de octubre de 2016.

A nivel de la región —América Latina y el Caribe— la tasa de dependencia para el año 2009 es de 4.60 (RICYT:2016; en línea)³, lo que significa que en Venezuela este indicador es 17.98 veces más alto —para el 2009— que la media latinoamericana y caribeña. Ahora bien, luego de caracterizar a Venezuela como dependiente tecnológicamente, han quedado varias preguntas abiertas. El determinar en qué grado o proporción aproximada existe dependencia tecnológica en las industrias nacionales, lleva a preguntar más profundamente ¿cuál es la herramienta más indicada para realizar esta estimación y cómo puede aplicarse a la industria nacional? Este es el *quid* del asunto de la presente investigación.

Es importante recalcar, dentro del tema de la medición de la dependencia tecnológica en el país, que en los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística (INE), ni en las estimaciones del Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ONCTI) se consiguen indicadores de dependencia tecnológica industrial. Es por ello que, la presente investigación tiene como propósito aproximar el diseño de un modelo de Índice de Dependencia Tecnológica (IDT) que pueda aplicarse a la industria nacional para hacer tal discernimiento, y contribuir, imperativamente, como herramienta de análisis, al diseño de políticas público-privadas en ciencia, tecnología e innovación.

La manera como este IDT puede aplicarse a la industria nacional, es haciendo un análisis a nivel microeconómico por empresa, específicamente, en el subsistema productivo-tecnológico de éstas. Ya que, sí se infiere la existencia de dependencia tecnológica en una empresa, se puede conseguirla en las máquinas, herramientas e insumos tecnológicos tangibles y también intangibles utilizados en la producción. El subsistema productivo-tecnológico de una empresa está relacionado “con el proceso de

³ RICYT (2016). Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación. Disponible en www.ricyt.org/indicadores. Consultado: 15 de octubre de 2016.

transformación o procesamiento de energía. Su función es satisfacer los requerimientos de la tarea central (producir)” (Dávila,2001:248).

Por lo tanto, se trata de aproximar el diseño de un modelo de Índice de Dependencia Tecnológica en el subsistema productivo-tecnológico de una empresa en particular. Para tal fin, la presente investigación toma como caso de estudio al subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, ubicada en la Parroquia Rafael Urdaneta, Municipio Valencia del estado Carabobo. Esta empresa forma parte del conglomerado de PDVSA Industrial y cumple una función estratégica en el sector petrolero de la economía nacional: el tratamiento y transformación de tuberías sin costura para la extracción del preciado hidrocarburo en los pozos de la Faja Petrolífera del Orinoco.

En base a lo expuesto, esta propuesta de investigación surge ante un campo poco explorado cuantitativamente: el de las estimaciones de dependencia tecnológica al nivel del subsistema productivo-tecnológico de las empresas. Se espera que tal esfuerzo permita contribuir —aunque sea incipientemente— con el conocimiento más aproximado sobre el fenómeno de la dependencia tecnológica en el país y, sobre todo, a crear políticas efectivas para su superación progresiva en la industria petrolera nacional.

I.2.- Objetivos de la Investigación

I.2.1.- *Objetivo General*

Proponer una aproximación al modelo de Índice de Dependencia Tecnológica (IDT) aplicable al subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, que sirva para la estimación cuantitativa de tal condición.

I.2.2.- *Objetivos específicos*

- Definir los criterios de dependencia tecnológica para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial.
- Definir el diseño matemático aproximado del Índice de Dependencia Tecnológica (IDT) para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial.
- Definir el diseño aproximado de un instrumento de registro y recolección de datos de dependencia tecnológica para el subsistema productivo-tecnológico de las empresas.
- Deducir del diseño matemático aproximado del IDT para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, un modelo matemático general de Índice de Dependencia Tecnológica aplicable a otros subsistemas productivos-tecnológicos.
- Generar los criterios de universalidad que permitan extrapolar este índice a cualquier empresa cuyo subsistema productivo-tecnológico sea similar al de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial.

I.3.- Alcance de la Investigación

Por ser un campo de estudio poco desarrollado cuantitativamente, el modelo de índice de dependencia tecnológica para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial que propone la presente investigación, tiene varias limitaciones:

- a. Se trata de un prototipo de modelo de índice de dependencia tecnológica y de su instrumento de recolección; no es una propuesta acabada o concluyentemente establecida.
- b. Sólo considera la estimación de la dependencia tecnológica en el subsistema productivo-tecnológico porque allí se concentran las actividades productivas centrales y directas de la empresa. No realiza mediciones en los subsistemas de mantenimiento, apoyo, adaptación o directivo-gerencial.
- c. Por razones de discrecionalidad en el manejo de la información relativa al subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, la gerencia se reservó los datos particularizados correspondientes a la tecnología tangible e intangible utilizadas en los procesos productivos, por lo que nada más se cuenta con información parcial y general sobre tales procesos. Tal asimetría de información, si bien permite aproximar el diseño matemático del IDT para la empresa, no permite su aplicación.
- d. El prototipo de modelo matemático general de IDT derivado del propuesto para la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, es aplicable a: 1) empresas de generación, extracción, tratamiento o transformación total y/o parcial de un objeto de trabajo (sea un material bruto natural o materias primas) en un bien o grupos de bienes; 2) empresas cuyo producto final es un bien o grupos de bienes y no la prestación de servicios y 3) empresas con un flujograma de procesos productivos encadenados destinados a obtener tales productos.
- e. Se consideran las tecnologías tangibles (aparatos, máquinas, herramientas, piezas, partes, equipos y demás) como parte de la medición del índice, pero, al nivel de tecnologías intangibles, sólo se considera la dependencia de patentes,

licencias y software. Se excluye la tecnología subjetiva, es decir, lo referido a los procesos de formación y cualificación técnica de la fuerza de trabajo.

I.4.- Justificación de la investigación

La presente investigación se muestra como un aporte dentro de un campo poco explorado, el de la estimación cuantitativa de la dependencia tecnológica en la industria nacional. Dado que la mayoría de la investigación sobre el tema se focaliza en la comprensión teórica de las dinámicas, rasgos y características de tal condición, presentar una propuesta aproximada de índice para la estimación de los grados o niveles de dependencia tecnológica existente en una empresa petrolera como la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, significa dar un paso adelante en la construcción de su conocimiento empírico.

En otro sentido, la investigación presente se justifica porque la dependencia tecnológica es una condición que prevalece en las formaciones socioeconómicas periféricas o subdesarrolladas. Es un problema central de su desarrollo; es una condición condicionada condicionante que genera estructuras internas políticas, económicas y sociales proclives al subdesarrollo endémico. Por esta razón, el discernimiento sobre los grados o niveles de dependencia tecnológica permite plantear políticas que garanticen una mejor posición relativa del país periférico, frente a los oligopolios tecnológicos internacionales.

Además, no solo basta con hacer comparaciones cuantitativas entre países desarrollados y subdesarrollados con los indicadores de ciencia, tecnología e innovación que, en ciertos casos, no son asimilables para las realidades de nuestros países. Comprender las especificidades del desarrollo tecnológico de los países

dependientes, como Venezuela, pasa por dar respuestas a un nivel empírico-estadístico de tal condición. Con el presente estudio se trata de hacer una propuesta en este sentido.

Para finalizar, en el aspecto personal, permite al autor investigar sobre un tema apasionante y que, vinculado a experiencias pasadas en la aplicación de indicadores de eficiencia en empresas públicas, puede resultar muy útil para la prescripción de políticas público-privadas que den al traste con esta situación de dependencia tecnológica que padecemos. Además, proporciona la satisfacción por un trabajo académico que puede ser un incentivo para la producción de nuevos trabajos, mejores y más completos, con resultados plenamente constatables y cada vez más cercanos a esta realidad compleja que abordamos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En esta sección se hace referencia a los fundamentos conceptuales que sustentan el marco teórico del problema de investigación. A fines de aportar un tratamiento correcto a tal cuestión, se debe proceder, de acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2010:52), exponiendo y analizando “las teorías, las conceptualizaciones, las investigaciones previas y los antecedentes en general que se consideren válidos para el correcto encuadre del estudio”. De esta forma, el desarrollo del marco teórico consta de dos fases interdependientes: a) los antecedentes de la investigación y b) las bases teóricas que sirven de sustrato analítico al tratamiento del problema propuesto.

II.1.- Antecedentes de la investigación

II.1.1.- La relación entre la tecnología y la producción en la empresa: los índices de Malmquist

Los índices Malmquist tienen su origen en la teoría microeconómica del consumo (Lanteri, 2002). Su creador Sten Malmquist (1917-2004) economista y estadístico sueco, los introduce por vez primera en su obra *Index numbers and indifference Surface* (1953), para hacer evaluaciones sobre los niveles de demanda de algunos bienes. Este aporte, coincide temporalmente con el importante aporte de Solow (1957) a la comprensión del papel del cambio tecnológico en el crecimiento económico: la noción de la productividad total de los factores (PTF) o <<residuo de Solow>> indica la

magnitud de la contribución del progreso tecnológico al crecimiento del producto real per cápita (Andrade, Gaspar y Bittencourt, 2014).

Según (Lanteri,2005:10), “los índices Malmquist permiten descomponer los cambios de productividad en un componente de eficiencia técnica y en otro de progreso tecnológico”, por lo tanto, permiten distinguir:

...el componente <<cambio técnico>> y el componente <<cambio en la eficiencia>>. El componente <<cambio técnico>> refleja el desplazamiento de la frontera de posibilidades de la producción y, desde ese punto de vista, puede considerarse equiparable al residuo de Solow que, como es sabido, se calcula bajo el supuesto de comportamiento optimizador. por otra parte, cualquier movimiento de acercamiento a la frontera representa una mejora en la eficiencia técnica, que puede tener su origen en la acumulación de conocimiento vía learning by doing, difusión de tecnología, mejora en las prácticas directivas, etc. (López-Pueyo, Barcenilla, Mancebón, Sanaú,2008:408)

Las aplicaciones del índice Malmquist crecen por la necesidad de “aportar nueva evidencia” (López-Pueyo et al., 2008) sobre los factores determinantes en el crecimiento o disminución de la PTF en los países. Si la PTF constituye un elemento fundamental del crecimiento y desarrollo económico capitalista ¿no puede la dependencia tecnológica de los países periféricos tener un impacto negativo sobre ésta? Bajo esa consideración, los índices Malmquist, representan un antecedente aproximado al problema de investigación planteado.

II.1.2.- La Tasa de dependencia en las estimaciones de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT)

La Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana-, de la que participan todos los países de América, junto con España y Portugal, surgió a partir de una propuesta del Primer Taller Iberoamericano sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología, realizado en Argentina a fines de 1994. La RICYT fue adoptada por el programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo (CYTED)

como red iberoamericana y por la Organización de Estados Americanos (OEA) como red interamericana. Su puesta en marcha se hizo efectiva a fines de abril de 1995 (RICYT, 2016. Red de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación. Disponible en <http://www.ricyt.org/index>. Consultado: 15 de octubre de 2016).

Esta iniciativa se adelanta al llamado que hace la UNESCO (2015) de establecer indicadores fiables y regulares de ciencia y tecnología como apenas vienen creándose en el África con la Iniciativa Africana sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología o en algunas economías árabes. El objetivo general de la red es:

promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica, en un marco de cooperación internacional, con el fin de profundizar en su conocimiento y su utilización como instrumento político para la toma de decisiones (RICYT, 2016. Objetivos de la RICYT. Disponible en <http://www.ricyt.org/objetivos>. Consultado: 15 de octubre de 2016).

Como reconoce uno de sus fundadores, la RICYT, desde sus inicios, “trató de llenar un hueco en América Latina con relación a una métrica que permitiera conocer el estado de la ciencia en los diferentes países” (Sebastián, 2015:37), con el fin de “adaptar los indicadores tradicionales elaborados en los países con mayor desarrollo en ciencia y tecnología a la realidad de los países latinoamericanos” (Sebastián, 2015:37), pero, también, para proponer nuevos indicadores que asimilen las especificidades del desarrollo económico de la región latinoamericana, caribeña e Iberoamericana.

Bajo este imperativo, el Manual de Bogotá (RICYT, 2001) establece lo siguiente:

las especificidades existentes a nivel regional, nacional e, incluso, local, que distinguen a las firmas latinoamericanas de sus pares localizadas en los países más desarrollados de la OECD, están relacionadas con las características particulares de sus respectivos Sistemas de Innovación, la conformación de los mercados en que operan, el tamaño y las características de la firma predominante, el grado y carácter de la inserción internacional de la economía, entre otros aspectos. Esto obliga a reflexionar acerca de cuáles son las formas más adecuadas que deben asumir los ejercicios de medición y hasta qué punto es pertinente el

empleo de procedimientos y criterios (como los sugeridos en el Manual de Oslo) cuyo diseño responde a experiencias surgidas de realidades no necesariamente (o, al menos, no totalmente) asimilables a las de nuestra región. (RICYT,2001:15)

Todo este esfuerzo propositivo de la RICYT ha sido sistematizado y colocado en internet para su difusión pública. Sin embargo, a efectos de antecedente de la presente investigación, se puede destacar un índice que pertenece al grupo de las patentes: la Tasa de dependencia. La Tasa de dependencia (*Dependency rate*) es igual a la siguiente fórmula: “Tasa de dependencia: Patentes solicitadas por no residentes / patentes solicitadas por residentes” (RICYT, 2016. Grupo de indicadores de CTI. Disponible en <http://db.ricyt.org/query/TDEP>. Consultado: 15 de octubre de 2016)

Ahora bien, ¿por qué se considera este indicador como antecedente del problema planteado en la investigación? porque: a) trata de medir una relación —al nivel de patentes— de dependencia entre actores extranjeros y nacionales que participan en el campo tecnológico, b) por tratar de aprehender esta relación de dependencia, estima una cualidad inherente del desarrollo capitalista periférico y c) porque constituye un esfuerzo sistematizado con peso y prestigio internacional.

II.1.3.- La autonomía tecnológica como indicador del desarrollo económico

En un artículo publicado en el año 2009 llamado Transformación Industrial, autonomía tecnológica y crecimiento económico: Colombia 1925-2005, los economistas colombianos Ortiz, Uribe y Vivas, refieren, como la desaceleración económica de ese país, a partir de 1980, es producto (entre otros factores) de la pérdida de autonomía tecnológica en la industria nacional; a este respecto afirman:

las sendas entrelazadas de la transformación industrial y la autonomía tecnológica han incidido en el crecimiento económico de Colombia. La leve aceleración económica del período 1925-1979 se relaciona con la industrialización nacional. Y la desaceleración económica a partir de 1980, se explica por el congelamiento de la transformación industrial, la

pérdida de autonomía tecnológica y los cuellos de botella generados por la escasa inversión pública del país. (Ortiz, Uribe y Vivas, 2009:1).

En tal sentido, y por motivos de su cercanía conceptual con el problema de estudio que la presente investigación trata de dilucidar, se toma a la autonomía tecnológica como el elemento a observar analíticamente. Para Ortiz *et al.*(2009) esta variable clave, del desarrollo económico puede ser descrita como:

por ésta se entiende la capacidad nacional de generar los medios de producción, y se mide con la fracción del acervo de maquinaria y equipo que se genera internamente. Una visión más amplia de la autonomía tecnológica debería incluir, además, la capacidad de gestión y adaptación de tecnología; aunque es obviamente difícil medir tal capacidad, se puede argumentar que su existencia se relaciona, por efecto de aprendizaje y difusión, con la capacidad interna de generar maquinaria y equipo. (Ortiz *et al.*, 2009:3).

Ahora bien, la medición de tal capacidad o grado de autonomía tecnológica nacional es, en consecuencia, un asunto de vital importancia para el desarrollo económico. ¿Cómo puede realizarse tal estimación?, según estos autores (Ortiz *et al.*, 2009) la autonomía tecnológica puede ser medida de la siguiente manera:

para medir la magnitud de la autonomía tecnológica, en este trabajo se utiliza como indicador la fracción nacional del acervo en maquinaria y equipo. Los datos requeridos para el cálculo del indicador se presentan y explican en el Anexo 2 y el Apéndice. Su escogencia viene dada casi que por descarte. Los componentes de la formación bruta de capital fijo son los siguientes: vivienda, otros edificios y construcciones, mejoras de tierras, equipo de transporte, y maquinaria y equipo. En consecuencia, la tecnología, especialmente la que se utiliza en las actividades productivas, viene incorporada primordialmente en el rubro de maquinaria y equipo. (Ortiz *et al.*, 2009:24).

Como puede observarse, un método sugerido por los autores, es la utilización del indicador de la fracción nacional del acervo en maquinaria y equipo. Ésta fracción, que forma parte de la formación bruta de capital fijo (FBKF), es extraída de esta cuenta nacional y utilizada analíticamente para los fines de relacionarla con las diversas etapas

del desarrollo económico colombiano en el período referido anteriormente (1925-2005). En tal sentido, la evolución de la autonomía tecnológica colombiana, forma parte del estudio histórico de tal variable adecuada a los distintos modelos de desarrollo adoptados en ese país.

Siendo entonces la autonomía tecnológica una variable que trata sobre las capacidades tecnológicas nacionales, referidas a la generación de medios de producción, se puede inferir que ésta se encuentra muy vinculada a la dependencia tecnológica. En efecto Ortiz *et al.*(2009) refieren a la dependencia tecnológica como opuesta inmediata a la autonomía tecnológica, en el sentido de que, mientras una trata sobre las capacidades tecnológicas nacionales, la otra “se presta para una caracterización del subdesarrollo” (Ortiz *et al.*,2009:3)

Con base en estas razones expuestas, se puede inferir de manera categórica, que la variable autonomía tecnológica y su método de estimación, son antecedentes cercanos al problema de estudio de la presente investigación.

II.1.4.- Trabajos de grado relacionados al problema de estudio

A. Estudio sobre el desarrollo de una división de petróleo en la empresa Quimaninca para la sustitución del capital y tecnología extranjera involucrada en la industria petrolera en función de lo establecido en la V rueda de negocios (Thomas y León, 2007): En el referido trabajo se menciona la necesidad de PDVSA y el Estado Nacional, a través de una rueda de negocios con empresas privadas, de sentar las bases para la sustitución efectiva de las importaciones en insumos vitales de la industria petrolera, especialmente del área química. Los demulsificantes son un producto utilizado en la extracción de crudo, que está dominado por empresas transnacionales. Para el fin de estimar las verdaderas posibilidades de generar tecnología interna de tales empresas y,

además, sustituir efectivamente capital y tecnología extranjera, se propone calcular requerimientos tecnológicos, organizativos y establecer un plan de negocios de la empresa Quimaninca, como caso de estudio.

- B. Patentes e innovación en el sector petrolero de Venezuela durante el período 1980-2005 (Anchundia y Rojas, 2009):** Esta investigación, realiza un análisis de la innovación y las solicitudes de patentes referidas al período 1980-2005 en el país, por parte del sector petrolero. Se toman datos del Servicio Autónomo de Propiedad Intelectual (SAPI) sobre solicitudes de patentes y se compara además con el PIB destinado a I+D. El resultado que se arroja de la evaluación, para el período citado, es que existe poca participación en los registros de solicitudes de patentes y poca capacidad innovativa hacia el país y en el país de parte del sector petrolero, lo que obviamente, forma parte de la situación de dependencia tecnológica que sufre la industria petrolera nacional.
- C. Análisis de las solicitudes de patentes presentadas en el SAPI por los autores venezolanos entre el período 2005-2010 (Viloria, 2014):** Este trabajo, indaga sobre el número de autores, el género y los tipos de innovaciones que solicitan patentar los venezolanos. Se analiza de igual manera, las políticas públicas en materia de innovación implementadas en el período de estudio, así como los resultados obtenidos de la implementación de éstas. Con datos del SAPI, se concluye que la tendencia a patentar por parte de venezolanos ha venido declinando, menos en el sector de perforación del suelo y la exploración minera. Esta investigación permite, en consecuencia, revisar la actualidad de la actividad de innovación en el país y detallar por sectores, cuales avanzan y cuales permanecen estancados. Por lo tanto, se puede inferir que una economía poco innovadora, es el correlato de una economía dependiente tecnológicamente.

II.2.- Bases teóricas

Las bases teóricas forman parte del esquema conceptual que representan durante el desarrollo de la investigación los distintos criterios que manejan los autores y sus enfoques con el objeto de estudio, para lo cual se hizo necesaria la consulta de bibliografías y textos. Para Arias (1999:14) las bases teóricas “comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado”.

En el caso de la presente investigación, su objeto de estudio está implicando en múltiples niveles de razonamiento analítico sin los cuáles es imposible discernirlo suficientemente. En tal sentido, se parte de una caracterización primaria de la tecnología como capital y como parte de la Composición Orgánica del Capital, para realizar un desplazamiento hacia las revoluciones científico-tecnológicas en la sociedad capitalista, los problemas del desarrollo, subdesarrollo, dependencia y dependencia tecnológica, la teoría de la *path dependency*, así como el enfoque de la organización sistémica.

II.2.1.- La tecnología como capital y como parte de la Composición Orgánica del Capital (COC)

En un primer momento del tratamiento analítico de la tecnología como capital, se debe comprenderla en un sentido amplio:

la tecnología, es el momento subjetivo (destreza del obrero) y objetivo (ciencia, conocimientos técnicos e instrumentos materiales: máquinas, etc). Esta cuestión se trata especialmente siempre como una determinación del *Arbeitsprozess* (proceso de trabajo), para producir el valor de uso, el “sustrato material del valor de cambio”. En este sentido la tecnología se encuentra como una determinación material, esencial, primera. (Dussel,1984:26).

La tecnología es, por tanto, un momento subjetivo de destrezas del obrero, y objetivo, en cuanto también es ciencia, conocimientos técnicos e instrumentos materiales para desarrollar una actividad productiva. Tal duplicidad, permite inferir que, combinando ambos momentos, se está ejecutando un proceso de trabajo destinado a producir un valor de uso, u objeto útil cualquiera y que, esta posibilidad tecnológica, es una determinación primera del acto productivo. Ahora bien, si la tecnología es esencial para el proceso de trabajo, ¿cómo se incorpora la tecnología en el proceso de trabajo, pero ahora destinado a producir capital? Marx (2014) refiere:

la parte del capital que se invierte en medios de producción, es decir, en materias primas, materias auxiliares y medios de trabajo no cambia su magnitud de valor en el proceso de producción. Por eso la llamo parte constante del capital o más concisamente, capital constante. En cambio, la parte del capital invertido en fuerza de trabajo cambia su valor en el proceso de producción. Además de reproducir su equivalente, arroja un excedente, la plusvalía, que puede, a su vez, ser mayor o menor. Esta parte del capital se convierte continuamente de una magnitud constante en otra variable. Le doy por ello, el nombre de parte variable del capital o, más concisamente, capital variable. (Marx,2014:189).

Así, en el proceso de producción capitalista, la tecnología objetiva entra como <<capital constante>> y la subjetiva (fuerza de trabajo) como <<capital variable>>, ¿qué significa esto? Según Marx (2014:181) “los diferentes factores del proceso de trabajo contribuyen de diferente modo a la formación del valor del producto”. Para Marx (2014), los medios de producción por el hecho de haber sido producidos previamente (como trabajo pretérito) encierran una magnitud de valor que <<transfieren>> al producto en el momento de la producción y no pueden alterar:

los medios de producción sólo transfieren valor a la nueva forma del producto en la medida en que lo pierden durante el proceso de trabajo, bajo la forma de su valor de uso anterior. Y el máximo de pérdida de valor que en el proceso de trabajo pueden experimentar se halla limitado, evidentemente, por la magnitud de valor con la que originariamente entran en el proceso de trabajo (Marx,2014:186).

Esto quiere decir, que el medio de producción pierde valor (se deprecia) en la misma proporción que el producto final lo gana. Por eso, el capital invertido en “*medios de trabajo* no altera su magnitud de valor en el proceso de producción, y lo llamamos *capital constante*” (Engels,2014:713). Por su parte, el capital invertido en “*fuerza de trabajo* altera su valor, pues produce: 1) su propio valor, y 2) la plusvalía: es el *capital variable*” (Engels,2014:713).

La tecnología, por lo tanto, en su definición subjetiva es subsumida como capital variable, y, en su definición objetiva, como capital constante. Esto ocurre así para el capital en general, es decir, para todo proceso de producción de capital. Pero, ¿qué ocurre en un plano más concreto de competencia y oposición entre capitales de diversas ramas de la producción y diversos países? Marx (2009) explica entonces otra categoría donde la tecnología es capital, pero en mayor o menor nivel de desarrollo, es la Composición Orgánica del Capital (COC):

entendemos por composición orgánica del capital la proporción entre sus partes integrantes, activa y pasiva, entre el capital variable y el capital constante. Entran en juego aquí, dos factores. El primero de estos factores tiene una base técnica y debe considerarse, en una determinada fase de desarrollo de la capacidad productiva, como un factor dado. Para producir en una jornada, por ejemplo, una determinada masa de producto y, por tanto, para poner en movimiento, para consumir productivamente una determinada masa de medios de producción, maquinaria, materias primas, etc., se necesita una determinada masa de fuerza de trabajo, representada por un determinado número de obreros. A una determinada cantidad de medios de producción corresponde un determinado número de obreros y, por tanto, a una determinada cantidad de trabajo ya materializado en los medios de producción corresponde una determinada cantidad de trabajo de vivo. Este factor es la composición técnica del capital y constituye la verdadera base de su composición orgánica. La composición de valor del capital en cuánto se halla determinada por su composición técnica y es un reflejo de esta, es lo que nosotros llamamos la *composición orgánica del capital*” (Marx,2009:49).

La COC se puede entender como una composición técnica de los capitales, donde se relaciona la magnitud de capital constante invertido en relación al capital variable.

Otra definición de la COC, se consigue en el estudio de Joan Robinson (2016:1) como “la razón de la mano de obra muerta con respecto a la viviente”, esto es, la relación entre el trabajo muerto o pretérito y el trabajo vivo. En el mismo sentido, la tecnología como COC es un elemento clave, según Dussel (1984) que permite diferenciar los grados o niveles de ganancia entre los capitales concretos de las distintas ramas de la producción y de los países capitalistas:

la tecnología es, además, un momento esencial de la *composición orgánica del capital*, en la competencia entre las diversas ramas de la industria. Véase la importancia de la tecnología en esta cuestión: “La composición de valor del capital, en cuanto se halla determinada por su composición técnica y es un reflejo de ésta es lo que nosotros llamamos la composición orgánica del capital. Hemos puesto, pues, de manifiesto que, en distintas ramas industriales, con arreglo a la distinta composición orgánica de los capitales...rigen cuotas desiguales de ganancias” Es decir, estando la tecnología en mayor proporción en una rama de la producción inclina la balanza en su favor en la competencia, en el aumento de la ganancia, pero no como el factor del plusvalor en *abstracto*, en general, sino del plusvalor en *concreto*, de una rama sobre otra de la producción (Dussel,1984:35).

Con semejante argumentación, se puede inferir que la COC es una noción básica para comprender los desiguales niveles de ganancia -y de acumulación de plusvalor- existentes entre distintas ramas de la industria a nivel local, pero también, en un horizonte mundial, contribuye de manera <<esencial>> al desarrollo de las relaciones de dependencia económica en general y de dependencia tecnológica en particular entre los países (Dussel,2015). Esta cuestión se expone, de manera más detallada, en la sección correspondiente a la dependencia tecnológica de las presentes bases teóricas.

II.2.2.- Las revoluciones científico-tecnológicas en la sociedad capitalista

El estudio de las revoluciones científico-tecnológicas ha sido materia de estudio de tecnólogos, científicos, filósofos y demás científicos sociales, quienes han tratado de dilucidar sus causas, efectos y estructuras para las sociedades. En el caso de Karl Marx

y Friedrich Engels, en su famosa obra el Manifiesto Comunista de 1848, manifestaban que:

“el capital no puede existir sino a condición de revolucionar incesantemente los instrumentos de producción y, por consiguiente, las relaciones de producción, y con ello todas las relaciones sociales. Una revolución continua en la producción, una incesante conmoción de todas las condiciones sociales, una inquietud y un movimiento constantes distinguen la época de la burguesía de todas las anteriores (Marx y Engels,1987:36)

La actualidad de esta afirmación hecha en el <<Ecuador>> del siglo XIX, es patente. Tan sólo que no sólo se trata ya de la revolución incesante de los medios de producción, sino de la tecnología aplicada al consumo, la distribución, el intercambio, las comunicaciones, entre otros: “pero a su vez, la revolución implantada en la industria y la agricultura, determinó, sobre todo, una revolución de las condiciones generales del proceso social de producción, es decir, de los medios de comunicación y transporte” (Marx,2014:342)

Por supuesto las revoluciones científico-tecnológicas en la sociedad capitalista como explica (Dussel,1984), deben ser rentables, es decir, son empleadas en el sentido de incrementar el plusvalor, sino son desechadas. Ahora bien, otra definición de Revolución científico-tecnológica la conseguimos en el filósofo de la ciencia Thomas Kuhn (1922-1996):

¿qué son las revoluciones científicas y cuál es la función que desempeñan en el desarrollo de la ciencia? La respuesta a estas preguntas se ha anticipado ya en gran medida en las secciones anteriores. Concretamente, la discusión precedente ha puesto de manifiesto que aquí consideramos como revoluciones científicas aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en los que un paradigma antiguo se ve sustituido en todo o en parte por otro nuevo incompatible con él. (Kuhn, 2004:164)

Según Kuhn (2004) las revoluciones científico-tecnológicas en general, propician una ruptura con antiguos paradigmas. Los nuevos paradigmas van sustituyendo a los viejos total o parcialmente. Para Marx (2014), aterrizando en el cambio de paradigma que

propició la revolución industrial del capital en Inglaterra, se tiene una ruptura con el paradigma técnico de la manufactura: “en la manufactura, el modo de producción se revoluciona partiendo de la fuerza de trabajo; en la gran industria, partiendo del medio de trabajo” (Marx,2014:331). Otra visión importante de las revoluciones científico-tecnológicas, se encuentra en Carlota Pérez (2004):

una revolución tecnológica puede ser definida como un poderoso y visible conjunto de tecnologías, productos e industrias nuevas y dinámicas, capaces de sacudir los cimientos de la economía y de impulsar una oleada de desarrollo de largo plazo. Se trata de una constelación de innovaciones técnicas estrechamente interrelacionadas, la cual suele incluir un insumo de bajo costo y uso generalizado —con frecuencia una fuente de energía, en otros casos un material crucial— además de nuevos e importantes productos, procesos, y una nueva infraestructura. Esta última usualmente hace avanzar la frontera, en cuanto a la velocidad y confiabilidad del transporte y las comunicaciones, a la vez que reduce drásticamente el costo de su utilización” (Pérez,2004:32).

Según esta argumentación de Pérez (2004), una revolución científico-tecnológica promueve una constelación de innovaciones, procesos tecnológicos, productos, industrias e infraestructura que se interrelacionan de manera coherente. También, incluyen el dominio tecnológico de insumos (fuentes de energía o materiales cruciales) de bajo costo y uso generalizado. Es el caso, por ejemplo, de la máquina de vapor del escocés James Watt (1736-1819) comentado por Marx (2014):

el genio de Watt se puso de manifiesto en las especificaciones de la patente recabada por él en abril de 1784, en la que su máquina de vapor se describía, no como un invento destinado a una finalidad especial, sino como un agente general para la explotación de la gran industria. El inventor preveía en aquel documento el gran futuro de su máquina, algunas de cuyas aplicaciones, por ejemplo, la del martillo de vapor, no se pondrían en práctica hasta medio siglo más tarde. Dudaba, sin embargo, que la máquina de vapor pudiera llegar a emplearse en la navegación marítima. En 1851, sus sucesores, Boulton y Watt presentaron en la exposición industrial de Londres una máquina de vapor de proporciones gigantescas, destinada a los vapores transoceánicos (Marx,2014:337)

El dominio de la energía producida por la acción del vapor, permitió a la industria de aquella época, generar un salto cualitativo. Ya empezaba a configurarse la independencia de la <<máquina motriz>> que se sobrepone “por entero a las limitaciones propias de la fuerza del hombre” (Marx,2014:337). Por supuesto, es previsible que esta revolución científico-tecnológica iba a ser sucedida por otra, en el marco de la economía capitalista. En Carlota Pérez (2004), podemos destacar una serie de revoluciones científico-tecnológicas hasta el año 2.000, partiendo desde 1770. La información se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1
Cinco revoluciones tecnológicas sucesivas, 1770-2000

Revolución Tecnológica	Nombre popular de la época	País o países-núcleo de la revolución	Big-bang iniciador	Año
Primera	Revolución industrial	Inglaterra	Apertura de la hilandería de algodón de Arkwright en Cromford	1771
Segunda	Era del vapor y los ferrocarriles	Inglaterra (difundiéndose hacia Europa y EEUU)	Prueba del motor a vapor Rocket para el ferrocarril Liverpool-Manchester	1829
Tercera	Era del acero, la electricidad y la ingeniería pesada	EEUU y Alemania sobrepasando a Inglaterra	Inauguración de la acería Bessemer en Pittsburgh, Penssylvania	1875
Cuarta	Era del petróleo, el automóvil y la producción en masa	EEUU y Alemania (rivalizando al inicio por el liderazgo mundial). Difusión hacia Europa	Salida del primer modelo “T” de la planta de Ford en Detroit, Michigan	1908
Quinta	Era de la informática y las telecomunicaciones	EEUU (difundiéndose hacia Europa y Asia)	Anuncio del microprocesador Intel en Santa Clara, California	1971

Fuente: Carlota Pérez, 2004

Este aporte de Pérez (2004) es importante para el estudio de las revoluciones científico-tecnológicas y su ubicación temporal. Otro elemento interesante de Pérez (2010:126) nos resalta que: “cada una es claramente superior a las anteriores en términos de efectividad y productividad, no solo por las nuevas tecnologías, sino también por el nuevo “paradigma tecno económico y organizativo” que las acompaña como óptima práctica”.

Con lo antes expuesto, se describe que la revolución científico-tecnológica, además de conseguir mayores niveles de efectividad y productividad, lleva aparejada cambios en los paradigmas tecno económicos y organizativos de las empresas capitalista, es decir, su impacto es de tal magnitud que obliga a las empresas a adaptarse a las nuevas circunstancias de la competencia a nivel global. Un nuevo modelo gerencial es reclamado; así se produce la revolución gerencial japonesa (Pérez,1998) en los años 80 del siglo pasado, con el enfoque de la gerencia de calidad total.

Sin embargo, a pesar de parecer que los beneficios de las revoluciones científico-tecnológicas capitalistas se derraman sobre todos los países y grupos sociales, Castells (2002) nos explica que no es exactamente así:

en efecto, observamos la liberación paralela de las formidables fuerzas productivas de la revolución informacional y la consolidación de los agujeros negros de miseria humana en la economía global, ya sea en Burkina Faso, South Bronx, Kamagasaki, Chiapas o La Courneuve. (Castells,2002:27).

II.2.3.- El desarrollo y el subdesarrollo capitalista, relaciones de dependencia, relaciones centro-periferia y dependencia tecnológica

El discurso de la modernidad inaugura el concepto de <<desarrollo>> en la historia universal por medio de la filosofía hegeliana, bajo el influjo de la Ilustración (*Aufklärung*) alemana (Dussel,1994). Precisamente, es en la obra *Vorlesungen über die*

Philosophie der Welgeschiche (Lecciones de filosofía de la historia universal, 1830), dónde el filósofo germano Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1730-1831) describe algunas características del desarrollo histórico universal que luego se “trasladarán a la economía y sociología del desarrollo” (Dussel,1994:15) contemporáneas.

Para Hegel (1830), el <<desarrollo>> de la historia universal tiene un centro y es europeo: “la historia universal va de Oriente hacia Occidente, pues Europa es cabalmente el término de la historia universal, al paso que Asia es su comienzo” (Hegel,126:1971); también “Europa es, de un modo absoluto, el *Centro* y el término del Viejo Mundo y es también absolutamente el Occidente” (Hegel,123:1971). Se tiene así “el concepto de “centro” de la historia mundial” (Dussel,1994:16).

En este mismo sentido, si Asia es el comienzo del desarrollo de la historia universal, es decir, su “estado de niñez” (Dussel,1994:15); y Europa, su centro y término ¿dónde quedan África y América?: en la periferia de la modernidad. El propio Hegel (1971), indica:

de América y su grado de civilización, especialmente por lo que se refiere a Méjico y Perú, tenemos información de su desarrollo, pero como una cultura enteramente particular, que expira en el momento en que el Espíritu se le aproxima. América se ha mostrado siempre y se sigue mostrando floja tanto física como espiritualmente. La inferioridad de esos individuos en todos sentidos, puede ser apreciada en todo. América cae fuera del terreno donde, hasta ahora, ha tenido lugar la historia universal” (Hegel,1971:105)

En este mismo sentido, se evidencia su posición frente al África: “en *África* pueden distinguirse tres partes...al Sur del Sahara; es el África propiamente dicha. Otra es la situada al Norte, el África europea. La tercera parte es la cuenca del Nilo” (Hegel,1971:115); concluyendo que: “lo que por África propiamente entendemos es lo carente de historia y lo que aún no se ha abierto a algo superior, lo que todavía se halla confundido en el espíritu natural” (Hegel,1971:122). Con esta evidencia, se demuestra

que, para Hegel, tanto África, Asia y América están ubicados por <<fuera>> de la Historia Mundial y en el “umbral” (Hegel,1971:115) del desarrollo moderno.

Tal lectura de la comprensión del desarrollo histórico hegeliano obliga a Dussel (1994), a realizar la siguiente afirmación: “fuimos (América Latina) la primera “*periferia*” de la Europa Moderna; es decir, sufrimos globalmente desde nuestro origen un proceso constitutivo de “modernización” que después se aplicará a África y Asia” (Dussel,1994:12). Se puede afirmar, por tanto, que desde los inicios filosóficos del concepto de <<desarrollo>> (Dussel 1994), existía implícitamente niveles demarcados de su evolución histórica: “un país “subdesarrollado”, es “no-moderno”, pre-*Aufklärung*, para Hegel” (Dussel,1994:15).

Los países y regiones del planeta, en consecuencia, se diferencian en la visión hegeliana de acuerdo a su nivel de desarrollo; más aún, estos niveles son producto de una “serie de fases” (Hegel,1972:89) o etapas del propio desarrollo con rasgos particulares: “cada etapa, en cuanto distinta de las otras, tiene su principio, determinado y característico. Tal principio es la peculiaridad del espíritu tal como aparece en la historia universal: es el espíritu de un pueblo en particular” (Hegel,1972:89).

Como se identificó anteriormente, Asia se encuentra en un “estado de niñez” (Dussel 1994,15) de su desarrollo; América “expira en el momento en que el Espíritu se le aproxima” (Hegel,1972:105) y África, por su parte, se encuentra relegada “en el espíritu natural” (Hegel,1972:122). El desarrollo, por tanto —en el sentido hegeliano visto anteriormente— es una “serie de fases” (Hegel,1972:89) “dialécticamente lineal” (Dussel,1994:14) que “determina el movimiento hasta culminar en la Idea” (Dussel,1994:14). “Se trata de una posición por la que se piensa que el “desarrollo” que siguió Europa deberá ser seguido unilinealmente por toda otra cultura” (Dussel,1994:13).

Tales elementos, constituyen “la subjetividad moderna” (Dussel,1994:12) sobre el desarrollo histórico, que empezó institucionalizándose como disciplina en la Universidad de Berlín —por esfuerzos del propio Hegel— a principios del siglo XIX y terminó propagándose “no sólo en todos los programas de historia en Europa o Estados Unidos, sino igualmente en América Latina, África y Asia” (Dussel,1994:15).

De Hegel, “el concepto “desarrollo” pasó a Marx, y de éste a la economía y sociología del desarrollo” (Dussel,1994:15). Karl Marx toma críticamente aspectos del método dialéctico hegeliano (Marx,2014), para descifrar la economía política del desarrollo capitalista, sus categorías, dinámica y consecuencias sociales. Es fundamentalmente en su *magnum opus* conocida como *Das Kapital. Kritik der polistischen Oekonomie* (El Capital. Crítica de la economía política 1867) donde Marx explica su “análisis de las contradicciones lógicas internas del sistema capitalista” (Piketty,2014:23).

“Marx estudia las consecuencias económicas, técnicas y sociales del crecimiento de la sociedad capitalista”, afirma Perrotini (2014:XLII), pero desde una perspectiva crítica (Dussel, 2015). Según Piketty (2014), esta criticidad de Marx, lo conduce a enunciar un “principio de acumulación infinita, esto es, la inevitable tendencia del capital a acumularse y a concentrarse en proporciones infinitas, sin límite natural; de ahí el resultado apocalíptico” (Piketty,2014:23). Con Marx, el concepto de <<desarrollo>> capitalista presenta un relieve crítico (como se dijo anteriormente) que tendrá eco en la investigación social *a posteriori* (Dussel,2015).

En contrasentido al resultado “apocalíptico” (Piketty,2014:23) marxista del desarrollo capitalista, “la investigación económica pasó a una atracción no menos excesiva por los cuentos de hadas, o al menos por los finales felices” (Piketty,2014:25). A pesar de que Adam Smith en el siglo XVIII proyecta —antes de la crítica de Marx— en *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (Riqueza de las naciones, 1776) “la visión armonizante de la sociedad capitalista” (Perrotini,

2014:XXXVII), el <<cuento de hadas>> pikettyano, encuentra dos autores paradigmáticos: León Walras (1834-1910), a finales del siglo XIX y Simon Kuznets (1901-1985) a mediados del siglo XX.

Para Morishima y Catephores (1990:7) “León Walras (1874) subraya el carácter armónico del sistema capitalista, demostrando que la competencia económica conduce a un estado de equilibrio general”, mientras que, Kuznets, por su parte:

según la teoría de Kuznets, en efecto, la desigualdad del ingreso se ve destinada a disminuir en las fases avanzadas del desarrollo capitalista, sin importar las políticas seguidas o las características del país, y luego tiende a estabilizarse en un nivel aceptable. Propuesta en 1955, se trata realmente de una teoría para el mundo encantado del periodo conocido como los “Treinta Gloriosos”: para Kuznets basta con ser paciente y esperar un poco para que el desarrollo nos beneficie a todos. Una expresión anglosajona resume fielmente la filosofía del momento: “*Growth is a rising tide that lifts all boats*” (“El crecimiento es una marea ascendente que levanta todos los barcos”) Se trata de la visión diametralmente opuesta a la espiral desigualitaria marxista y de los análisis apocalípticos del siglo XIX” (Piketty,2014:25)

Estas dos visiones del desarrollo económico capitalista, el apocalíptico-crítico o el cuento de hadas a los que hace referencia Piketty (2014), inauguran en la investigación económica, dos visiones diametralmente opuestas sobre su dinámica (Piketty, 2014). Ahora bien, existiendo estas dos posturas fundamentales sobre el desarrollo capitalista, ¿dónde se ubica teóricamente el problema de estudio de la presente investigación que es, precisamente, la dependencia tecnológica? ¿qué visión, de las mencionadas anteriormente, acepta la <<dependencia>> como categoría de análisis? En este sentido, Borón (2007) nos dice:

hace casi medio siglo (década de los 60 del siglo XX), en las ciencias sociales de la época prevalecían las teorías de la modernización y la de las “etapas del desarrollo económico”, popularizadas por Walter Whitman Rostow en su famoso libro *The Stages of Economic Growth: A non-communist manifesto* (Las etapas del crecimiento económico: un manifiesto no comunista, 1960). La idea básica del argumento rostowiano era que había un solo proceso de desarrollo y que éste era lineal, acumulativo e igual para todos los países. El proceso de desarrollo capitalista es así sublimado y descontextualizado hasta llegar a convertirse en un despliegue

ahistórico, formal y lineal de potencialidades presentes en cada una de las formaciones sociales del planeta. Para autores como los arriba mencionados términos tales como “dependencia” no servían para describir las realidades del sistema y eran antes que nada un tributo a enfoques políticos, y por lo tanto no científicos, con los cuales se pretendía comprender los problemas del desarrollo económico. (Borón, 2007:1)

En tal sentido, con lo afirmado por Borón (2007), se esclarece que la categoría <<dependencia>> no tiene espacio teórico en las “teorías de la modernización” (Borón,2007:1) o en la visión optimista (el cuento de hadas) pikettyano (Piketty,2014). Si el desarrollo económico “es un discurso de las armonías universales” (Amin,1998:7), ¿cómo puede existir dependencia tecnológica entre los países? Por esta razón, es que la presente investigación se conduce, necesariamente, por un horizonte crítico-analítico del desarrollo económico capitalista, para describir la condición de dependencia tecnológica de los países.

Bajo esta óptica crítica, Sunkel y Paz (2004:15) afirman: “poner el acento sobre la “dependencia” es preocuparse esencialmente por las características que adquieren las relaciones económicas, tecnológicas y políticas entre los países desarrollados y subdesarrollados”; es decir, se trata de una problemática que remite directamente a la “naturaleza desigual del desarrollo económico capitalista” (Amin:1975,1). Tales aseveraciones obligan, *a priori*, a entender que:

el estudio del desarrollo y del subdesarrollo debe reposar, sobre las nociones de proceso, de estructura, y de sistema. No se admite que el subdesarrollo sea un “momento” en la evolución continua (enfoque del desarrollo como crecimiento) o discontinua (enfoque del desarrollo como sucesión de etapas) de una sociedad económica, política y culturalmente aislada y autónoma; por el contrario, el subdesarrollo es parte del proceso histórico global de desarrollo, que tanto el subdesarrollo como el desarrollo son dos caras del mismo proceso histórico universal; ambos procesos son históricamente simultáneos, están vinculados funcionalmente, es decir, que interactúan y se condicionan mutuamente y que su expresión geográfica concreta se observa en dos grandes dualismos: por una parte, la división del mundo *entre* los estados nacionales industriales, avanzados, desarrollados, “centros”, y los estados nacionales subdesarrollados, atrasados, pobres, periféricos, dependientes (Sunkel y Paz,2004:37)

En idéntica perspectiva, André Gunder Frank (1929-2005), en su clásica obra *Capitalismo y subdesarrollo en América Latina* (1967:16) manifiesta: “el desarrollo y el subdesarrollo son las caras opuestas de la misma moneda. Ambos son el resultado necesario y la manifestación contemporánea de las contradicciones internas del sistema capitalista mundial”. Tal afirmación, guarda una actualidad contundente descrita por Castells (2002: 27) cuando afirma: “ha habido una acentuación del desarrollo desigual, esta vez no sólo entre Norte y Sur, sino entre los segmentos y territorios dinámicos de las sociedades”.

En resumen, se puede afirmar que: a) la dependencia se preocupa esencialmente (Sunkel y Paz, 2004) de las características de las relaciones entre países en un contexto de bipolaridad desarrollo-subdesarrollo; b) tal bipolaridad son “caras opuestas” (Frank, 1967:16) de un mismo proceso global del desarrollo capitalista, cuyos polos “vinculados funcionalmente” (Sunkel y Paz, 2004:37) interactúan y se condicionan; es decir, la polarización es dinámica y no una etapa evolutiva o discontinua del desarrollo; y, c) la bipolaridad se expresa geográficamente en un dualismo centro-periferia.

Todos estos fenómenos del capitalismo histórico, también son tratados críticamente por Immanuel Wallerstein (2006), en su matriz teórica de los *World-System* (Sistema-mundo), donde la dependencia, y las relaciones centro-periferia juegan un papel esencial (Dussel,2015). Para Wallerstein (2006), se ha configurado una “economía-mundo capitalista” (Wallerstein,2006:40) con las siguientes características:

el mundo en el que vivimos, el sistema-mundo moderno, tuvo sus orígenes en el siglo XVI. Este sistema-mundo estaba entonces localizado en sólo una parte del mundo. Con el tiempo, se expandió hasta abarcar todo el mundo. Es y ha sido siempre una *economía-mundo*. Es y ha sido siempre una *economía-mundo capitalista*. Lo que queremos significar con *economía mundo* es una gran zona geográfica dentro de la cual existe una división del trabajo y por lo tanto un intercambio significativo de bienes básicos o esenciales, así como un flujo de capital y trabajo. La división axial del trabajo en una *economía-mundo capitalista* divide a la producción en

productos centrales y productos periféricos. El concepto centro-periferia es relacional. Lo que queremos decir con centro-periferia es el grado de ganancia del proceso de producción. Los procesos centrales tienden a agruparse en unos pocos estados. Los procesos periféricos tienden a estar desparramados a lo largo de un gran número de estados (Wallerstein,2006:40)

En Wallerstein (2006) el despliegue de la economía-mundo capitalista, divide axialmente el trabajo en producción central y producción periférica, con el resultado de un “grado de ganancia” (Wallerstein,2006:46) diferenciado por países y capitales. Por supuesto, “lo que hoy es un proceso central se convertirá mañana en un proceso periférico” (Wallerstein,2006:47). La relación centro-periferia es dinámica: “la historia económica del sistema mundo moderno abunda en estos cambios. Si alrededor de 1.800 la producción de textiles era central, hacia el 2.000 era uno de los procesos productivos periféricos menos gananciosos” (Wallerstein,2006:47).

¿No es actualmente Bangladesh uno de los principales centros de producción textil del mundo? (Matsangon,2016) ¿No evidencia esto un ejemplo de relocalización industrial producto de la dinámica descrita? Además, en los países centrales se concentran las “industrias de punta nueva” (Wallerstein, 2006:46) cómo la “producción aeronáutica o ingeniería genética” (Wallerstein,2006:46) —pudiéndose agregar las altas finanzas, la informática, entre otras— que permiten dar un “impulso a la expansión de la economía-mundo y resultará en una considerable acumulación de capital” (Wallerstein, 2006:48).

En el último informe de Oxfam (2016), denominado Una economía al servicio del 1% se puede confirmar parte de este fenómeno. Según los datos de Oxfam (2016:6) “el sector financiero es el que más rápido ha crecido durante las últimas décadas, y en la actualidad concentra uno de cada cinco milmillonarios en el mundo”, es decir, las altas finanzas que se concentran en New York, Londres y Hong Kong son una de esas actividades económicas que permiten una considerable acumulación de capital como dice Wallerstein (2006); son actividades de los países centrales.

Mientras que, como se dijo anteriormente, la dinámica de relocalización industrial centro-periferia (que no es otra cosa que la relocalización de los capitales industriales) ha dejado la industria textil a países periféricos. Oxfam (2016:7) nos dice: “entre 2001 y 2011, los salarios de los trabajadores del sector textil disminuyeron en términos reales en la mayoría de los 15 principales países exportadores de productos textiles”. Estos países periféricos concentran las actividades donde se hace necesaria mayor intensidad de trabajo.

Con estas consideraciones sobre la dinámica centro-periferia en la economía-mundo capitalista, se puede evidenciar que las industrias más lucrativas y estratégicas están centralizadas, mientras que la periferia concentra actividades menos gananciosas y que no son de punta (refiriéndose a su desarrollo tecnológico) (Wallerstein,2006; Sunkel y Paz: 2004). Pero también, es importante acusar que la relocalización de las otrora industrias centrales en países semiperiféricos o periféricos, ocurre, generalmente, con cierto grado de dependencia financiera, comercial o tecnológica (Dussel,2015; Arceo,2005).

En este sentido, la lupa crítica se arroja entonces a describir la dependencia en general, y la dependencia tecnológica en particular. Según Dussel (2015) la dependencia debe descomponerse en su tratamiento conceptual o esencial y su dinámica histórica. En un marco conceptual, se puede describir la dependencia como:

el autor define las relaciones de dependencia como aquellas en que un país sólo puede desarrollarse e impulsarse en función del desarrollo del otro. Estas abarcan tres niveles: a) Una economía mundial dirigida por monopolios tecnológicos, financieros y comerciales capitalistas. b) Relaciones económicas internacionales que impulsan la expansión de estos monopolios y establecen una división del trabajo. c) La formación de estructuras internas de los países dependientes que asimilan positivamente estos condicionamientos y los redefinen sin romper con los intereses que

los guían. La dependencia está fundada, pues, en una situación de compromiso entre los intereses que mueven las estructuras internas de los países dependientes y las del gran capital internacional. En esta articulación el gran capital internacional ejerce una acción condicionante” (Dos Santos,2011:XXVII)

La dependencia no puede dar otro resultado que un “capitalismo dependiente” como afirma Vania Bambirra (1999:172). Pero tal capitalismo dependiente, con los tres niveles y las condiciones internas que propicia —como se relata en la anterior cita de Dos Santos (2011)— es llevado, aún más profundamente, a una explicación lógica, abstracta, general o “esencial”, por Dussel (2015:113). Siguiendo el método dialéctico de Marx: “elevarse de lo abstracto a lo concreto” (Marx:2007,22). Dussel (2015) afirma:

para determinar el concepto abstracto de *dependencia en general*, o su *esencia* dirá Marx, debemos todavía dar unos pasos categoriales más precisos. Se trata ahora de confrontar los capitales globales nacionales de países con diversas medias de composición orgánica de capital y salarios en el horizonte del mercado mundial. En el horizonte del “mercado mundial” se da un “capital global mundial” del cual son parte todos los “capitales globales nacionales”, y en cuyo interior se cumple la competencia internacional cuyo papel es el de nivelar, distribuir o transferir la totalidad del plusvalor mundial. Esa transferencia efecto de la competencia y el monopolio entre naciones es el fenómeno de la dependencia. (Dussel,2015:113)

Como se puede apreciar, la esencia de la dependencia se encuentra en la transferencia de plusvalor (ganancias, excedentes) que el mercado mundial organiza a través de la competencia y el monopolio, según la composición orgánica y la media salarial de los capitales de los distintos países. La dependencia, por tanto, constituye un “efecto de una dominación social globalizada” (Dussel,2015:116) de un “capital más desarrollado (central) sobre el subdesarrollado (periférico)” (Dussel,2015:116); es en definitiva una relación de dominio.

Ahora bien, dado que la esencia de la dependencia es la de “nivelar, distribuir, o transferir la totalidad del plusvalor mundial” (Dussel,2015:114) entre países centrales

y periféricos ¿cuáles son los mecanismos que permiten tal transferencia? Estos mecanismos de la dependencia varían con el tiempo y el espacio adaptándose al desarrollo desigual de la economía capitalista (Arceo,2005). En tal sentido, se puede entonces pasar, del tratamiento conceptual de la dependencia al tratamiento de su dinámica histórica, cómo se establecía en párrafos anteriores.

Según Dos Santos (2011), la dependencia de los países periféricos —aunque con ciertas particularidades para Asia—tiene las siguientes etapas de su desarrollo: “dependencia colonial, tecnológica-financiera y tecnológica industrial” (Dos Santos,2011:XXIX). Mientras que Dussel (2015), las sitúa como: a) dependencia del sistema mercantil holandés y anglosajón, b) dependencia post revolución industrial inglesa, francesa y estadounidense, c) dependencia en el marco de la revolución industrial periférica y d) dependencia en la globalización.

La dependencia colonial, “corresponde a la hegemonía de los capitales comerciales y financieros sobre la economía mundial” (Dos Santos,2011:XXIX). Tal dependencia se funda en “la gran propiedad de la tierra y el trabajo esclavo para generar una producción exportadora, dirigida a los mercados europeos” (Dos Santos,2011:XXIX). La siguiente etapa —la dependencia tecnológico-financiera— “corresponde al período de la Revolución Industrial y de exportación de capitales para el montaje de un aparato agro y minero exportador” (Dos Santos,2011:XXIX), cuyo objetivo, “es la generación de materias primas y productos agrícolas consumidos en el centro” (Dos Santos,2011:XXIX).

Por otro lado, Dos Santos (2011) continuando su análisis de las principales etapas de la dependencia, llega al punto histórico donde se desarrolla la dependencia tecnológica industrial, cuestión que es esencial para la presente investigación. La dependencia tecnológica industrial, según Dos Santos (2011):

se estructura a partir de la posguerra. Corresponde al período en que los países centrales alcanzan la revolución científico-técnica y transfieren, mediante las corporaciones multinacionales —preferencialmente como capital—, tecnologías industriales relativamente obsoletas para impulsar la industrialización de los países periféricos. Eso es posible porque, con el desarrollo de la ciencia, las tecnologías se vuelven moralmente obsoletas antes del agotamiento de la vida útil, lo que posibilita su reutilización por los países hegemónicos en regiones donde puedan representar liderazgo tecnológico” (Dos Santos,2011:XXIX)

Con Dos Santos (2011), se puede apreciar que el momento de inicio de la dependencia tecnológica se estructura a partir de la posguerra. Dussel (2015), por su parte, considera que “la diferencia tecnológica en los procesos de producción entre el centro y la periferia” (Dussel,2015:122) se acentúa a partir de la Gran Depresión capitalista del 29. A pesar de estas mínimas diferencias temporales, ambos autores — Dos Santos (2011) y Dussel (2015)— están de acuerdo en los elementos centrales que marcan las etapas de la dependencia. Dussel (2015), realiza entonces el siguiente esquema histórico explicativo, para evidenciar las diferencias —de condiciones y determinaciones— entre el capital central y periférico:

Esquema 1

Diferencia en las condiciones y determinaciones originarias del capital central y periférico



Fuente: (Dussel,2014:124)

El esquema 1, permite una representación gráfica de las condiciones y determinaciones originarias entre el capital central y periférico. La dependencia tiene su raíz <<histórica>> en la abundante o deficiente acumulación originaria de capital de los países; Dussel (2015) lo explica:

la acumulación originaria de capital en el centro metropolitano cuenta con el plusvalor del propio centro, pero también, con la transferencia de valor de sus colonias de ultramar. Esta *sobreacumulación extraordinaria originaria* en el inicio (y posteriormente en todos los momentos del proceso) determinarán una enorme desigualdad en la cantidad de capital en las metrópolis europeas con respecto a las excolonias. Por el contrario, la imposibilidad de acumulación originaria *suficiente* del capital colonial, periférico, la destrucción de las técnicas artesanales pre-industriales (por ejemplo azteca o maya) por la adopción de tecnología importada sin continuidad con los usos culturales, y la constante (y estructural) transferencia de valor hacia el centro (desde los metales preciosos), producirá una ruptura y un retraso estructural que se estabilizará como subdesarrollo patógeno en los siglos posteriores (Dussel,2015:123)

Con las afirmaciones anteriores, puede resumirse el desarrollo histórico de la dependencia desde la acumulación originaria de capital hasta el “subdesarrollo patógeno” (Dussel,2015:124) actual. La tecnología es un factor clave que se asume, en la dinámica de acumulación de plusvalor, como dependencia tecnológica con “medios de producción periféricos *impuestos*” (Dussel,2015:124) —última etapa del esquema— para los países periféricos y como “medios de producción propios desarrollados” (Dussel,2015:124) para los países centrales.

Ahora bien, ya revisados los aspectos conceptuales e históricos más relevantes de la dependencia en general y, ubicando la dependencia tecnológica industrial en un marco histórico de posguerra (Dos Santos,2011), se puede caracterizarla particularmente: ¿qué es la dependencia tecnológica industrial en definitiva? Dussel (2015), considera que existen al menos cinco mecanismos de dependencia: 1) el intercambio desigual, 2) el monopolio tecnológico, 3) el endeudamiento, 4) las corporaciones transnacionales y

5) la competencia a dos bandas. Se entiende entonces, que la dependencia tecnológica es uno de estos mecanismos (específicamente el segundo).

Dussel (2015:128) dice al respecto: “hay un mecanismo de transferencia producido por el monopolio de los vendedores de medios de producción, maquinarias necesarias para la industria, instrumentos electrónicos de punta”; ¿remite esto a la diferenciación entre los procesos centrales y periféricos que decía Wallerstein (2006)? ¿a la concentración de industrias de punta —medios de producción propios desarrollados— en los países centrales? De igual forma Samir Amin (1975) explica:

la apropiación del excedente generado en la periferia por el capital central depende directamente de la apropiación por este capital de los medios de producción principales. ¿Es esta apropiación directa una condición necesaria para la transferencia del excedente? Desde luego que no. Podemos suponer que la dependencia tecnológica tenderá poco a poco a sustituir la dominación por la apropiación directa. El monopolio del suministro de las piezas de recambio, las marcas y todas las formas de propiedad moral, permiten cada vez más extraer una fracción mayor de la plusvalía generada en una empresa sin siquiera poseerla jurídicamente. Actualmente es posible imaginar una economía totalmente dependiente cuya industria continúe siendo propiedad nacional e incluso pública” (Amin,1975:242)

La dependencia tecnológica implica, por tanto, una apropiación por parte del capital central de los medios de producción principales de los países periféricos (como manifiesta Amin (1975)); pero, además, tiene una dimensión de monopolio en el suministro de tecnología tangible (piezas, máquinas) e intangible (marcas, licencias, patentes). Amin (1975), también infiere que la dependencia tecnológica es un mecanismo sofisticado de apropiación de excedentes, que puede llegar hasta el extremo de hacer dependiente a una industria de propiedad pública o nacional, sin poseerla jurídicamente.

Más increíble, resulta su premonición: “podemos suponer que la dependencia tecnológica tenderá poco a poco a sustituir la dominación por la apropiación directa”

(Amin,1975:242). Esta tendencia de la dependencia tecnológica, representa una verdadera trampa y peligro que deben superar los países que la padecen, pues, como afirma Castells (2002):

en efecto la capacidad o falta de capacidad de las sociedades para dominar la tecnología, y en particular las que son estratégicamente decisivas en cada período histórico, define en buena medida su destino, hasta el punto de que podemos decir que aunque por sí misma no determina la evolución histórica y el cambio social, la tecnología (o su carencia) plasma la capacidad de las sociedades para transformarse, así como los usos a los que esas sociedades, siempre en un proceso conflictivo deciden dedicar su potencial tecnológico (Castells,2002:32)

II.2.4.- La teoría de la *path dependency*

El concepto de *path dependency* que, traducido al español, puede entenderse análogamente como “dependencia de la senda, de la ruta dependiente, de la dependiente de la trayectoria o del patrón de dependencia” (Montero,2011:267), es un enfoque analítico fundamental para las ciencias sociales (David,2007; Montero,2011) que procura la incorporación de la dimensión histórica “*the idea that history matters*” (Castaldi, Dosi, Paraskevopoulou,2011:2) como elemento explicativo determinante de la evolución económica y política de las sociedades y sus instituciones.

Dicho enfoque surge a mediados de los años ochenta del siglo pasado de la mano del historiador económico de la Universidad de Stanford Paul A. David, quién en su famoso artículo *Clio and the economics of QWERTY* (1985) sienta las bases y principales características de esta visión para el análisis económico. Se debe mencionar, además, que este enfoque teórico tiene origen en el contexto de la llamada economía evolutiva (Nelson y Winters,1982) y en la crítica a los modelos neoclásicos-ortodoxos ahistóricos (Castaldi *et. al*,2011) de único equilibrio, racionalidad perfecta y desarrollo lineal (David,2007; García, Perello y Sabater, 2010; Sánchez,2004).

Para David (2006), se trata de recuperar la <<historia>> para el análisis económico y así aprehender las cualidades del proceso dinámico de los cambios tecnológicos — por ejemplo— que pueden manifestar ciertas tendencias temporales persistentes o *path dependency*. David (2006) explica que:

una secuencia de cambios económicos se denomina *dependiente de la trayectoria* cuando los acontecimientos remotos desde un punto de vista temporal, incluyendo sucesos dominados por elementos de azar en vez de por fuerzas sistemáticas, pueden tener una gran influencia sobre los resultados finales. En dichas circunstancias los “accidentes históricos” ni pueden ser pasados por alto ni pueden ser puestos hábilmente en cuarentena para los propósitos del análisis económico; el proceso dinámico en sí mismo adopta un carácter esencialmente histórico (David,2006:23)

En énfasis complementario a esta definición del concepto de *path dependency* realizada en 1985; según Hernández, Gutiérrez y Paredes (2001:1) los así llamados fenómenos de dependencia histórica son aquellos en “los que el orden en el que se producen los acontecimientos determina la evolución futura del sistema”; es lo que Sánchez (2004:100) también denomina el “tiempo y la secuencia” del acontecimiento.

Por lo tanto, no sólo se trata de la afectación que reciben de acontecimientos remotos <<sistémicos o fruto del azar>> los cambios económicos, sino de que las <<condiciones>> históricas presentes en que se desarrollan (que son a su vez el resultado futuro de tales acontecimientos) son también el producto del orden en que éstos fueron ejecutados. El tiempo y la secuencia son, por consiguiente, elementos estructurales de la dependencia de la trayectoria

Ahora bien, en el mismo artículo de David (2006) se describe la noción del *locked in* (encerrado) que garantiza la predominancia o la trayectoria de la dependencia que debe seguirse por los distintos actores económicos. David (2006) utiliza el ejemplo del teclado de tipo QWERTY empleado en las máquinas de escribir desde finales del siglo XIX, y lo contrapone con un modelo más eficiente de escritura patentado en Estados Unidos por Dvorak y Dealey (David,2006). Según David (2006) a pesar de que es

reconocido por los fabricantes la superioridad tecnológica del último modelo —sobre todo a nivel de eficiencia para su aprendizaje por parte de los mecanógrafos— éste no fue nunca incorporado en el diseño de las máquinas de escribir.

Por el contrario, aún hoy en los teclados utilizados para los computadores y los teléfonos celulares, el modelo QWERTY domina. Para David (2006) este ejemplo ilustrativo demuestra cómo, la evolución tecnológica en este campo, se desarrolló constreñida al *locked in* o la pauta del QWERTY, dejando atrás razones de eficiencia económica. Con justa razón, David (2006) también afirma que deben existir muchos mundos QWERTY que deben ser tratados críticamente por el análisis económico.

Otros elementos que representan el núcleo de la teoría de la *path dependency* corresponden a los conceptos de *feedback* positivo, equilibrio múltiple e inercia. El *feedback* positivo, según Sánchez (2004), define que cuando una tendencia es establecida, ésta se ve reforzada por el paso del tiempo y que, además, con este mismo devenir, los costes de abandonarla son más altos que los beneficios relativos que pueden llegar a obtenerse <<adaptándose>>. El reforzamiento de tal tendencia, según Montero (2011), es ejecutado por sus beneficiarios principales.

El equilibrio múltiple por su parte, infiere que “bajo un grupo de condiciones iniciales se pueden dar múltiples soluciones posibles” (Sánchez, 2004:99); esto significa que no existe un equilibrio estático-estable como resultado de los acontecimientos económicos y que, además son diversas sus soluciones. Esto genera una dificultad real para la realización de prospectiva y predicción de los sucesos económicos.

El elemento de la inercia (Sánchez, 2004) no hace más que referir que, luego del momento del *feedback* positivo, las instituciones económicas o políticas tienden a resistirse al cambio. Dado que, la pauta o *locked in* se ve reforzada —en mayor o menor

grado— por sus beneficiarios principales a transitar hacia un <<equilibrio relativo>>, el cambio de pauta histórica conseguirá resistencia de todo este andamiaje institucional.

En lo particular, para el caso de la presente investigación, la teoría de la *path dependency* resulta de utilidad cuándo se comprueba, incluso bajo la revisión de otras matrices teóricas distintas a la expuesta anteriormente que, la evolución de la dinámica del desarrollo científico-tecnológico global, tiene como pauta (*locked in*) la dependencia tecnológica de los países y capitales periféricos ante los países y capitales centrales. Esta encrucijada histórica demuestra la urgencia de mayores niveles de profundización crítica en el análisis sobre tal condición que padecen un grupo mayoritario de países.

II.2.5.- La teoría de la organización sistémica

La teoría de la organización sistémica se inicia como una aplicación de la Teoría General de Sistemas (TGS) propuesta por el filósofo y biólogo austriaco Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) en la década de los treinta del siglo pasado. Pero no fue hasta 1968, cuando Bertalanffy escribe su famosa obra Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollos, aplicaciones que sientan las bases de un nuevo enfoque de pensamiento —holístico— y abarcador necesario para las ciencias y la filosofía. Bertalanffy (1989) nos habla de su alcance:

la teoría general de los sistemas representa un amplio punto de vista que trasciende grandemente los problemas y los requerimientos tecnológicos, una reorientación que se ha vuelto necesaria en la ciencia en general, en toda la gama de disciplinas, que va de la física y la biología a las ciencias sociales y del comportamiento a la filosofía. Con distintos grados de éxito y exactitud, interviene en varios dominios y anuncia una nueva visión del mundo que tendrá repercusiones considerables. La tecnología y la sociedad modernas se han vuelto tan complejas, que los caminos y medios tradicionales no son ya suficientes, y se imponen actitudes de naturaleza holista, o de sistemas, y generalista, o interdisciplinaria” (Bertalanffy,1989:VIII)

Bajo este punto de vista, era del todo previsible que la teoría de sistemas fuera abarcando más y más áreas del pensamiento. Uno de estos campos en particular, que tuvo una evolución importante, fue la teoría de la organización sistémica, es decir, la teoría de sistemas aplicada a los problemas de la organización empresarial. Los precursores de tal aplicación, según Dávila (1999), los conseguimos en dos psicólogos sociales estadounidenses Roberth Kahn y Daniel Katz (1966), en G. Barnard (1959), George Homans (1963), Emery y Trist (1965) y el chileno Oscar Johansen (1982), entre otros.

Para esta teoría un sistema es “...un todo unitario organizado, compuesto por dos o más partes, componentes o subsistemas interdependientes y delineado por los límites, identificables de su ambiente o suprasistema” (Davila,1999:236). Desde esta perspectiva, existen algunas jerarquizaciones de los sistemas, sin embargo, la más tradicional o común es la de Lazlo(1975) que los define en tres niveles: a) el suborgánico, b) el orgánico y c) el supraorgánico. Los sistemas físico-químicos y biológicos pertenecen al nivel suborgánico, al segundo, los sistemas orgánicos y, al tercer nivel, los socio-ecológicos, sociocultural, organizativo y técnico (Dávila:1999).

Aplicado a las organizaciones empresariales, el trabajo más significativo, según Dávila (1999), es el de Katz y Kahn (1966). Estos autores entienden las organizaciones como un sistema abierto-energético de insumo-resultado, en el cual la energía proveniente del resultado reactiva a su vez el sistema (Dávila,1999). Continuando con Dávila (1999:237) “la organización sistémica posee varios subsistemas organizacionales, que cumplen una tarea o labor específica dependiendo tanto del insumo (*input*) que deben procesar, como del resultado (*output*) que se obtiene de tal proceso”. En la siguiente tabla, se muestra una síntesis de los subsistemas organizacionales:

Tabla 2
Los subsistemas organizacionales, definición, función, enfoque y mecanismos

Subsistema	Definición	Función	Enfoque	Mecanismos
<i>Productivo-tecnológico</i>	Transforman y procesan energía	Satisfacer los requerimientos de la tarea central (producir)	<i>Ad-intra</i> Mira al interior de la organización	División del trabajo Especificaciones y estándares de trabajo
<i>Mantenimiento</i>	Aseguran la presencia de energía humana para ejecutar los roles organizacionales	Mantener la estabilidad y capacidad de producción	Mira al interior de la organización y hacia sí mismo	Selección de personal Socialización Recompensas e incentivos y sanciones
<i>Apoyo</i>	Proporcionan una fuente de insumos de producción y llevan al sistema a entregar producto al entorno Desarrollan un ambiente favorable con otros sistemas	De abastecimiento y ventas: Mantener intercambios transaccionales y el entorno Obtener apoyo y legitimación social para la organización	Mira al interior de la organización	Permite adquirir control sobre las fuentes de abastecimiento y crear una imagen para la organización
<i>Adaptación</i>	Genera respuestas a condiciones externas combatientes	Dirigida a asegurar la supervivencia de la organización	Mira hacia afuera de la organización	Recomendaciones hechas a la gerencia resultado de investigación y desarrollo
<i>Gerencial o directivo</i>	Busca dirigir, distribuir y controlar diferentes subsistemas y actividades de la organización	Resolver conflictos entre niveles jerárquicos Coordinar y dirigir los subsistemas funcionales Coordinar y dirigir los requerimientos externos y los recursos y necesidades organizacionales	Mira al interior y exterior de la organización	Uso de sanciones de autoridad Arbitraje Aumento de volumen de negocios Agregación de funciones Control del ambiente absorbiéndolo o cambiándolo Reestructuración de la organización

Fuente: Dávila (1999)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico, según Finol y Camacho (2008:60) está referido al “cómo se realizará la investigación, muestra el tipo y diseño de la investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, validez y confiabilidad y las técnicas para el análisis de datos”; es decir, implica el cómo se ha de realizar la investigación para resolver el problema planteado. En este sentido, las bases metodológicas son esenciales para conducir, paso a paso, el proceso investigativo hacia el cumplimiento de los objetivos para los cuáles fue concebida.

III.1.- Tipo Investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010:4) existen “dos aproximaciones principales para indagar: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo de la investigación” El primer tipo “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010:4), mientras que el enfoque cualitativo “utiliza la recolección de datos sin medición numérica” (Hernández *et al.*, 2010:7). La presente investigación, de acuerdo a esta clasificación, es de tipo cuantitativa, debido a la naturaleza propia del problema: la estimación de la dependencia tecnológica en la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial usa datos numéricos para comprobarse.

De acuerdo a las características de la investigación, el tipo corresponde con la investigación descriptiva. Según Hernández *et al.* (2010:79) la investigación descriptiva “busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de

cualquier fenómeno que se analice”. De igual manera, Sabino (2006:58), afirma que la investigación descriptiva “se preocupa primordialmente en describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos o fenómenos utilizando criterios sistemáticos para destacar los elementos esenciales de su naturaleza”.

Para el caso de la presente investigación, dado que se trata de comprender la característica, propiedad, o rasgo de dependencia tecnológica existente en el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, se caracteriza a la investigación bajo este criterio descriptivo.

II.2.- Diseño de la Investigación

El diseño o estrategia utilizada en la presente investigación está enmarcada en el diseño de investigación de campo, debido a que los datos necesarios para el logro de los objetivos fueron obtenidos de fuentes directas de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial sin manipulación alguna. Según Arias (1999:22) “la investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad, donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna”; cuestión que se ajusta perfectamente a la estrategia que se sigue en esta investigación.

En el mismo sentido, la UPEL (2006:11) indica que la investigación de campo es “el análisis sistemático de problemas de la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes”. El problema de estudio de la presente investigación, requiere analizar la realidad dependiente del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar con el propósito de interpretarla cuantitativamente, es decir, de aproximar un modelo de índice para su estimación. Por tal razón su diseño es de campo.

Además, se considera Transeccional, “ya que se recopilan datos en un momento único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (Hernández *et al.*,2010:151). Tal cuestión permite, realizar un análisis en frío de la situación de dependencia tecnológica que padece el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial.

En otro aspecto de la delimitación metodológica de la investigación, el presente trabajo se considera como Proyecto Factible, este “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones” (UPEL:2006,13). En el caso de este presente estudio, se trata de proponer un modelo de Índice de Dependencia Tecnológica (IDT) para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial que permita solucionar el problema de su estimación, así como un instrumento de recolección de datos para tal fin.

Otro elemento de importancia del Proyecto Factible, es que es perfectamente congruente con un diseño de investigación de campo. Según Palella y Martins (2010,58) indican que “para realizar un proyecto factible se debe plantear un diseño no experimental, una investigación de tipo de campo”. Siendo así, se puede concluir que los aspectos señalados como estrategia o diseño de la investigación para el presente estudio, son perfectamente complementarios y necesarios para el logro de los objetivos planteados.

III.3.- Población y muestra

Según Hernández, *et al.* (2010:173) “para seleccionar una muestra, lo primero que hay que hacer es definir la unidad de análisis (individuos, organizaciones, periódicos,

comunidades, eventos, etc.). Una vez definida la unidad de análisis se delimita la población” (Hernández *et al.*,2010:173). En el caso del presente estudio, la unidad de análisis son los procesos de los distintos subsistemas de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial.

Se entiende por proceso, según el Manual del Sistema de Gestión de Calidad (MSGC) (2013) de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, al “conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entradas en resultados” (Planta Simón Bolívar, 2013:15). Estos procesos, forman parte, a su vez, de los distintos subsistemas organizacionales de la empresa revisados en las bases teóricas. Tenemos así los diferentes procesos de los subsistemas organizacionales de la Planta Simón Bolívar definidos como la población (universo) de la presente investigación, según la tabla 3:

Tabla 3
Procesos generales de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial según
subsistema organizacional (Población o universo de estudio)

<i>Subsistema organizacional</i>	<i>Proceso general</i>
Productivo-tecnológico	Producción
Mantenimiento	Recursos Humanos (RRHH)
	Mantenimiento
Apoyo	Seguridad Industrial, Ambiente e Higiene Ocupacional (SIAHO)
	Control y aseguramiento de la calidad
	Compras
	Almacén de insumos
	Logística y suministros
Adaptación	Comercialización
Gerencial	Proceso de conducción

Fuente: Elaboración propia

Una vez delimitada la población del presente estudio como los procesos de los subsistemas organizacionales de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, se debe proceder a la selección de la muestra representativa. Según Hernández *et al.* (2010:173) la muestra es un “Subgrupo de la población del cual se recolectan datos y debe ser representativo de ésta”; además las muestras pueden ser probabilísticas o no probabilísticas (Hernández *et al.*, 2010).

Las muestras probabilísticas son aquellas en que “todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser elegidos” (Hernández *et al.*, 2010:176) mientras que la muestra no probabilística es un “subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación” (Hernández *et al.*, 2010:176).

En el presente estudio, se define como muestra al proceso general de producción con sus procesos eslabonados, que forma parte del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial. Además, se define como una muestra no probabilística, dado que ésta fue elegida bajo el criterio del investigador tomando en consideración que: a) el proceso de producción es una tarea central de la empresa y b) que la existencia de la dependencia tecnológica debe buscarse en los procesos asociados al proceso productivo en el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial. La tabla 4 define la muestra de la presente investigación:

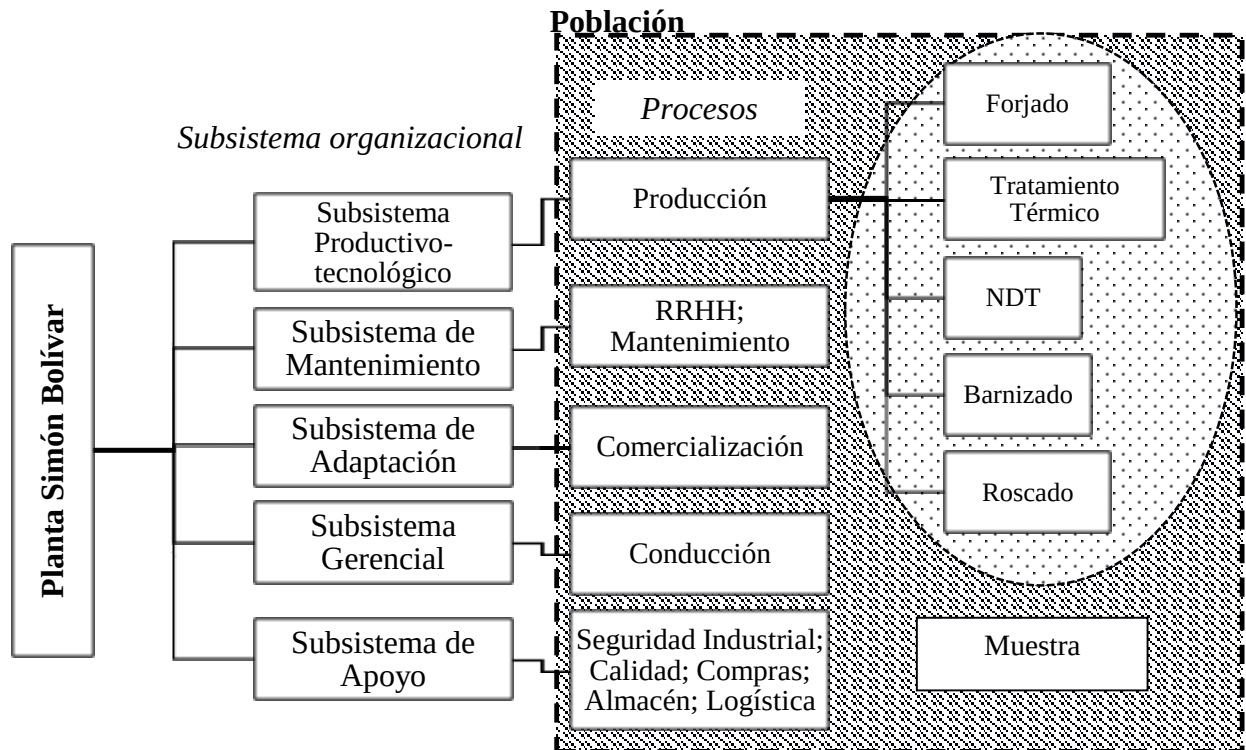
Tabla 4
Procesos eslabonados del proceso general de producción en el subsistema
productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial
(Muestra de estudio)

	Proceso general	Procesos eslabonados (Muestra)	Definición breve
Subsistema productivo - tecnológico	Producción	Forjado	Proceso de transformación y recalque (aumento de diámetro) del tubular petrolero <i>green</i> en uno de sus dos extremos
		Tratamiento térmico	Proceso de transformación de temple (calentamiento y enfriamiento) y revenido (dureza) del tubular <i>green</i> de acero
		NDT	Proceso de terminación. Ensayo no destructivo (Non Destructive Test -NDT) a través de pruebas de ultrasonido
		Barnizado	Proceso de terminación. Aplicación de barniz API (American Petroleum Institute) al tubular petrolero
		Roscado	Proceso de terminación. Mecanizado del tubular petrolero

Fuente: Elaboración propia

De igual modo, se presenta el siguiente esquema explicativo donde se representan, gráficamente, la población y la muestra utilizada en esta investigación:

Esquema 2
Población y muestra del trabajo de investigación



Fuente: Elaboración propia

III.4.- Técnicas de levantamiento de información y recolección de datos

Las técnicas de levantamiento de información y recolección de datos son vitales para el curso exitoso de una investigación cuantitativa. De ellas depende la posibilidad de contar con los datos precisos para probar o no una hipótesis y obtener resultados concluyentes. Éstas son variadas, y pueden ir desde “cuestionarios, registros del contenido y observación, pruebas estandarizadas, análisis de datos secundarios de registros públicos y documentación, y metaanálisis, así como otras mediciones”

(Hernández *et al.*,2010:217). Para la presente investigación se utilizaron las técnicas de observación directa y de análisis de datos secundarios.

Con la técnica de observación directa, se realizaron visitas guiadas a las instalaciones de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial bajo el auspicio del Gerente General, donde se obtuvo de primera mano conocimiento sobre el subsistema productivo-tecnológico de la empresa y, además, se diagnosticó superficialmente la problemática de dependencia tecnológica en sus procesos asociados. Por otro lado, se utilizó la técnica de análisis de datos secundarios partiendo de documentos publicados y aportados por la propia Gerencia General de la Planta Simón Bolívar al investigador.

III.5.- Técnicas de análisis y presentación de la información

La información recolectada sobre el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, se analizó desde una perspectiva descriptiva y lógica (según los parámetros de una investigación cuantitativa) para derivar un modelo cuantitativo —matemático— aproximado y funcional a la medición de la dependencia tecnológica del subsistema productivo-tecnológico en dicha empresa.

De acuerdo con Hernández *et al.* (2010:199) “medir significa asignar números, símbolos o valores a las propiedades de objetos”, es decir, significa transformar las propiedades de las cosas en estimaciones cuantitativas. La propiedad de ser dependiente o no, de una tecnología utilizada en los procesos productivos asociados de la Planta Simón Bolívar, es precisamente la que se busca transformar en cantidades a través de la formulación del modelo de IDT, como se dijo anteriormente.

Por otro lado, la información se presenta esquemáticamente y a través de tablas para facilitar su comprensión, en el entendido de conocer con suficiencia, cuál es el orden técnico de los procesos productivos asociados de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial y, además, lo que cada uno realiza particularmente en el tubular petrolero.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE DATOS

IV.1.-Definición de criterios de dependencia tecnológica para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial

IV.1.1.- La Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial

La Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, según el Manual del Sistema de Gestión de Calidad, realizado en el 2013 por la Gerencia de Aseguramiento de la Calidad, “es una empresa metalmecánica que inició sus operaciones en diciembre del año 2005, en el ramo de tubulares petroleros (O.C.T.G) con dos complejos industriales” (Planta Simón Bolívar,2013:6). En el mismo sentido, se indica: “las plantas de tubulares tienen capacidad tanto para transformar como para terminar tubería de producción “Tubing”, Tubería de Revestimiento “Casing”, Acoples y Accesorios de perforación” (PDVSA:2013,6).

Las actividades de tratamiento y transformación del tubular petrolero, se distribuyen entre las dos plantas de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 5
Distribución en Planta

Planta 1	Planta 2
Forjado y Tratamiento Térmico, “API” y “Premium” de Tubulares (O.C.T.G)	Roscado “API” y “Premium” Sobre Tubulares.
• Forjado de Tubería de producción desde 2-3/8” hasta 4-1/2” de diámetro externo. • Cambio de grado para tubería Tubing desde 2-3/8” a 9-5/8” en grado API J-55 o “Green” hasta N-80 y/o P-110.	• Con una capacidad en Tubería de Producción “Tubing”, desde 2-3/8” hasta 4-1/2” de diámetro externo. • Con una capacidad en Tubería de Revestimiento “Casing”, desde 4-1/2” hasta 20” de diámetro externo.

Fuente: PDVSA Industrial (2013)

La Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, está ubicada en el estado Carabobo, Municipio Valencia, Parroquia Rafael Urdaneta, Zona Industrial La Isabelica, calle 1 y calle 2 hasta la intersección de la calle 3, galpón N° 1, Zona Postal 2003. De igual manera, en la siguiente tabla, se muestra la ficha técnica de la empresa para tener mayores detalles:

Tabla 6
Ficha Técnica de la Planta Simón Bolívar

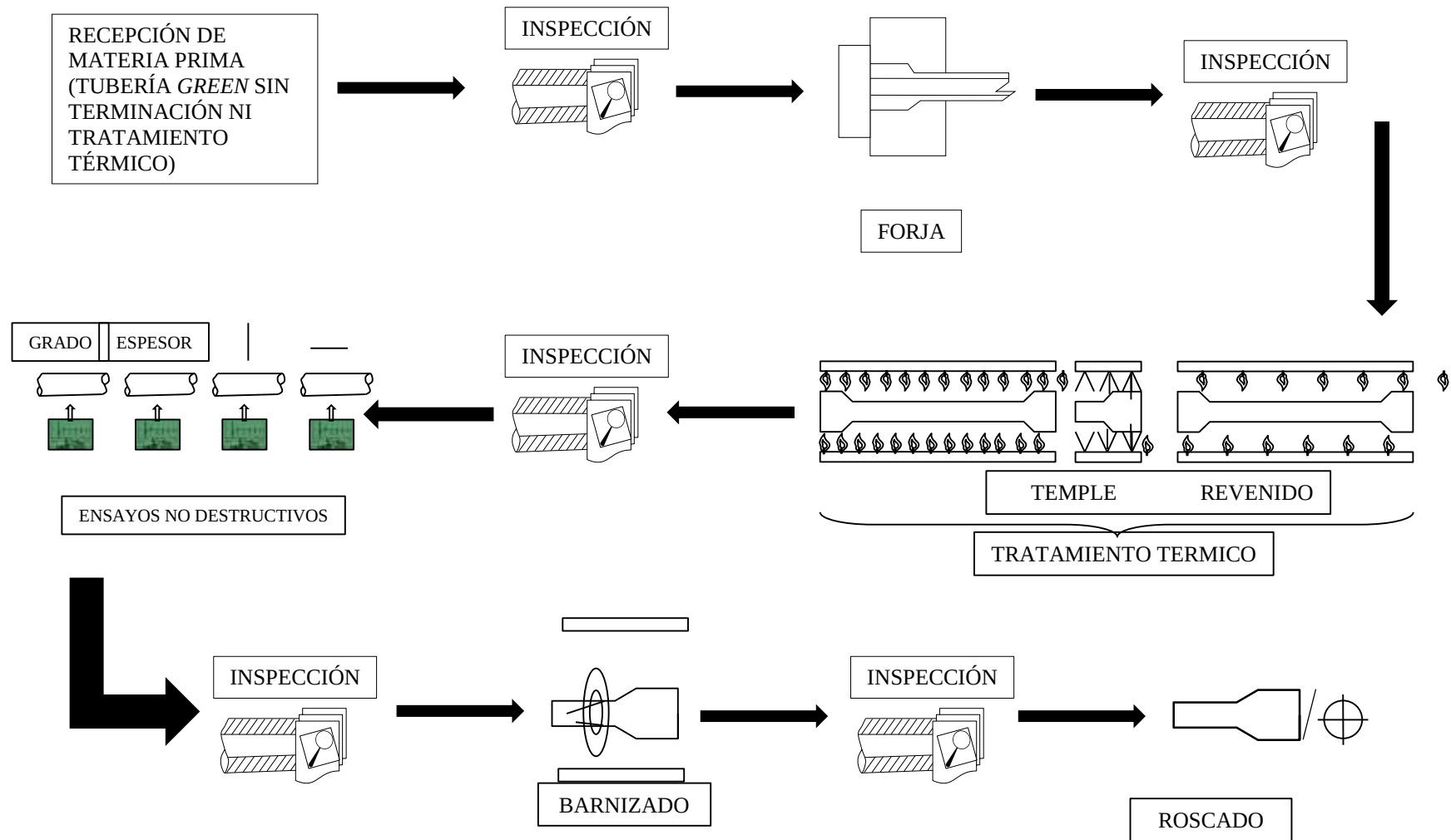
FICHA TÉCNICA			
Código UPE:	1-PSB	Planta Simón Bolívar	
1.NOMBRE			
1.1 EMPRESA	1.2 PLANTA	1.3 RIF	
Petrolera	Simón Bolívar	J-29535597-1	
2.UBICACIÓN GEOGRÁFICA			
2.1 ESTADO	2.2 MUNICIPIO	2.3 REGIÓN	2.4 DIRECCIÓN
Carabobo	Valencia	Centro Norte	Calle 1, Calle 2 e intersección Calle 3; Zona Industrial Isabelica, Galpón 1
3.CADENA DE PRODUCCIÓN			
3.1 MATERIA PRIMA			
3.1.1 NOMBRE	3.1.2 PRESENTACIÓN	3.1.3 ORIGEN	
Tubería Green	Junta	Bielorrusia, China, Argentina, Estados Unidos	
3.2 PRODUCTO ELABORADO			
3.2.1 NOMBRE	3.2.2 PRESENTACIÓN	3.2.3 MARCA COMERCIAL	
Tubing	Tubería 2 3/8"	Tubería API	
	2 7/8", 3 1/2", 4 1/2"		
Casing	41/2", 5 1/2", 7", 9 5/8"		
Acoples	2 3/8" - 9 5/8"	Acoples API	
3.2.4 DESTINO			
Mercado Nacional PDVSA (Faja Petrolífera del Orinoco, otros pozos. No se exporta)			
3.3 SUBPRODUCTO ELABORADO			
3.3.1 NOMBRE	3.3.2 PRESENTACIÓN	3.3.3 DESTINO	
Tubería Scrap	Tubería	Uso residencial, Recuvenca	
Viruta	Viruta		
4.FUERZA LABORAL			
4.1 N° DE TRABAJADORES (AS) ADMINISTRATIVOS		4.2 N° DE TRABAJADORES (AS) OPERATIVOS	
40		240	

Fuente: Ruiz (2016)

La información concerniente a los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, para el tratamiento y transformación del tubular petrolero, se representa de manera esquemática en la siguiente ilustración de la próxima página:

Esquema 3

Procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico en la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial



Fuente: Planta Simón Bolívar, 2013

Como puede observarse en el esquema anterior, los procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial empiezan con la recepción de materia prima (tuberías *green*) sin terminación ni tratamiento térmico. Luego, se inspecciona el tubular y sigue hacia la forja, el tratamiento térmico (temple y revenido), el ensayo no destructivo (NDT), el barnizado y el roscado. Es importante hacer notar que a cada proceso que acciona directamente sobre el tubular (el forjado, el tratamiento térmico, el barnizado y el roscado) le sucede una inspección para comprobar la efectividad del proceso ejecutado.

En el mismo sentido, puede referirse que el proceso de tratamiento y transformación del tubular petrolero culmina con el proceso de roscado. En este eslabón, el tubular queda listo para su almacenamiento y despacho a los clientes. Otros dos aspectos de importancia a destacar —y que serán fundamentales para los propósitos enunciados de la investigación— es que cada proceso eslabonado es diferente tecnológicamente del otro y que, en conjunto, es decir, como unidad de todo el proceso productivo, permiten la fabricación total del producto.

¿Qué significa esto? Para el primer aspecto, se dice que cada proceso eslabonado es diferente del otro porque cada uno aporta al tubular una propiedad o característica diferenciada, por ejemplo, el tubular es recalcado en el proceso de la forja, mientras que, en el tratamiento térmico, se realiza el temple y el revenido del tubular. Tal cuestión implica que cada proceso también es diferente tecnológicamente del otro, tanto en su tecnología tangible, como intangible: la máquina de forjado no sirve para realizar el tratamiento térmico del tubular; tampoco el software con que operan los hornos del tratamiento térmico es útil en el forjado.

Por lo tanto, si los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar vistos por separado, aportan una propiedad o cualidad diferenciada al tubular, también las

tecnologías tangibles e intangibles de estos procesos son diferentes. En la siguiente tabla, se presenta la información relacionada a las características de estos procesos eslabonados y las tecnologías tangibles e intangibles que emplean:

Tabla 7

Procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar, características, propiedades aportadas al tubular y tecnologías empleadas

Nº	Nombre del proceso	Características	Propiedades aportadas al tubular	*Tecnología tangible utilizada en el proceso	*Tecnología intangible utilizada en el proceso
1	Forjado (Tratamiento en caliente)	Proceso de transformación y recalque (aumento de diámetro) del tubular petrolero <i>green</i> en uno de sus dos extremos	Recalcado	1 máquina de forjado	—
2	Tratamiento térmico	Proceso de transformación de temple (calentamiento y enfriamiento) y revenido (dureza) del tubular <i>green</i> de acero	Dureza	2 hornos de tratamiento térmico	—
3	Ensayo No Destructivo (NDT)	Proceso de terminación. Ensayo no destructivo (Non Destructive Test - NDT) a través de pruebas de ultrasonido	Aseguramiento de calidad	1 equipo de corriente inducida	—
4	Barnizado	Proceso de terminación. Aplicación de barniz API (American Petroleum Institute) al tubular petrolero	Anti-corrosión	2 equipos de barnizado	—
5	Roscado	Proceso de terminación. Mecanizado del tubular petrolero	Rosca	4 tornos CNC	—
* Debido a las restricciones de información se colocan datos generales de tecnología tangible y se omiten los de tecnología intangible del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar					
Fuente: Elaboración propia					

Como se afirma en la nota en la parte baja de la tabla, debido a restricciones de información sobre el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar (cuestión que es advertida en el capítulo I de la presente investigación), no se puede colocar a nivel de detalle los componentes tecnológicos tangibles e intangibles con que opera la empresa. Sin embargo, los datos de tecnología tangible que se muestran, son una aproximación a los datos reales.

En otro sentido, el segundo aspecto importante que se dejó abierto para explicar, es el de la unidad de cada proceso eslabonado en relación a la producción del tubular. Esto significa que, todos los procesos están ordenados lógicamente y secuencialmente con el fin de obtener como resultado el tubular petrolero. Sí se deja de realizar uno de estos procesos, no se obtiene el tubular y también, si no se procede secuencialmente, el resultado es idéntico. Por esto, el proceso de producción del tubular, es la unidad de los procesos eslabonados, es decir: forjado + tratamiento térmico + NDT + barnizado + roscado = tubular petrolero. Además, si existiese alguna interrupción en uno de estos procesos, el proceso total también es interrumpido.

La existencia de dependencia tecnológica en alguno de los procesos eslabonados, puede suponer, por ejemplo, que, ante la interrupción del flujo de divisas para la empresa, la adquisición de un elemento de la tecnología tangible sea difícil; por consiguiente, pueden presentarse retrasos productivos parciales o totales para la empresa. Esta situación representa, como se ha esbozado en la presente investigación, una verdadera trampa para las empresas público-privadas de los países dependientes o periféricos.

IV.1.2.- Criterios de dependencia tecnológica para la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial

Para poder reconocer si existe o no dependencia tecnológica en los procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar, es necesario el diseño de criterios que permitan afirmar o negar tal condición con plena certeza. En este sentido, y dado que cada proceso eslabonado está compuesto —en la mayoría de los casos— por tecnología tangible e intangible, la dependencia tecnológica puede ser hallada allí. Por lo tanto, el establecimiento de criterios para identificar la cualidad dependiente de una tecnología perteneciente a los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar, debe tomar en consideración esta dualidad de los componentes tecnológicos.

Se entiende como criterio de dependencia, aquella característica, propiedad o cualidad de la tecnología (tangible o intangible) que permite identificarla o clasificarla como dependiente o no dependiente tecnológicamente. Esta consideración tan sólo admite dos resultados posibles: la tecnología es dependiente o no es dependiente. Dados estos elementos, se considera que los criterios de dependencia tecnológica deben restringirse a: 1.- la dualidad de tangibilidad e intangibilidad de la tecnología de los procesos eslabonados y 2.- a la obtención como resultado de un <<sí>> (verdadero) o un <<no>> (falso) en la evaluación de la condición dependiente de la tecnología.

En esta investigación, se hace la propuesta de algunos criterios de dependencia tecnológica para la Planta Simón Bolívar, con el fin de realizar tal identificación:

1. **Criterio de dependencia tecnológica directa:** Se trata de los componentes tecnológicos tangibles e intangibles cuyo origen es extranjero (importados), no son producidos en el país y, además, son adquiridos a proveedores internacionales de manera directa, utilizando divisas internacionales. Este

criterio implica que la empresa es una compradora activa en los circuitos de mercado de las tecnologías internacionales. Es válido para tecnologías tangibles e intangibles. Si este criterio es verdadero para algún componente, se dice que es dependiente tecnológicamente.

2. **Criterio de dependencia tecnológica indirecta:** Se trata de los componentes tecnológicos tangibles e intangibles cuyo origen es extranjero (importados), no son producidos en el país, pero son adquiridos a proveedores nacionales (grandes, pequeños y medianos distribuidores, importadores, filiales...) con moneda de circulación legal nacional. Tal criterio implica una relación pasiva de la empresa frente a los circuitos tecnológicos del mercado internacional. También es válido para tecnologías tangibles e intangibles. De igual manera, si este criterio es verdadero para algún componente, se dice que es dependiente tecnológicamente.
3. **Criterio de inexistencia de dependencia tecnológica:** Se trata de los componentes tecnológicos tangibles e intangibles cuyo origen es nacional, son producidos en el país, y son adquiridos a proveedores nacionales con moneda de circulación legal nacional. Tal criterio implica una relación de autonomía tecnológica relativa del componente tecnológico asociado al proceso eslabonado de la empresa. Es válido para tecnologías tangibles e intangibles. Si este criterio es verdadero, se dice que el componente no es dependiente tecnológicamente.

Enunciando estos tres criterios aproximados para la verificación de la dependencia tecnológica en los componentes tangibles e intangibles asociados a los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar, se puede asegurar, la clasificación de éstos. Es lógico también pensar que los tres criterios son necesariamente excluyentes, es

decir, la verificación como verdadero de uno de ellos, implica que los demás son falsos. Esto significa, por ejemplo, que si un componente tecnológico tangible en el proceso de roscado es verdadero para el criterio uno (1) es falso para los otros dos criterios (2 y 3).

Puede señalarse como caso, quizá, que la adquisición de insumos tecnológicos tangibles e intangibles para los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar, son muchos más baratos en el mercado internacional que en el nacional. En este caso, se supone que el componente es homogéneo —tanto el producido nacionalmente como el importado— y que resulta ventajoso para la empresa su adquisición a proveedores internacionales, ¿cambia esto la valoración que se puede tener de la dependencia tecnológica del componente según los criterios esbozados? No, no lo cambia. Los criterios esbozados son funcionales a definir si existe o no dependencia tecnológica tan sólo en los componentes adquiridos por la empresa que son puestos en función productiva.

No se tratan de criterios para saber si es más beneficioso el componente nacional o importado, tan sólo deducen si éste es dependiente tecnológicamente o no. Otro caso que puede suceder, es que los componentes tecnológicos de la Planta Simón Bolívar sean tanto nacionales como importados, creyéndose que son verdaderos tanto los criterios uno (1) como tres (3). En tal cuestión, la elección del valor verdadero corresponde al criterio uno (1) —que denota la existencia de dependencia tecnológica— y no del tercero (3); porque el hecho de adquirir —así sea— una mínima proporción de este componente en el mercado internacional implica la existencia de dependencia tecnológica.

Además, puede señalarse, que para que no exista dependencia tecnológica en un componente tecnológico tangible o intangible, el volumen total de estos utilizados en

el subsistema productivo-tecnológico, debe cumplir con el valor de verdadero para el tercer criterio. La Planta Simón Bolívar superará la dependencia tecnológica en la medida que pueda dotarse totalmente con producción tecnológica nacional y, esto implica, necesariamente, políticas públicas transversales a los todos los sectores e industrias de la economía nacional.

IV.2.- Definición del diseño matemático aproximado del Índice de Dependencia Tecnológica (IDT) para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial

En esta sección de la investigación, se trata de definir un diseño matemático aproximado de Índice de Dependencia Tecnológica (IDT) para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar, reconociendo, en primer momento, las limitaciones que supone la discrecionalidad de la información aportada por la Gerencia de la empresa. Por tanto, tal diseño matemático no es acabado, pero es, a su vez, bastante próximo a la realidad. Luego de esta aclaratoria, se procede a desarrollar el diseño del IDT para la Planta Simón Bolívar.

Para poder definir el diseño matemático aproximado del IDT, se debe partir del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar. De aquí se derivará tal aproximación. La primera consideración, por tanto, es la identificación de los procesos eslabonados de tal subsistema: forjado, tratamiento térmico, NDT, barnizado y roscado. En secciones anteriores del presente trabajo se han identificado las características de cada uno y se ha identificado: a) que cada uno de estos procesos es diferente tecnológicamente el uno del otro, b) que combinados, forman la unidad del proceso productivo de la Planta c) que están eslabonados lógica y secuencialmente y d) que cada uno aporta una cualidad específica al producto.

Ahora bien, antes de profundizar en estos aspectos, es necesario hacer mención de un elemento vital para el diseño matemático del IDT de la Planta Simón Bolívar. Si para el tratamiento y terminación del tubular petrolero se requiere un proceso eslabonado de forjado, tratamiento térmico, NDT, barnizado y roscado ¿qué es lo primero que hace falta?: la materia prima a ser procesada en el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar, la tubería *green*. La tubería *green* es un tubular petrolero listo para su procesamiento productivo, que requiere la aplicación de tecnología para su transformación. Por lo tanto, para obtener como resultado un tubular petrolero para la explotación petrolera el proceso es el siguiente:

Materia prima + Forjado + Tratamiento térmico + NDT + Barnizado + Roscado

En tal sentido, la suma productiva, eslabonada y secuencial de estos 6 procesos permiten obtener, al final del proceso la unidad del tubular petrolero listo para su incorporación en los pozos petrolíferos de la Faja del Orinoco. En consecuencia, si se define cada proceso eslabonado, por ejemplo, materia prima como Proceso Productivo 1 (P_{p1}) y los demás, como P_{p2} , P_{p3} , P_{p4} , P_{p5} y P_{p6} , se tiene que:

$$P_{p1} + P_{p2} + P_{p3} + P_{p4} + P_{p5} + P_{p6} = 1 \text{ tubular petrolero transformado y terminado (1)}$$

Con esto se quiere señalar que, en realidad, la incorporación del proceso de materia prima (P_{p1}) como parte de los procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar es el *a priori* del proceso productivo general del tubular petrolero y que también, debe ser estimada su dependencia tecnológica por medio del IDT. Las materias primas pueden acusar dependencia tecnológica o no, por ello no puede dejarse por fuera. En el caso de las tuberías *green* de la Planta Simón Bolívar, sabemos por la información citada en la Ficha Técnica del presente capítulo, que su origen es bielorruso, argentino, chino o estadounidense.

Con esta incorporación del proceso de materia prima en los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar, se puede seguir el discernimiento acerca del diseño matemático del IDT. En la misma tónica de la ecuación 1, se infiere que cada proceso eslabonado, combinado a los demás, permite aportar las cualidades necesarias al tubular final; así la tubería *green* (P_{p1}) que entra al forjado (P_{p2}) es recalcada (cualidad nueva) y, cuando pasa al tratamiento térmico (P_{p3}) ya recalcada, se le aporta la dureza necesaria para soportar las condiciones del pozo petrolero. Por lo tanto, cualitativamente, cada proceso eslabonado ($P_{p2} \dots P_{p6}$) agrega una característica particular al tubular, pero, cuantitativamente, aportan relativamente a la constitución del cien por ciento (100%) del valor de uso del producto.

Esta razón, permite definir que, cada proceso eslabonado del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, tiene un peso productivo relativo en cuanto a la constitución total (el cien por ciento) del producto. Se redefine entonces a las variables $P_{p1} \dots P_{p6}$ como el peso productivo relativo de cada proceso eslabonado en relación al producto total infiriendo que, a cada uno, corresponde el valor de 1/6:

$$(P_{p1} = 1/6) + (P_{p2} = 1/6) + (P_{p3} = 1/6) + (P_{p4} = 1/6) + (P_{p5} = 1/6) + (P_{p6} = 1/6) = 1 \quad (2)$$

Donde,

P_{p1} = Peso productivo relativo del proceso eslabonado de materia prima

P_{p2} = Peso productivo relativo del proceso eslabonado de forjado

P_{p3} = Peso productivo relativo del proceso eslabonado tratamiento térmico

P_{p4} = Peso productivo relativo del proceso eslabonado de NDT

P_{p5} = Peso productivo relativo del proceso eslabonado de barnizado

P_{p6} = Peso productivo relativo del proceso eslabonado de roscado

Ahora bien ¿por qué a cada proceso eslabonado del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar le corresponde $\ll 1/6 \gg$ de peso productivo relativo? ¿de dónde sale tal cifra? Cada proceso eslabonado tiene un peso productivo relativo de un $1/6$ porque: a) los procesos eslabonados para producir el tubular final en la Planta Simón Bolívar son seis, b) porque cada proceso eslabonado es igualmente importante para la completación total del tubular. Esto significa que, el tubular petrolero resultante para ser tal, debió ser *green*, forjado, tratado térmicamente, revisado en NDT, barnizado y roscado; en caso de que alguno de estos procesos no se cumpla, se rompe con la lógica de todo el proceso productivo de la Planta Simón Bolívar, es decir, no se produce el tubular listo para la extracción.

Por lo tanto, el aporte de cada proceso eslabonado a la constitución del producto, debe tener un peso productivo relativo uniforme, idéntico; ninguno es más importante que el otro, todos lo son en una idéntica magnitud. Esto ocurre incluso si se manifiesta que, de estos seis procesos eslabonados, difieren en su complejidad productiva, en la magnitud de los recursos, medios e insumos que utilizan, entre otros aspectos. El proceso de forjado puede ser más simple que el de tratamiento térmico, pero, vistos en su aporte productivo relativo, tienen la misma importancia. En resumen, cada proceso eslabonado detallado anteriormente, contribuye relativamente en $1/6$ —o lo que es lo mismo— en un 16,67% a la constitución final del tubular petrolero. Este es el principio de proporcionalidad.

Siguiendo la misma línea discursiva y, recordando que cada proceso eslabonado es también un proceso tecnológico, surge la noción de Peso Tecnológico (P_t). El Peso Tecnológico no es más que la contribución tecnológica de cada proceso eslabonado, a la constitución tecnológica total del producto final. Cuando se produce un tubular petrolero, también se está produciendo un bien con tecnología incorporada: un producto tecnológico. Todo artículo o bien producido por el hombre, es un bien

producido con cierta tecnología objetiva —tangible e intangible— y subjetiva; el tubular petrolero de la Planta Simón Bolívar no constituye la excepción.

Esta cuestión permite argumentar, que el proceso productivo es, también, en esencia, un proceso tecnológico. La tecnología subjetiva y objetiva se pone en marcha en razón de ejercer una acción transformadora sobre la materia prima (que ya es producto de un proceso tecnológico anterior) y obtener un producto final. En nuestro caso, se infiere que el Peso Tecnológico (P_t) para cada proceso eslabonado del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar es igual a:

$$(P_{t1} = 1/6) + (P_{t2} = 1/6) + (P_{t3} = 1/6) + (P_{t4} = 1/6) + (P_{t5} = 1/6) + (P_{t6} = 1/6) = 1 \quad (3)$$

Donde,

P_{t1} = Peso tecnológico relativo del proceso eslabonado de materia prima

P_{t2} = Peso tecnológico relativo del proceso eslabonado de forjado

P_{t3} = Peso tecnológico relativo del proceso eslabonado tratamiento térmico

P_{t4} = Peso tecnológico relativo del proceso eslabonado de NDT

P_{t5} = Peso tecnológico relativo del proceso eslabonado de barnizado

P_{t6} = Peso tecnológico relativo del proceso eslabonado de roscado

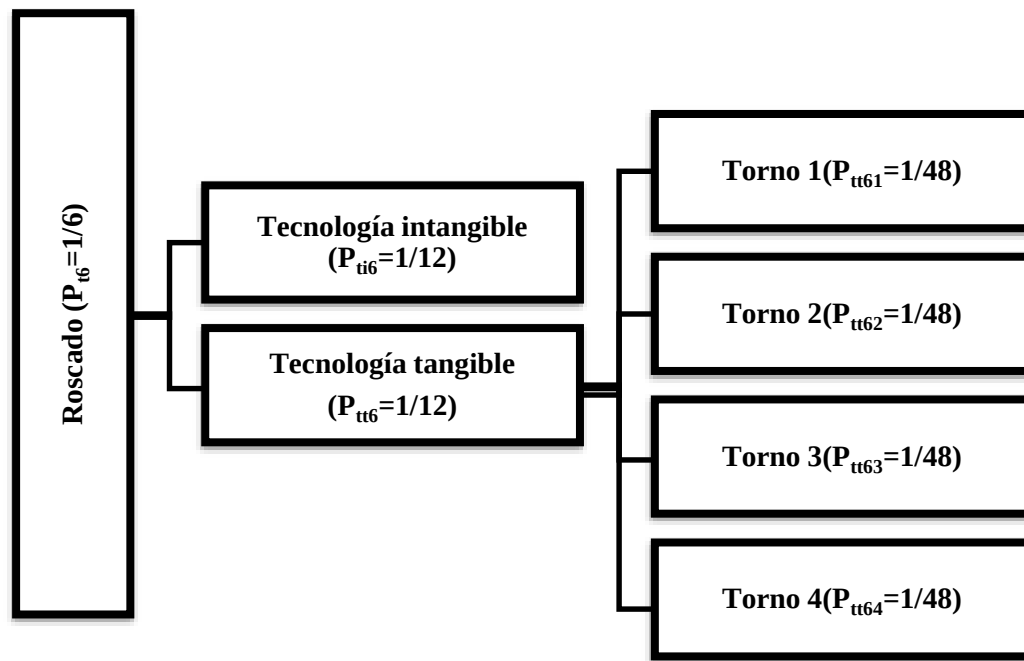
Aquí, surgen las mismas aclaratorias que están relacionadas al peso productivo relativo. La contribución tecnológica de cada proceso eslabonado es vital (o igualmente importante) para la constitución tecnológica total del tubular petrolero (principio de proporcionalidad). Cada proceso incorpora, imprime, en el tubular petrolero, su carga tecnológica para aportar una cualidad diferenciadora. Por tal razón, el (P_t) de cada proceso, o su aporte relativo a la constitución tecnológica del bien final, es de un 1/6 o un 16,67% en relación al total.

A pesar de esto, el peso tecnológico relativo de cada proceso eslabonado debe revisarse con más detenimiento ¿por qué? porque resulta que sí cada proceso eslabonado es un proceso tecnológico, ¿cuál proporción del peso relativo tecnológico corresponde a la tecnología tangible y cuánto a la intangible? Realizando tal observación, se abre una puerta más al diseño matemático aproximado del (IDT) para la Planta Simón Bolívar. Por ahora, se puede tomar como ejemplo el proceso de roscado.

El proceso de roscado, que le corresponde un 16,67% de aporte tecnológico a la producción del tubular petrolero, utiliza componentes tecnológicos tangible e intangibles. En la tabla 7 se presentan algunos datos parciales sobre éstas. Sin embargo, se toma como cierta la información de la tecnología tangible <<4 tornos CNC>> y se supondrá que existe, también, tecnología intangible; el Peso Tecnológico resultante debe entonces descomponerse de la siguiente manera:

Esquema 4

Descomposición del Peso Tecnológico relativo (P_t) de la tecnología tangible e intangible en el proceso de roscado de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial



Fuente: Elaboración propia

En el esquema 4, puede apreciarse la descomposición de los pesos tecnológicos relativos en los componentes tecnológicos tangibles e intangibles del proceso de roscado de la Planta Simón Bolívar. En un primer momento, se tiene el peso tecnológico relativo del roscado ($P_{t6}=1/6$) de acuerdo a como había sido definido anteriormente. Ahora, se tiene un siguiente nivel de descomposición del peso tecnológico relativo del roscado en sus componentes tecnológicos tangibles e intangibles. Dado que ambos son idénticamente importantes en la constitución

tecnológica del tubular petrolero, el peso tecnológico del componente intangible será $P_{ti6}=1/12$ y del tangible $P_{tt6}=1/12$; se distribuye proporcionalmente.

Se entiende, por tanto, que el peso tecnológico de ambos componentes es $(1/12)$ o un 8,3% en relación a la totalidad del peso tecnológico del tubular, pero también, son la mitad de ese $(1/6)$ que representa el peso tecnológico relativo del proceso de roscado. Esto ocurre porque, en función de la totalidad de la constitución tecnológica del tubular, su aporte es efectivamente menor que su contribución particular en función del proceso de roscado analizado aisladamente: mientras que para el tubular finalizado, el componente tecnológico tangible e intangible del roscado solo es una pequeña parte de la contribución tecnológica, para el roscado como tal (como totalidad), estos componentes representan un 50% $(1/12)$ del aporte a éste proceso particular.

Conforme a lo expuesto, la ecuación 3 puede ser reescrita como:

$$[(P_{tt1} = 1/6)] + [(P_{tt2} = 1/12) + (P_{ti2}=1/12)] + \dots + [(P_{tt6} = 1/12) + (P_{ti6}=1/12)] = 1 \quad (4)$$

Donde:

P_{tt1} = Peso tecnológico relativo del componente tangible del proceso materia prima

P_{tt2} = Peso tecnológico relativo del componente tangible del proceso de forjado

P_{ti2} = Peso tecnológico relativo del componente intangible del proceso de forjado

P_{tt3} = Peso tecnológico relativo del componente tangible del proceso de tratamiento térmico

P_{ti3} = Peso tecnológico relativo del componente intangible del proceso de tratamiento térmico

P_{tt4} = Peso tecnológico relativo del componente tangible del proceso de NDT

P_{ti4} = Peso tecnológico relativo del componente intangible del proceso de NDT

P_{tt5} = Peso tecnológico relativo del componente tangible del proceso de barnizado

P_{ti5} = Peso tecnológico relativo del componente intangible del proceso de barnizado

P_{tt6} = Peso tecnológico relativo del componente tangible del proceso de roscado

P_{ti6} = Peso tecnológico relativo del componente intangible del proceso de roscado

O también, de la siguiente forma:

$$PTT = P_{tt1} + \sum_{i=2}^6 (P_{tti} + P_{tii}) = 1 \quad (5)$$

Donde:

PTT = Peso tecnológico total

P_{tt1} = Peso tecnológico relativo del componente tangible del proceso materia prima

P_{tti} = Peso tecnológico relativo del componente tangible del proceso i-ésimo

P_{tii} = Peso tecnológico relativo del componente intangible del proceso i-ésimo

Dado que la materia prima no tiene componente tecnológico intangible asociado, su peso tecnológico relativo sigue siendo igual a 1/6 del total. De igual manera, si esto ocurriese con algún otro proceso, su peso tecnológico relativo no se descompone proporcionalmente entre el componente tecnológico tangible y el intangible. Ya en la ecuación cinco (5), también se muestra este nivel de descomposición de los pesos tecnológicos relativos en los componentes tangibles e intangibles de los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar. La sumatoria de los pesos tecnológicos relativos de los componentes del proceso de forjado, hasta el roscado ($\sum_{i=2}^6 (P_{tti} + P_{tii})$), pueden así ser apreciados.

Siguiendo con el análisis del esquema 4, se debe observar el siguiente nivel de profundización sobre el análisis de los pesos tecnológicos relativos del proceso eslabonado de roscado en la Planta Simón Bolívar. Si bien, se ha detectado que los pesos tecnológicos relativos entre los componentes tangibles e intangibles del roscado deben distribuirse proporcionalmente, igualmente debe suceder con las máquinas, piezas, herramientas, patentes, licencias, y software que constituyen estos componentes.

Aquí, entonces, se entra definitivamente a otro nivel de profundización. El peso tecnológico relativo del proceso de roscado debe descomponerse, por ejemplo, en los cuatro tornos que forman la tecnología tangible del proceso. Por consiguiente, si el peso tecnológico relativo de la tecnología tangible del roscado ($P_{tt6}=1/12$) es un 8,3%, el peso tecnológico relativo de cada uno de los tornos será, proporcionalmente, un (1/48), es decir un 2,08% del total de la constitución tecnológica total del tubular, pero, un 25% en relación al peso tecnológico relativo del componente tangible del proceso de roscado (P_{tt6}). Por consiguiente, el peso relativo tecnológico del proceso eslabonado de roscado (P_{t6}) puede ser:

$$P_{t6} = P_{ti6} + (P_{tt61} + P_{tt62} + P_{tt63} + P_{tt64}) = 1/12 \quad (6)$$

Donde:

P_{t6} = Peso tecnológico relativo del proceso de roscado

P_{ti6} = Peso tecnológico relativo del componente intangible del proceso de roscado

$(P_{tt61} + P_{tt62} + P_{tt63} + P_{tt64})$ = Peso tecnológico relativo del componente tangible del proceso de roscado (P_{tt6})

P_{tt61} = Peso tecnológico relativo del elemento 1 (torno 1) del componente tangible del proceso de roscado

P_{tt62} = Peso tecnológico relativo del elemento 2 (torno 2) del componente tangible del proceso de roscado

P_{tt63} = Peso tecnológico relativo del elemento 3 (torno 3) del componente tangible del proceso de roscado

P_{tt64} = Peso tecnológico relativo del elemento 4 (torno 4) del componente tangible del proceso de roscado

Teniendo en consideración estos nuevos elementos, es posible realizar una nueva edición de la fórmula (5), del Peso Tecnológico Total (PTT):

$$PTT = P_{tt1} + \sum_{i=2}^6 (\sum_{j=1}^n P_{tti j} + \sum_{k=1}^m P_{tii k}) = 1 \quad (7)$$

Donde:

P_{tt1} = Peso tecnológico relativo del proceso de materia prima

n = Cantidad de elementos del componente tecnológico tangible por proceso i -ésimo

m = Cantidad de elementos del componente tecnológico intangible por proceso i -ésimo

$P_{tti j}$ = Peso tecnológico relativo del componente tangible j -ésimo del proceso eslabonado i -ésimo

$P_{tii k}$ = Peso tecnológico relativo del componente intangible k -ésimo del proceso eslabonado i -ésimo

PTT = Peso Tecnológico total

En la ecuación 7, se demuestra que el PTT puede ser descompuesto en los elementos tecnológicos tangibles e intangibles de cada uno de los procesos eslabonados de la

Planta Simón Bolívar. El sentido de presentarlo de esta manera, es que, para lograr diseñar un estimador de la dependencia tecnológica en el subsistema productivo de ésta empresa, es propicio considerar cada uno de estos niveles de descomposición analítica, incluso ir más allá.

Con este conjunto de apreciaciones que se han expuesto, ya es posible empezar a discernir sobre el diseño matemático del IDT para la Planta Simón Bolívar. Dado que el objetivo es la estimación de la dependencia tecnológica en el subsistema productivo-tecnológico de esta empresa, se parte de una primera consideración: si, el subsistema productivo-tecnológico de la Planta está integrado por seis (6) procesos eslabonados y, además, cada uno de ellos es, a su vez, un proceso tecnológico que emplea elementos y componentes tangibles e intangibles con pesos relativos (productivos y técnicos) específicos, se hace posible discernir si tales componentes y procesos eslabonados son dependientes tecnológicamente ¿cómo puede hacerse esto?

De la siguiente manera. Como cada proceso eslabonado es un proceso también tecnológico, debe verificarse la existencia o no de la dependencia tecnológica en los componentes tangibles e intangibles de cada uno de estos. Por lo tanto, se propone la variable de Peso de Dependencia Tecnológica (Pdt) para registrar la condición de dependencia de los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar y, de esa manera, poder calcular el IDT. El <<Pdt>> tal cual como los demás pesos (productivo y tecnológico) estudiados hasta ahora, es una magnitud relativa, que indicaría un valor de dependencia tecnológica por proceso eslabonado y/o componente tangible e intangible en relación a la dependencia total del subsistema productivo tecnológico.

En razón a esto, el diseño matemático aproximado del IDT para la Planta Simón Bolívar no puede ser otro que la suma de los pesos relativos de dependencia tecnológica (Pdt) de cada proceso eslabonado de la empresa, expresado de la siguiente forma:

$$IDT_{PSB} = Pdt_1 + Pdt_2 + Pdt_3 + Pdt_4 + Pdt_5 + Pdt_6 \quad (8)$$

O, de idéntica manera:

$$IDT_{PSB} = \sum_{i=1}^6 Pdt_i \quad (9)$$

Donde:

IDT_{PSB} = Índice de Dependencia Tecnológica del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar

Pdt_1 = Peso relativo de dependencia tecnológica del proceso de materia prima

Pdt_2 = Peso relativo de dependencia tecnológica del proceso de forjado

Pdt_3 = Peso relativo de dependencia tecnológica del proceso de tratamiento térmico

Pdt_4 = Peso relativo de dependencia tecnológica del proceso de NDT

Pdt_5 = Peso relativo de dependencia tecnológica del proceso de barnizado

Pdt_6 = Peso relativo de dependencia tecnológica del proceso de roscado

Pdt_i = Peso relativo de dependencia tecnológica del proceso eslabonado i-ésimo del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar

Tanto la ecuación (8) como (9) muestran el sencillo diseño matemático del IDT para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar. Ahora bien, ¿cuáles son los valores que deben tomar cada uno de los pesos relativos de dependencia tecnológica de los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar? y, además, ¿estos valores pueden descomponerse bajo los principios de proporcionalidad en los componentes tangibles e intangibles de tales procesos?

En este párrafo, se trata de contestar la primera pregunta. Según lo apreciado en los anteriores casos, se fijaba un valor a cada proceso eslabonado referente a su peso

relativo productivo o tecnológico. Así, se tenía que el peso productivo relativo de cada proceso eslabonado (P_{p1} , P_{p2} , P_{p3} , P_{p4} , P_{p5} , P_{p6}) en la Planta Simón Bolívar era igual a $1/6$ o $16,67\%$, con respecto a la constitución productiva total del valor de uso en el tubular, mientras que lo mismo sucedía con sus pesos tecnológicos relativos (P_{tt1} , P_{tt2} , P_{tt3} , P_{tt4} , P_{tt5} , P_{tt6}) en relación a la constitución tecnológica total del tubular.

¿Puede entonces asignarse un valor de $1/6$ a cada peso relativo de dependencia tecnológica (P_{dt1} , P_{dt2} , P_{dt3} , P_{dt4} , P_{dt5} , P_{dt6}) en relación a la dependencia tecnológica total del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar? La respuesta a esta pregunta depende de si se descarta o no la existencia de dependencia tecnológica en cada proceso eslabonado. Dado que es indiscutible que cada proceso eslabonado es un proceso productivo y, además, también es indiscutible que son procesos tecnológicos, la asignación del valor $1/6$ a cada peso relativo, es otorgado sin problemas, pero, en el caso de la dependencia tecnológica, el proceso tecnológico puede ser dependiente o no y, por lo tanto, contribuyen de diferente manera a la dependencia tecnológica del subsistema productivo-tecnológico total.

Por tal razón, la selección del valor adecuado para cada uno de los pesos de dependencia tecnológica (P_{dt1} , P_{dt2} , P_{dt3} , P_{dt4} , P_{dt5} , P_{dt6}) es una operación de <<descarte>> donde, se afirma o se niega —según sea el caso— la existencia de tal condición en el proceso eslabonado en particular. Así las cosas, este proceso de descarte, solo puede realizarse verificando proceso por proceso, su relación con los tres criterios de dependencia tecnológica esbozados en la sección anterior del presente capítulo de esta investigación.

Por los momentos, es imposible realizar esta verificación sin disponer de un adecuado instrumento de recolección de datos y de la información más detallada posible de los componentes tecnológicos tangibles e intangibles de cada proceso eslabonado de la Planta Simón Bolívar. El primer elemento, es decir, el instrumento de recolección de datos, será tratado en la siguiente sección de este capítulo y, por lo que

trata de la información de la Planta Simón Bolívar, ya se ha hecho suficiente mención de su limitación.

A pesar de esto, se puede inferir otros aspectos relacionados a la pregunta sobre los valores de los pesos relativos de dependencia tecnológica que se realizó con anterioridad. Si se trata de descartar la existencia de dependencia tecnológica en un proceso eslabonado, se obtiene la siguiente forma del IDT_{PSB} :

$$IDT_{PSB} = (Pdt_1=1/6)? + (Pdt_2=1/6)? + (Pdt_3=1/6)? + (Pdt_4=1/6)? + (Pdt_5=1/6)? + (Pdt_6=1/6)? = ? \quad (10)$$

La ecuación 10, nos presenta una serie de interrogantes relacionadas al valor particular de cada peso de dependencia tecnológica por proceso eslabonado de la Planta Simón Bolívar ($Pdt_1, Pdt_2, Pdt_3, Pdt_4, Pdt_5, Pdt_6$) y también, en referencia al valor final o calculado del Índice de Dependencia Tecnológica ($IDT_{PSB} = ?$) Por ahora, solo se puede inferir lo siguiente: si se supone que todos los procesos son dependientes tecnológicamente, cada Pdt por proceso, entonces sería igual a $1/6$ ($Pdt_1 = Pdt_2 = Pdt_3 = Pdt_4 = Pdt_5 = Pdt_6 = 1/6$), es decir, su contribución particular a la dependencia tecnológica del subsistema productivo-tecnológico, será de 16,67%.

El IDT_{PSB} será, en consecuencia, igual a uno ($IDT_{PSB} = 1$), deduciendo que tal escala de valor significa que la dependencia tecnológica en el subsistema productivo de la Planta Simón Bolívar es total, completa o abrumadora. Por el contrario, si suponemos que el resultado obtenido de la verificación de los procesos arroja que ninguno es dependiente tecnológicamente, se tiene que cada Pdt por proceso, sería igual a cero ($Pdt_1 = Pdt_2 = Pdt_3 = Pdt_4 = Pdt_5 = Pdt_6 = 0$), es decir, su contribución particular a la dependencia tecnológica del subsistema productivo-tecnológico sería nulo. El IDT_{PSB} será, por lo tanto, igual a cero ($IDT_{PSB} = 0$) y, lógicamente, este valor implica que el subsistema productivo de la Planta Simón Bolívar no es dependiente tecnológicamente.

Por lo tanto, puede advertirse que los valores que puede tomar el IDT_{PSB} se ubican en un intervalo mayor o igual a cero, o menor e igual que uno; es decir, aporta un valor relativo:

$$0 \leq IDT_{PSB} \leq 1 \quad (11)$$

Donde:

$IDT_{PSB} = 0$ implica la inexistencia de dependencia tecnológica en el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar

$IDT_{PSB} = 1$ implica la existencia abrumadora de dependencia tecnológica en el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar

$0 < IDT_{PSB} < 1$ = implica que mientras más cercano sea el IDT_{PSB} a cero, existirá menor nivel de dependencia tecnológica en el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar y, caso contrario, mientras más cercano a uno, existirá mayor nivel de dependencia.

Y, también, para cada peso relativo de dependencia tecnológica en el proceso i -ésimo (Pdt_i) del subsistema productivo-tecnológico, sus valores pueden ser:

Tabla 8

Posibles valores para el peso relativo de dependencia tecnológica en el proceso i-ésimo (Pdt_i) del subsistema productivo-tecnológico en la Planta Simón Bolívar

¿Existe dependencia tecnológica en el proceso eslabonado?	Valor o peso relativo de dependencia tecnológica del proceso i-ésimo (Pdt_i)
Sí	"1/6"
No	"0"

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, puede observarse las únicas dos posibilidades de valores de los pesos de dependencia tecnológica para cada proceso eslabonado del subsistema productivo-tecnológico en la Planta Simón Bolívar. Si se comprueba (se afirma) la existencia de dependencia tecnológica en algún proceso, su Pdt sería igual a 1/6 o 16,67%, es decir, a la magnitud relativa de dependencia tecnológica, correspondiente a tal proceso en relación al total para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta. En caso contrario, la negación o inexistencia de dependencia tecnológica para algún proceso eslabonado, arroja como resultado un Pdt igual a cero ($Pdt_i = 0$).

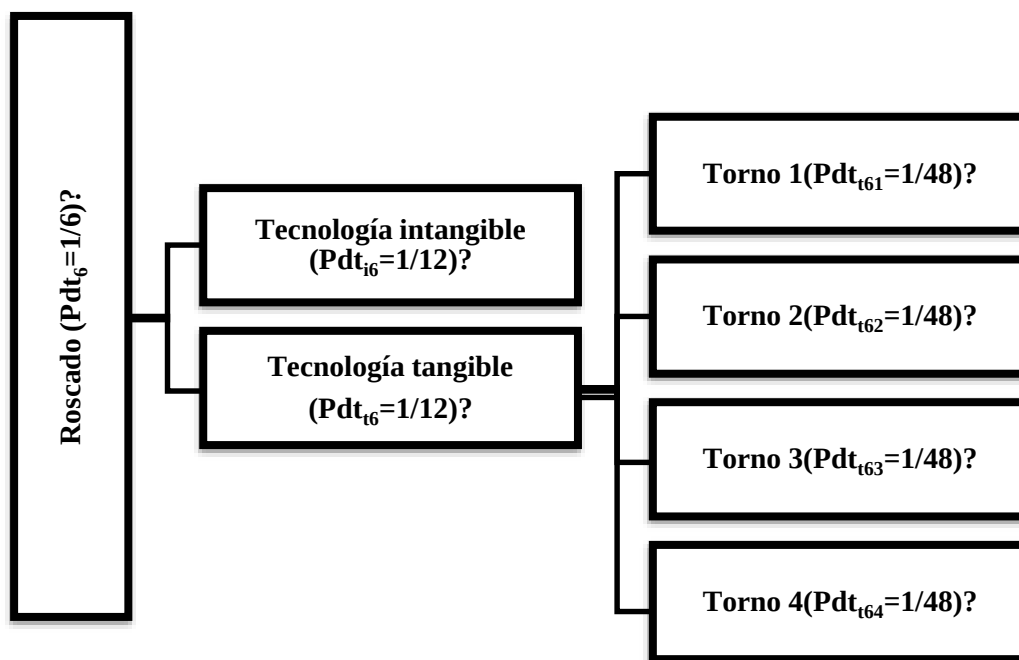
A pesar de este análisis, es importante revisar con más detenimiento, estos pesos relativos de dependencia tecnológica por proceso eslabonado. Si se conoce de antemano que cada proceso eslabonado está integrado por componentes tecnológicos tangibles e intangibles y, si, por ejemplo, uno de ellos es dependiente tecnológicamente y el otro no, ¿se cumpliría la condición de que el Pdt_i solo puede tomar dos valores, cero y 1/6? Por supuesto que no. Ya con este elemento crítico, se abre las puertas a la respuesta para la pregunta aún abierta en los párrafos anteriores.

Es importante entonces, para obtener un resultado más fiable del IDT para la Planta Simón Bolívar, hacer una descomposición de los valores de los pesos relativos de

dependencia tecnológica al nivel más próximo posible de todos los componentes tangibles e intangibles que constituyen cada proceso eslabonado. Para entender con un ejemplo, se trabajará con el proceso de roscado, según el esquema 5:

Esquema 5

Descomposición del Peso relativo de dependencia tecnológica (Pdt) de la tecnología tangible e intangible en el proceso de roscado de la Planta Simón Bolívar



Fuente: Elaboración propia

Donde:

Pdt₆= Peso relativo de dependencia tecnológica para el proceso de roscado del subsistema productivo-tecnológico en la Planta Simón Bolívar

Pdt_{i6} = Peso relativo de dependencia tecnológica para el componente tecnológico intangible del proceso de roscado

Pdt_{t6} = Peso relativo de dependencia tecnológica para el componente tecnológico tangible del proceso de roscado

Pdt_{t61} = Peso relativo de dependencia tecnológica para el primer componente tecnológico tangible (torno 1) del proceso de roscado

Pdt_{t62} = Peso relativo de dependencia tecnológica para el segundo componente tecnológico tangible (torno 2) del proceso de roscado

Pdt_{t63} = Peso relativo de dependencia tecnológica para el tercer componente tecnológico tangible (torno 3) del proceso de roscado

Pdt_{t64} = Peso relativo de dependencia tecnológica para el cuarto componente tecnológico tangible (torno 4) del proceso de roscado

De acuerdo al esquema 5, si todos los componentes tangibles e intangibles son dependientes tecnológicamente, cada elemento tangible (Pdt_{t61} , Pdt_{t62} , Pdt_{t63} , Pdt_{t64}) tendría un peso de $1/48$ o 2.08% de contribución a la dependencia tecnológica global del subsistema productivo-tecnológico de la Planta, mientras que, el elemento intangible por ser uno solo —como se evidencia en el esquema 5— tiene un peso $Pdt_{i6} = 1/12$, o igual 8,33%. El peso de dependencia tecnológica total del proceso de roscado será $Pdt_6 = 1/6$. Ahora bien, si se complejiza el ejemplo y se establece que no existe dependencia tecnológica para el componente intangible del proceso de roscado, es decir, que $Pdt_{i6} = 0$ ¿cómo afecta este cambio a Pdt_6 ?

Esta situación se ilustra en la siguiente ecuación:

$$Pdt_6 = Pdt_{i6} + (Pdt_{t61} + Pdt_{t62} + Pdt_{t63} + Pdt_{t64}) \quad (12)$$

$$Pdt_6 = 0 + (1/48 + 1/48 + 1/48 + 1/48) = 1/12 = 0,08333 = 8,33\% \quad (13)$$

Y si, además, se estipula que no existe dependencia tecnológica en el primer elemento (torno 1) es decir $Pdt_{t61} = 0$ se obtiene:

$$Pdt_6 = 0 + (0 + 1/48 + 1/48 + 1/48) = 1/16 = 0,0625 = 6,25\% \quad (14)$$

En la ecuación (13), como en la ecuación (14), se puede evidenciar que el peso de dependencia tecnológica para el proceso eslabonado de roscado (Pdt_6) es diferente a cero (0) o a ($1/6 = 16.67\%$). En (13) Pdt_6 es igual a 8,33% y en (14) es 6.25%; por esta razón, se debe manifestar, que es importantísimo para un buen cálculo del IDT de la Planta Simón Bolívar, realizar el proceso de descarte y asignación de los pesos relativos de dependencia tecnológica, partiendo desde los niveles más bajos de los componentes tecnológicos tangibles e intangibles, hasta llegar al cálculo del IDT.

Con esto quiere significarse que, para calcular correctamente el peso de dependencia tecnológica de cualquier proceso eslabonado ($Pdt_1, Pdt_2, Pdt_3, Pdt_4, Pdt_5, Pdt_6$) y, por lo tanto, el IDT_{PSB} en general, se debe realizar el <<proceso de descarte>> partiendo de niveles más específicos, a niveles más generales, de niveles más abstractos, a niveles más concretos. En el ejemplo colocado, se parte de los cuatro tornos (elementos de la tecnología tangible) del proceso de roscado, para obtener la dependencia tecnológica para el componente tangible, luego, se verifica la dependencia para el componente intangible y, después, con los valores arrojados por estos, se puede obtener el peso de dependencia tecnológica del proceso de roscado (Pdt_6).

Por supuesto, tal metodología de cálculo de los pesos relativos de dependencia tecnológica para cada proceso eslabonado de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, afecta la sumatoria propia para determinar el IDT_{PSB} . Se tomará entonces otro ejemplo para ilustrar esta situación. Si se supone que todos los procesos eslabonados distintos al roscado son completamente dependientes ($Pdt_1 = Pdt_2 = Pdt_3 = Pdt_4 = Pdt_5 = 1/6$) mientras que Pdt_6 , toma el mismo valor de la ecuación (13), $Pdt_6 = 0,8333$ ($1/12$) y (14) $Pdt_6 = 0,0625$ ($1/16$). El cálculo del IDT_{PSB} sería el siguiente para el caso <<A>>:

$$IDT_{PSB} = Pdt_1 + Pdt_2 + Pdt_3 + Pdt_4 + Pdt_5 + Pdt_6 \text{ (ecuación 8)}$$

$$IDT_{PSB} = (1/6) + (1/6) + (1/6) + (1/6) + (1/6) + (1/12) = (11/12) = 0,9166 = 91,66\% \quad (15)$$

Y, para el caso <>:

$$IDT_{PSB} = (1/6) + (1/6) + (1/6) + (1/6) + (1/6) + (1/16) = (43/48) = 0,8958 = 89,58\% \quad (16)$$

Con los resultados expuestos en las ecuaciones (15) y (16) se puede evidenciar que un cambio en el peso de dependencia tecnológica en el Pdt_{i6} afecta el resultado total del IDT_{PSB} . En el caso <<A>> el IDT_{PSB} es igual a (11/12) o 0,9166, es decir, la dependencia tecnológica en el subsistema productivo-tecnológico es de un 91,66%. Para <> el IDT_{PSB} es igual a (43/48) o 0,8958, es decir, un 89,58%. Como puede evidenciarse, el IDT_{PSB} en <<A>> es mayor que en <> y esto es, necesariamente así, porque la dependencia Pdt_6 en <<A>> es mayor que en <>.

La descomposición de los pesos de dependencia tecnológica, por lo tanto, en los distintos niveles de los componentes tecnológicos tangibles e intangibles en los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar, es vital para hacer un buen cálculo de estos. Se puede pensar entonces, que se trata de una descomposición del IDT_{PSB} como si fuera un árbol, donde las 6 ramas principales de éste son los procesos eslabonados, las sub-ramas serán la tecnología tangible e intangible de cada proceso, y las ramas de estas sub-ramas serán los elementos componentes de la tecnología tangible e intangible y así, sucesivamente.

Por otro lado, con estos elementos que se han expuesto, también se deduce que el IDT_{PSB} —en su diseño matemático— puede ser planteado en términos de los pesos relativos de dependencia tecnológica de los componentes tecnológicos tangibles e intangibles en los procesos eslabonados; quedando reescrito de la siguiente manera:

$$IDT_{PSB} = Pdt_1 + \sum_{i=2}^6 (\sum_{j=1}^n Pdt_{tij} + \sum_{k=1}^m Pdt_{iik}) \quad (17)$$

Donde:

Pdt_1 = Peso relativo de dependencia tecnológica del componente tecnológico tangible en el proceso de materia prima

n = Cantidad de elementos del componente tecnológico tangible por proceso i-ésimo

m = Cantidad de elementos del componente tecnológico intangible por proceso i-ésimo

Pdt_{tij} = Peso relativo de dependencia tecnológica del componente tangible j-ésimo del proceso eslabonado i-ésimo

Pdt_{iik} = Peso relativo de dependencia tecnológica del componente intangible k-ésimo del proceso eslabonado i-ésimo

IDT_{PSB} = Índice de Dependencia Tecnológica de la Planta Simón Bolívar

Aún más, si se piensa en niveles más profundos de descomposición del peso relativo de dependencia tecnológica para los elementos tangibles e intangibles de cada proceso, el IDT_{PSB} puede tener la siguiente notación matemática:

$$IDT_{PSB} = A + B \quad (18)$$

Donde:

A = La sumatoria de los pesos relativos de dependencia tecnológica para todos los elementos tangibles de todos los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar en todos los niveles posibles

B = La sumatoria de los pesos relativos de dependencia tecnológica para todos los elementos intangibles de todos los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar en todos los niveles posibles

IDT_{PSB} = Índice de Dependencia Tecnológica de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial

Cómo puede referirse, el IDT_{PSB} puede descomponerse en un término $\ll A \gg$ que agrupa todos los pesos de dependencia tecnológica de los elementos tangibles del subsistema productivo-tecnológico de la Planta, mientras que $\ll B \gg$, haría lo propio, pero para los elementos intangibles. Tal herramienta permite entonces evaluar la proporción que tanto $\ll A \gg$ como $\ll B \gg$ tienen en el peso total de la dependencia tecnológica para la Planta Simón Bolívar (IDT_{PSB}) pudiendo ser proporcional, o no proporcional: $\ll A \gg$ contribuye más que $\ll B \gg$ a la dependencia tecnológica global o $\ll B \gg$, contribuye más que $\ll A \gg$.

Esta noción explicada, es capaz de proveer de datos más precisos sobre en qué componente (tangible e intangible) de los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar, reside mayor nivel de dependencia tecnológica y, en consecuencia, diseñar, planificar y ejecutar políticas de I+D, innovación o proyectos de CTI, concentrados en tal requerimiento. Por otro lado, si el IDT_{PSB} permite deducir el nivel de dependencia tecnológica para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta, también permite definir lo que no es dependiente tecnológicamente en tal subsistema.

¿Qué quiere decir esto? Si, por ejemplo, luego del proceso de $\ll \text{descarte} \gg$ realizado en la Planta con todos los instrumentos y datos a la mano, el IDT_{PSB} es igual a 0,70 (70%), significa que el otro 0,3 (30%) no es dependiente. El subsistema productivo-tecnológico de la Planta no es dependiente en un 30% del total. Tal cual como se decía anteriormente, aquí, cada uno de los componentes tecnológicos —

tangibles e intangibles— que no son dependientes, pueden tener un grado de contribución proporcional o no (mayor o menor que) diferenciado.

Con todo lo antes expuesto se puede argumentar, a manera de cierre, que el IDT_{PSB} permite:

1. Descartar o no, si un componente tecnológico tangible e intangible, a cualquier nivel de descomposición es dependiente tecnológicamente. Del mismo modo, permite identificar el nivel de dependencia tecnológica existente en los componentes tecnológicos tangible e intangible de todos los procesos eslabonados de la Planta, así como, particularmente, por cada proceso eslabonado.
2. Definir el nivel de dependencia tecnológica global existentes en todo el subsistema productivo tecnológico de la Planta, así como el nivel de no dependencia tecnológica también existente a nivel global (cuya notación matemática sería igual a $IDT_{PSB} - 1$). La proporción de contribución de los diferentes componentes tecnológicos tangibles e intangibles a la dependencia global o a la no dependencia, también se desprende del IDT_{PSB} .
3. En tal sentido, el IDT_{PSB} permite entonces el establecimiento de ciertas razones de dependencia tecnológica derivadas de las proporciones arriba mencionadas. Éstas, no se describen en el presente documento porque son herramientas opcionales que merecen ser tratadas a detalle y, además, no son imprescindibles para el logro de los objetivos planteados en la investigación.

Para culminar esta sección, es importante hacer mención que, con las aproximaciones presentadas del diseño matemático para el IDT_{PSB} , se está cumpliendo con el objetivo específico que exige derivar tal indicador de los procesos eslabonados de la Planta. Como se sabe, este diseño es tan sólo una propuesta de proyecto factible que pretende generar interés sobre la problemática de estudio en otras y otros investigadores.

IV.3.-Definición del diseño aproximado de un instrumento de registro y recolección de datos de dependencia tecnológica para el subsistema productivo-tecnológico de las empresas.

Luego de haberse propuesto en las dos secciones anteriores del presente capítulo los criterios de dependencia tecnológica para la Planta Simón Bolívar y las características del diseño matemático del IDT para la misma empresa, se hace urgente definir también el diseño de un instrumento de recolección de datos que haga posible el <<proceso de descarte>> de la condición dependiente de los elementos tangibles e intangibles de los procesos eslabonados.

Para tal fin, se propone un instrumento de recolección de datos llamado la <<Matriz de Dependencia Tecnológica>> o MDT, que servirá para el registro, análisis, almacenamiento, control, sistematización y asignación de los pesos relativos de dependencia tecnológica de cada elemento tangible e intangible de los procesos eslabonados de las empresas y, además, permitirá ofrecer los datos necesarios para el cálculo del IDT.

En esta sección se ofrece, en un primer momento, un diseño aproximado de la MDT para luego explicar todas sus características de forma detallada. A continuación, se presenta el diseño de la MDT:

Cuadro 1

Diseño aproximado de la MDT

Matriz de Dependencia Tecnológica (MDT)							
Fecha de realización:							
1. Datos generales de la empresa							
1.1 Nombre de la empresa:							
1.2. RIF:		1.4 Dirección de la empresa					
1.3 Teléfono:							
2. Equipo responsable de la aplicación de la MDT							
2.1 Responsable principal: <i>Nombre y apellido, teléfono, correo electrónico</i>							
2.2 Otros miembros del equipo							
2.2.1 Nombres y apellidos		2.2.2 Teléfono		2.2.3 Correo electrónico			
3. Esquema de procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la empresa							
GRÁFICO							
4. Procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la empresa							
4.1 Proceso N°		4.2 Proceso eslabonado			4.3 Descripción breve		
1		<i>Ejemplo: Forjado</i>			<i>Ejemplo: Recalque del tubular</i>		
5. Descomposición de los pesos relativos tecnológicos (Pt) y los pesos relativos de dependencia tecnológica (Pdt) por componente tangible e intangible de los procesos eslabonados en la empresa, para el cálculo del IDT							
				5.5 Criterios de dependencia tecnológica			
5.1 Proceso N°	5.2 Tipo de componente	5.3 Nombre y número de proceso y componente tangible/intangible	5.4 Pt	5.5.1 D.D	5.5.2 D.I	5.5.3 I.D	5.6 Pdt
1	Tangible	1. Forjado		-	-	-	
		1.T1 Máquina 1		x			
		1.T11 Herramental Máq. 1			x		
		1.T2 Máquina 2				x	
	Intangible	1.I1 Software 1			x		
		1.I2 Software 2		x			
		1.I3 ...					
2	Tangible	...					
		...					
	Intangible	...					
		...					
TOTAL:			1			IDT:	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro precedente, se presenta una propuesta aproximada del instrumento de recolección de datos (MDT) que permitirá identificar los pesos relativos tecnológicos (Pt), y los pesos relativos de dependencia tecnológica (Pdt) para cada componente tangible e intangible de cualquier proceso eslabonado y, además, permite el cálculo del IDT. Las características de la MDT son las siguientes:

1. La MDT está compuesta por cinco (5) secciones: la primera está relacionada a los <<datos generales de la empresa>> dónde se aplicará la MDT, la segunda trata sobre el <<equipo responsable de la aplicación del MDT>>, la tercera sobre el <<esquema de los procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la empresa>>, la cuarta se refiere a los <<procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la empresa>> y, la última, se trata de la <<descomposición por componente>> de los Pt, los Pdt y el cálculo del IDT. Se debe revisar, entonces, las especificidades por cada sección.
2. Primera sección: <<datos generales de la empresa>>. Aquí se registran cuatro campos (desde 1.1 hasta 1.4) donde se trata de sistematizar y recopilar la información de la empresa donde se aplicará el estudio. Se tiene así el campo (1.1) <<nombre de la empresa>>, (1.2) <<RIF>>, (1.3) <<teléfono>> y, (1.4) <<dirección de la empresa>>. Todos estos datos son particulares de la empresa donde se aplica la MDT
3. Segunda sección: <<equipo responsable de la aplicación de la MDT>>. Esta sección tiene como objetivo la sistematización y el registro de datos de las personas o grupo de personas encargadas de realizar el estudio de dependencia tecnológica en el subsistema productivo tecnológico de la empresa. La sección comprende los campos (2.1) << responsable principal>>, donde debe colocarse nombres y apellidos, teléfono y correo electrónico del responsable principal del estudio. La subsección (2.2) <<otros miembros del equipo>>

tiene los campos (2.2.1, 2.2.2 y 2.2.3) que tienen como finalidad el registro de nombres y apellidos, teléfonos y correo electrónico de las otras personas pertenecientes al equipo que aplica la MDT. (Las cursivas en 2.1, para el cuadro anterior son sólo ejemplo).

4. Tercera sección: <<esquema de procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la empresa>> donde existe un espacio en blanco destinado al registro y descripción gráfica del orden y número de procesos eslabonados que forman parte del subsistema productivo-tecnológico de la empresa. (La cursiva en la sección 3 del cuadro 1, son sólo para ejemplo)
5. La cuarta sección: <<procesos eslabonados del subsistema productivo-tecnológico de la empresa>> se compone del campo 4.1, 4.2 y 4.3. En 4.1 <<proceso n°>>, se le asigna el número de orden que le corresponde a cada proceso eslabonado de acuerdo a su posición en el subsistema productivo-tecnológico. Por ejemplo, la materia prima tendrá el número <<1>>, porque es la que da comienzo al acto productivo, luego, se asigna número <<2 >> al siguiente proceso y así, sucesivamente.

En el caso del campo 4.2 <<proceso eslabonado>>, se registra con un nombre al proceso. Ejemplo: <<forjado>>, <<barnizado>>, <<roscado>>. Para 4.3 <<descripción breve>>, se debe sistematizar de manera breve, coherente y precisa una descripción de la actividad que realiza el proceso eslabonado en particular. Así, si se tiene que el primer proceso (1) es el <<forjado>> en la descripción se coloca <<recalque del tubular>> indicando la acción específica que realiza.

6. La quinta sección: <<descomposición de los pesos relativos tecnológicos (Pt) y los pesos relativos de dependencia tecnológica (Pdt) por componente

tangible e intangible de los procesos eslabonados en la empresa, para el cálculo del IDT>> está compuesta por 6 campos (5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6) de los cuales, el campo (5.5) <<criterios de dependencia tecnológica>>, está compuesto, a su vez por tres subcampos (5.5.1, 5.5.2 y 5.5.3). Esta sección es la más importante de la MDT porque es donde se descomponen los componentes tecnológicos —tangibles e intangibles— de cada proceso eslabonado.

Esta descomposición, además, permite la asignación del peso relativo tecnológico (Pt) de cada uno de estos, así como la realización del <<proceso de descarte>> para darle un valor al peso relativo de dependencia tecnológica (Pdt) también para cada componente. Por lo tanto, se debe examinar esta sección del instrumento de la MDT a nivel de detalle.

El campo 5.1 <<proceso n°>> tiene como objetivo el mismo definido anteriormente para el campo homólogo (4.1) de la sección anterior (4). Tan solo se trata de asignar un número al orden en que el proceso eslabonado aparece en el subsistema productivo-tecnológico de la empresa. Por lo tanto, si en la sección 4 se le asignó el número uno (1), por ejemplo, al proceso de materia prima, se debe sobreentender que, el número uno (1) en la sección 5 y campo 5.1, también hace referencia a este proceso.

El campo 5.2 <<tipo de componente>> hace referencia a la cualidad tangible o intangible del componente tecnológico para el proceso eslabonado número 1, 2, 3...n, que se registró en el campo 5.1. Este campo 5.2, sólo puede tener dos valores posibles: o el componente tecnológico es <<tangible>> o es <<intangible>>. Si bien, pueden existir procesos eslabonados donde no haya uso de tecnología intangible, entonces en el campo 5.2 de ese proceso en particular, se coloca una sola opción <<tangible>>.

El campo 5.3, <<nombre y número de proceso y componente tangible/intangible>> implica la descomposición de los elementos tecnológicos tangibles e intangibles del proceso específico numerado en 5.1. La descomposición se realiza de la siguiente manera: si el proceso de forjado, por ejemplo, es el primer proceso de cualquier subsistema y, además, se sabe que está compuesto por tres elementos tecnológicos tangibles, la máquina 1, el herramental de máquina 1 y la máquina 2, mientras que, se compone de dos elementos intangibles (software 1 y software 2), se debe registrar uno por uno.

Se empieza por el propio proceso de forjado registrando con el número que le corresponde como proceso, el uno (1), y queda de la siguiente manera: <<1. forjado>>; esto indica que el <<forjado>> es el primer proceso. Luego se empiezan a registrar los componentes tangibles con la máquina 1. La nomenclatura de su registro en el campo 5.3 será: <<1.T1 Máquina 1>>. Este formato identifica a la máquina 1 como parte del proceso de forjado (1), mientras que la (T) la identifica como componente tangible y, el uno (1) después de la (T), la identifica como la primera tecnología tangible del forjado.

Se puede advertir, de nuevo, que solo son dos posibles iniciales a utilizar para el segundo elemento de la nomenclatura de registro: la <<T>> para los elementos tangibles y la <<I>> para los elementos intangibles. Ahora bien, resulta que la máquina 1, del proceso de forjado, tiene un componente tecnológico tangible asociado <<herramental Máq. 1>> por lo que su nomenclatura será: <<1.T11 herramental Máq. 1>> esto significa que el herramental es la primera pieza (1) del componente tangible máquina 1 (T11) del proceso de forjado (1.T11) del subsistema productivo-tecnológico de la empresa.

Por lo tanto, tales nomenclaturas, permiten ubicar al elemento dentro de un proceso determinado, en un tipo de componente —tangible o intangible— también determinado, y además, en la posición que le corresponde al elemento (1.T11) de acuerdo al componente que lo emplea. De igual forma sucede con los ejemplos de registro de tecnología intangible que están en cursivas en el cuadro de diseño de la MDT.

El campo 5.4, <<Pt>> trata sobre la asignación del peso relativo tecnológico para cada componente tecnológico —tangible e intangible— registrado en las columnas del campo 5.3. Como puede entenderse, el Pt fue tratado con amplitud en la sección precedente, pero se debe señalar que se toma el criterio de distribución proporcional de éste entre los procesos eslabonados y los componentes tangibles e intangibles que lo conforman.

Por lo tanto, las celdas que pertenecen a la columna del campo 5.4, son la intersección con las filas del campo 5.3 que registran los procesos eslabonados y sus componentes tangibles e intangibles. Se entiende, en consecuencia, que en las celdas de la columna 5.4, se debe registrar el peso relativo tecnológico (Pt) —bajo los criterios de proporcionalidad y descomposición descritos en la sección anterior— tanto del proceso eslabonado, como de sus componentes tecnológicos tangibles e intangibles. Al final, la suma de todos los Pt, debe ser igual a la unidad.

El campo 5.5, <<criterios de dependencia tecnológica>> está subdividido en los subcampos 5.5.1, 5.5.2 y 5.5.3. El 5.5.1 <<D.D>> significa <<dependencia directa>>, el 5.5.2 <<D.I>> es la <<dependencia indirecta>> y el 5.5.3 <<I.D>> es la <<inexistencia de dependencia>>. Como puede verse, estos son los tres criterios de dependencia tecnológica establecidos en la primera sección del presente capítulo.

Lo importante a destacar es que aquí, se realiza el <<proceso de descarte>> para verificar si una tecnología de cualquier proceso eslabonado es dependiente o no. Por lo tanto, los analistas que aplican la MDT, deben seleccionar por componente tecnológico registrado en los campos de 5.3, el criterio de dependencia tecnológica, (D.D, D.I o I.D) que corresponde a la tecnología que se está evaluando.

La clasificación de dependencia o no de la tecnología tangible o intangible particular, se realiza colocando la letra equis <<X>> en la celda de intersección de la fila de la tecnología y el criterio de dependencia tecnológica que le corresponde. Es importante mencionar, que solo se debe escoger un criterio de dependencia por tecnología evaluada. No puede marcarse dos <<equis>> en dos criterios diferentes, correspondientes a un mismo componente tangible o intangible, ya que, como se expuso en la primera sección del presente capítulo, los criterios de dependencia son excluyentes.

En el cuadro de la MDT anterior, se puede observar que, las tecnologías <<1.T1>> y <<1.I2>> tienen dependencia tecnológica directa, porque tienen una equis <<X>> marcada en tal criterio, mientras que, las tecnologías <<1.T11>> y <<1.I2>> tienen dependencia indirecta. Por otro lado, la tecnología <<1.T2>> no es dependiente ya que tiene una equis marcada en la celda correspondiente.

Un elemento que debe ser aclarado, es que si fijamos la vista en las tres celdas que corresponden a los criterios de dependencia tecnológica para el proceso <<1.Forjado>> se evidencia que no hay ninguna equis marcada. Esto ocurre porque se supone que la dependencia tecnológica de este proceso reside en sus componentes tangibles e intangibles, por lo tanto, cuando se registra en las

filas del campo 5.3 el proceso eslabonado <<a secas>> no se revisa si es dependiente o no, según los tres criterios detallados.

En el campo 5.6, <<Pdt>> se le asigna el peso de dependencia tecnológica a cada elemento de la tecnología tangible e intangible del proceso eslabonado en particular, según este criterio: a) las tecnologías marcadas con una equis en el criterio 5.5.3 <<I.D>> se les asigna un valor de cero como Pdt, ¿por qué? porque no son dependientes tecnológicamente; es el caso de <<1.T2>> en el cuadro de referencia; b) las tecnologías marcadas en los otros dos criterios <<D.D>> y <<D.I>> (caso de las tecnologías 1.T1, 1.T11, 1.I1, 1.I2) son dependientes tecnológicamente, por lo que, en la celda de su Pdt correspondiente, se le asigna el valor relativo puntual que le corresponde en relación a su contribución particular a la dependencia tecnológica global del subsistema productivo-tecnológico de la empresa.

Por otro lado, el cálculo de estos pesos relativos de dependencia tecnológica (Pdt), se realiza bajos los criterios de proporcionalidad y de descarte desde atrás hacia adelante —como se especificó en la sección anterior del presente capítulo— o desde los niveles más bajos de los elementos tecnológicos tangibles e intangibles, pertenecientes a cada proceso eslabonado.

Por último, de la asignación realizada a cada Pdt, se realiza la suma de éstos, y se obtiene al final el valor de dependencia tecnológica para el subsistema productivo-tecnológico de la empresa. En pocas palabras, se obtiene el valor del IDT para esa empresa en particular.

IV.4.-Deducción a partir del diseño matemático aproximado del IDT para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA

Industrial, de un modelo matemático general de Índice de Dependencia Tecnológica aplicable a otros subsistemas productivos-tecnológicos.

¿Puede deducirse del diseño matemático aproximado del IDT_{PSB} un modelo matemático general de IDT para otros subsistemas tecnológicos?, es decir ¿puede aplicarse el IDT a otras empresas? Estas son las preguntas que se trataran de contestar en esta sección del trabajo, pero por ahora, se debe partir del modelo matemático diseñado para la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial para verificar si es posible o no hacerlo. El IDT_{PSB} tiene tres formas matemáticas equivalentes de expresarse:

$$IDT_{PSB} = Pdt_1 + Pdt_2 + Pdt_3 + Pdt_4 + Pdt_5 + Pdt_6 \quad (8)$$

$$IDT_{PSB} = Pdt_1 + \sum_{i=2}^6 (\sum_{j=1}^n Pdt_{tij} + \sum_{k=1}^m Pdt_{iik}) \quad (17)$$

$$IDT_{PSB} = A + B \quad (18)$$

Todas estas ecuaciones (8, 17 y 18) si bien son equivalentes, expresan el IDT_{PSB} con tres niveles de profundización: la ecuación 8, a un nivel de procesos eslabonados; la ecuación 17 presenta un nivel de la descomposición de los componentes tecnológicos tangibles e intangibles y, por su parte, la ecuación 18, para todos los niveles de todos los posibles componentes tecnológicos existentes, por cada proceso eslabonado. Partiendo de esto, ¿puede entonces diseñarse un IDT aproximado para otros subsistemas tecnológicos-productivos? La respuesta es afirmativa.

Dado que todo subsistema productivo-tecnológico para empresas productoras de bienes, emplea tecnología tangible e intangible, se puede afirmar que también puede verificarse la existencia de dependencia tecnológica en estos componentes. Por lo tanto, existe un peso relativo de dependencia tecnológica (Pdt) que debe verificarse, pero que está limitado por la cantidad de procesos eslabonados de cada subsistema productivo-tecnológico. El tamaño del subsistema productivo-tecnológico es la cantidad de los procesos eslabonados que lo conforman y que, en definitiva, es variable.

Por tales razones, puede decirse que se puede tomar el número de procesos eslabonados de cada subsistema productivo-tecnológico como una variable que denotaremos $\ll u \gg$. En consecuencia, se puede plantear la primera forma del IDT general como:

$$IDT = Pdt_1 + Pdt_2 + Pdt_3 + Pdt_4 + Pdt_5 + \dots + Pdt_u \quad (19)$$

Donde:

u = cantidad de procesos eslabonados que componen el subsistema productivo-tecnológico de la empresa

Pdt_1 = Peso relativo de dependencia tecnológica para el primer proceso eslabonado del subsistema productivo-tecnológico de la empresa

Pdt_2 = Peso relativo de dependencia tecnológica para el segundo proceso eslabonado del subsistema productivo-tecnológico de la empresa

....

Pdt_u = Peso relativo de dependencia tecnológica para el u -ésimo proceso eslabonado del subsistema productivo-tecnológico de la empresa

En el sentido de la ecuación 19, se puede hacer mención, que, para cada Pdt del subsistema productivo-tecnológico de la empresa, debe verificarse si su valor es $(1/u)$ o cero, por el criterio de proporcionalidad de participación en la dependencia total del subsistema productivo-tecnológico. La ecuación 19, tendría entonces como incógnitas:

$$IDT = (Pdt_1 = 1/u)? + (Pdt_2 = 1/u)? + \dots + (Pdt_u = 1/u)? \quad (20)$$

También, se puede reescribir —en aras de simplificar la notación— el IDT general de la ecuación 19, como:

$$IDT = \sum_{i=1}^u Pdt_i \quad (21)$$

Donde:

u = cantidad de procesos eslabonados que componen el subsistema productivo-tecnológico de la empresa

Pdt_i = Peso relativo de dependencia tecnológica para el proceso eslabonado i -ésimo del subsistema productivo-tecnológico de la empresa

Ahora bien, aquí existe de nuevo la dificultad de reconocer si verdaderamente los valores de los Pdt_i son realmente cero (0) o ($1/u$). Por lo tanto, la única manera de saber si esto es así o no, es calculando estos Pdt_i haciendo el <<proceso de descarte>> bajo los mismos principios que fueron enunciados para el IDT_{PSB} : la proporcionalidad y la descomposición de los componentes tecnológicos tangibles e intangibles. Por esta razón, IDT general puede ser expresado como:

$$IDT = \sum_{i=1}^u (\sum_{j=1}^n Pdt_{tij} + \sum_{k=1}^m Pdt_{iik}) \quad (22)$$

Donde:

u = cantidad de procesos eslabonados que componen el subsistema productivo-tecnológico de la empresa

n = Cantidad de elementos del componente tecnológico tangible por proceso i -ésimo

m = Cantidad de elementos del componente tecnológico intangible por proceso i -ésimo

Pdt_{tij} = Peso relativo de dependencia tecnológica del componente tangible j -ésimo del proceso eslabonado i -ésimo

Pdt_{iik} = Peso relativo de dependencia tecnológica del componente intangible k -ésimo del proceso eslabonado i -ésimo

Y, para otro nivel de profundización, se tiene:

$$IDT = A + B \quad (23)$$

Donde:

A = La sumatoria de los pesos relativos de dependencia tecnológica para todos los elementos tangibles de todos los procesos eslabonados de la empresa en todos los niveles posibles

B = La sumatoria de los pesos relativos de dependencia tecnológica para todos los elementos intangibles de todos los procesos eslabonados de la empresa en todos los niveles posibles

Formulándose de esta manera, las ecuaciones (22) y (23) derivadas del IDT_{PSB} , se puede afirmar que, aproximadamente, se ha realizado una propuesta de diseño matemático para establecer un IDT general. En el mismo sentido, la metodología de aplicación del IDT, se desarrolla esquemáticamente en el Anexo 4 del presente trabajo.

IV.5.-Generación de los criterios de universalidad que permitan extrapolar este índice a cualquier empresa cuyo subsistema productivo-tecnológico sea similar al de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial.

En esta sección se procede a la definición y evaluación de algunos criterios de universalidad que permiten dilucidar en gran medida, en cuáles empresas y subsistemas productivo-tecnológicos es posible aplicar el IDT y la MDT. Por lo tanto, la orientación de tales criterios, es definir las características que podrían poseer las empresas y sus subsistemas productivo-tecnológicos que permitan tal aplicación.

De esta manera se plantea un listado de criterios en relación al tamaño de la empresa, al tamaño del subsistema productivo-tecnológico, a la calidad del subsistema

productivo-tecnológico de la empresa, al nivel de desarrollo de la economía a la que pertenece la empresa, al sector económico donde ejerce su actividad, y a los intereses de la empresa por aplicarlos. En el siguiente cuadro, se presentan estos criterios:

Cuadro 2

Criterios de universalidad

Área	Opciones de criterio
Con respecto al tamaño de la empresa: Señalamiento de las diversas dimensiones posibles	Grande, mediana, pequeña y microempresa
Con respecto al tamaño del subsistema productivo-tecnológico	Grande, mediano, pequeño y micro
Con respecto al nivel de desarrollo de la economía a la que pertenece la empresa	Economías subdesarrolladas o dependientes
	Economías con alta importación de tecnologías tangibles e intangibles
Con respecto a la cualidad del subsistema productivo-tecnológico	Subsistema productivo-tecnológico eslabonado por procesos que recibe materias primas y las transforma
Con respecto al sector económico al que pertenece la empresa	Empresas del sector secundario: manufactura, industrial, agroindustrial
	Empresas extractivas, mineras y básicas
Con respecto a los intereses de la empresa: Referido a los distintos intereses que puede poseer una empresa para aplicar el IDT y la MDT	Empresas dependientes tecnológicamente
	Empresas que tengan intensidad baja, media o alta de utilización tecnológica en su subsistema productivo-tecnológico
	Empresas con el interés de superar la dependencia tecnológica
	Empresas con políticas de I+D y CTI por desarrollar

Fuente: Elaboración propia

Como puede apreciarse en el cuadro anterior, los criterios de universalidad permiten reconocer cuales son las características que debe poseer una empresa y su subsistema productivo-tecnológico, para que en ella pueda aplicarse el IDT y la MDT. Tal cuestión implica, por lo tanto, que el IDT pensado para la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, puede ser extrapolado a otras empresas con el fin de estimar el nivel de la <<trampa>> que implica la dependencia tecnológica en las empresas de las economías periféricas.

Estos criterios de universalidad, en consecuencia, representan las condiciones ideales que deben prevalecer en toda empresa para hacer posible la estimación de la dependencia tecnológica en su subsistema productivo, mediante el IDT. Se trata de condiciones necesarias y suficientes que invocan la posibilidad de sostener un estudio sistemático sobre el lastre de la dependencia tecnológica que habita en las tecnologías tangible e intangibles con que opera la empresa en particular. Con ello, se piensa, que se presentan los criterios universales que hacen posible dar cumplimiento al objetivo específico de esta sección.

A manera de cierre, puede reflexionarse que, para dar al traste con esta situación — si realmente se presenta como un problema prioritario en la agenda pública, política, económica y cultural— se requiere de un esfuerzo mancomunado mixto, entre la economía privada y el sector público, para, al menos, aplicar en una fase el IDT y la MDT por empresa y luego, ir escalando a industrias, sectores y en general, a una mayor proporción de la economía nacional. Reconociendo que pueden aplicarse estas herramientas en otras empresas distintas a la Planta Simón Bolívar, se pudiera obtener una media de dependencia tecnológica para los niveles económicos antes citados.

Precisamente, los criterios de universalidad, abren las puertas a este desafío por estimar la dependencia tecnológica de gran parte de la economía nacional y quizá, ¿por qué no? pudiera pensarse, a futuro, en herramientas más sofisticadas para realizar tal estimación a un nivel regional. La dependencia tecnológica por ser, exactamente una

relación de dominación social globalizada, implica esfuerzos internacionales para superarla. Tal cuestión implica, que un país no puede liberarse solo de tal condición; al contrario, debe ser producto de un esfuerzo regional.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de realizar el análisis descriptivo del fenómeno de la dependencia tecnológica donde se toma como caso de estudio el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, es necesario establecer algunas conclusiones y recomendaciones que enmarcan los resultados aportados en el curso de la presente investigación. Se trata entonces, de exponer las principales conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio de la dependencia tecnológica de manera clara y concisa en las dos siguientes secciones.

V.1. Conclusiones

Tomando como base los resultados obtenidos sobre el desarrollo de la propuesta a través de las técnicas de recolección y análisis de datos, se presentan las conclusiones derivadas de este análisis organizadas por cada objetivo específico:

Para el objetivo específico 1, donde se determinaron los criterios de dependencia tecnológica para el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, se puede concluir que:

- a. existen, al menos, dos niveles de dependencia tecnológica, una directa y otra indirecta donde la empresa, es decir, la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, se relaciona como compradora activa o pasiva en el mercado internacional, directa o indirectamente (por medio de intermediarios nacionales) con los proveedores de los componentes tecnológicos tangibles o intangibles para su subsistema productivo-tecnológico y donde, además, para

el primer nivel, la adquisición de la tecnología se realiza con divisas internacionales, mientras que para el segundo, por medio de la moneda de circulación nacional (Bolívar Fuerte). En tal sentido, a pesar de que difieren en alguno de sus rasgos, ambos niveles evidencian la existencia de la dependencia tecnológica.

- b. la inexistencia de dependencia tecnológica para un elemento tangible o intangible del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar, puede comprobarse de acuerdo a su origen, es decir, si tal elemento es producido en el país y, además, si puede ser adquirido en el mercado nacional a través de la moneda de curso legal (el Bolívar Fuerte). Para este caso, se afirma que este criterio trata de negar la existencia de dependencia tecnológica.
- c. en consecuencia, existen tres criterios posibles para identificar si un elemento de tecnología tangible o intangible en el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, es o no dependiente tecnológicamente: 1) la dependencia directa, 2) la dependencia indirecta y 3) la inexistencia de dependencia tecnológica; los dos primeros son criterios de afirmación de tal condición, mientras que, el último constituye la negación de ésta.
- d. es necesario realizar la evaluación de tales criterios (detalladamente) por cada uno de los elementos tangibles e intangibles que conforman el subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial.

En el caso del objetivo específico 2, donde se define el diseño matemático aproximado del Índice de Dependencia Tecnológica (IDT) para la Planta Simón Bolívar, las conclusiones obtenidas son las siguientes:

- a. es factible derivar, de los procesos eslabonados de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, un diseño aproximado de Índice de Dependencia

Tecnológica (IDT_{PSB}) para estimar tal condición en el subsistema productivo-tecnológico de esta empresa.

- b. es importante la aplicación del Índice de Dependencia Tecnológica (IDT) en la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, con datos precisos y detallados de los componentes tangibles e intangibles que conforman los procesos eslabonados de su subsistema productivo-tecnológico para obtener el nivel de dependencia tecnológica existente y, además para verificar a nivel práctico, las limitaciones que presenta el IDT_{PSB} . Si este IDT_{PSB} aportase un nivel muy alto, se puede considerar como urgente la puesta en marcha de políticas de I+D y CTI que den al traste con tal situación.
- c. los principios de descomposición por niveles y de proporcionalidad asignada a cada elemento tangible e intangible del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar, son un factor clave para calcular los Pesos relativos de Dependencia Tecnológica (Pdt) por cada proceso eslabonado y, por tanto, para el cálculo general del IDT_{PSB} .
- d. el IDT_{PSB} puede ser utilizado tanto para identificar el nivel de dependencia tecnológica del subsistema productivo-tecnológico de la Planta Simón Bolívar, como de cada uno de los elementos tecnológico tangibles e intangibles que conforman los procesos eslabonados, pero, además, permite identificar el nivel de <<no>> dependencia tecnológica existente en cada uno de estos niveles.
- e. en tal sentido, el IDT_{PSB} permite el cálculo de ciertas razones de dependencia tecnológica, que pueden ser de mucha utilidad para el diseño, planificación, ejecución y control de políticas de I+D y CTI en la Planta Simón Bolívar.

En el objetivo específico 3, por su parte, se define el diseño aproximado de un instrumento de registro y recolección de datos para el subsistema productivo-tecnológico de las empresas conocido como la Matriz de Dependencia Tecnológica (MDT); derivando de esto, las siguientes conclusiones:

- a. el diseño de la MDT permite el registro de la empresa donde se va a calcular el IDT y el equipo encargado de la aplicación, pero, además, permite el cálculo de los pesos relativos de dependencia tecnológica (Pdt) por componente tecnológico tangible e intangible de cada proceso eslabonado del subsistema productivo-tecnológico en estudio y, por supuesto, la obtención final del IDT para la empresa.
- b. es importante la aplicación de la MDT a la Planta Simón Bolívar y demás empresas, a fin de detectar su funcionalidad en el registro de los pesos relativos de dependencia tecnológica (Pdt) y la estimación del IDT, así como para proponer modificaciones necesarias en su diseño.
- c. es un instrumento de registro y recolección de los datos de dependencia tecnológica fiable, sencillo y básico, que puede ser aplicado sin mayores costes asociados.

En el mismo sentido, las conclusiones que pueden observarse del objetivo específico 4, referido a la deducción de un modelo matemático general de IDT aplicable a otros subsistemas productivo-tecnológicos, partiendo del IDT para la Planta Simón Bolívar, son las siguientes:

- a. el IDT de la Planta Simón Bolívar de PDVSA Industrial, puede ser tomado como punto de partida para deducir el diseño del modelo matemático general aplicable a otros subsistemas productivos-tecnológicos.
- b. este nuevo diseño de IDT general, se adapta perfectamente a los distintos tamaños que puedan tener los subsistemas productivo-tecnológicos de las empresas y, por lo tanto, se convierte en una forma de cálculo de la dependencia tecnológica en los componentes tecnológicos tangibles e intangibles de sus procesos eslabonados.

- c. tal cual como ocurre con el cálculo del IDT_{PSB} , el IDT general requiere la aplicación de los principios de descomposición por niveles y de proporcionalidad para estimar los pesos relativos de dependencia tecnológica (Pdt) por cada componente tangible e intangible de los procesos eslabonados.
- d. es importante la aplicación del modelo matemático de IDT general, en distintas empresas e industrias, para validar este carácter universalista.

Para finalizar, el quinto objetivo específico, define algunos criterios de universalidad que permiten extrapolar el IDT a otros subsistemas productivo-tecnológicos de empresas ubicadas en distintos sectores de la economía; las conclusiones obtenidas se muestran a continuación:

- a. el IDT general es aplicable, de acuerdo a su tamaño, a grandes, medianas, y pequeñas empresas (incluidas las microempresas), de diversos sectores industriales.
- b. el IDT general es aplicable, de igual modo, y de acuerdo al tamaño del subsistema productivo-tecnológico, a grandes, medianos, pequeños y microsistemas productivo-tecnológicos.
- c. en referencia al nivel de desarrollo de la economía a la que pertenece la empresa donde es aplicable el IDT general, se concluye que la misma debe ser dependiente o subdesarrollada y, en consecuencia, altamente importadora de tecnología.
- d. el IDT general es solamente aplicable, a subsistemas productivo-tecnológicos eslabonados, es decir, que reciben materias primas y, mediante la acción productiva-tecnológica encadenada por procesos, se convierte en un bien final con un valor de uso determinado.
- e. el IDT general es aplicable a empresas del sector secundario de la economía y también para empresas extractivas, mineras y básicas. Se excluye empresas agrícolas y/o de servicios o intangibles.

- f. el IDT general es aplicable, de acuerdo a los intereses de las empresas, principalmente, en aquellas que tengan verdaderas intenciones de superar esta trampa y, en consecuencia, que dispongan de la necesidad por diseñar, planificar, ejecutar y controlar políticas de I+D y CTI que respondan a esta situación.
- g. de igual manera, el IDT general será aplicable, a empresas consideradas dependientes tecnológicamente y que hagan un uso bajo, medio o alto de la tecnología en sus subsistemas productivo-tecnológicos.

V.2. Recomendaciones

En cuanto a las recomendaciones que pueden realizarse sobre los resultados de la investigación, se puede indicar que serán abordadas en relación a PDVSA Industrial, al Ministerio del Poder Popular para Universidades, Ciencia y Tecnología (MPPUCyT), a la Universidad de Carabobo (UC) y a la Escuela de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales (FACES). Se exponen, por lo tanto, las recomendaciones en el siguiente orden:

Recomendaciones a PDVSA Industrial:

- a. Dar marcha al proyecto de estimación de la dependencia tecnológica a través del IDT y de la MDT en la Planta Simón Bolívar, asignando para ello el equipo responsable para su aplicación.
- b. Considerar dentro de los distintos indicadores de gestión de la Planta Simón Bolívar, al IDT, como un nuevo estimador importante para el diseño, planificación, ejecución y control de políticas de I+D y CTI.
- c. Delegar, en manos de la unidad funcional de proyectos de CTI de la Planta Simón Bolívar, el diseño de estas políticas de superación de la dependencia tecnológica.

- d. Proponer a la Junta Directiva de PDVSA, el IDT como herramienta nacional que pueda aplicarse a las distintas empresas que ésta agrupa, bajo los criterios de universalidad presentados anteriormente.

Recomendaciones al MPPUCyT:

- a. Proponer, ante el ente nacional con competencia en materia de estadísticas de ciencia, tecnología e innovación, es decir, el ONCTI (Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación) el IDT como nuevo indicador necesario para medir la dependencia tecnológica industrial y, además, diseñar y planificar una política para su aplicación con los distintos actores empresariales existentes en el país.
- b. Promover el desarrollo de políticas de ciencia, tecnología e innovación articuladas, transdisciplinarias, eficaces, eficiente, de carácter transdimensional y con múltiples actores económicos y científicos nacionales, que permitan la superación progresiva de la dependencia tecnológica en las empresas.
- c. Proponer, ante el Banco Central de Venezuela (BCV) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el IDT como una cuenta satélite necesaria para hacer estimaciones del desarrollo científico-tecnológico nacional.

Recomendaciones a la Universidad de Carabobo (UC):

- a. Crear políticas de investigación transdisciplinarias para el análisis y la prescripción de políticas sobre la dependencia tecnológica.
- b. Mancomunar esfuerzos con el Estado y la empresa privada, a fines de crear una tríada institucional que permita reconocer los principales nudos de dependencia tecnológica existente en las empresas (público-privadas) y desarrollar aportes para su superación progresiva.

- c. A través de tal esfuerzo, propiciar una transformación y actualización curricular permanente que propenda a la vinculación teórico-práctica del estudiantado y los profesionales de la casa estudio, con los problemas reales, puntuales y medulares de dependencia tecnológica que acusa la industria nacional. En este sentido, las investigaciones aportadas por la universidad tendrían una pertinencia y utilidad inequívocas.

Recomendaciones a la Escuela de Economía de la FACES:

- a. Ampliar la oferta de asignaturas electivas considerando materias sobre temas científico-tecnológicos, por ejemplo, desarrollo económico y desarrollo científico-tecnológico. Esto, desde una perspectiva abierta a las distintas corrientes del pensamiento económico, más allá del enfoque neoclásico.
- b. Vincularse activamente con empresas público-privadas para la identificación de líneas de investigación sobre dependencia tecnológica, políticas de I+D, CTI entre otras, que permitan al estudiantado interesarse intelectualmente en estos temas y, en mayor grado, generar elementos de provecho para dar al traste con la situación.
- c. Diseñar un centro de investigaciones económicas sobre temas asociados a la ciencia, la tecnología y la innovación, que posibilite la vinculación real y práctica, con el mundo industrial regional, a los estudiantes e investigadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anchundia, A., Rojas, R (2009). **Patentes e innovación en el Sector Petrolero de Venezuela durante el período 1980-2005**. Trabajo especial de Grado. Universidad de Carabobo.

Amin, S (1975). **El desarrollo desigual**. Barcelona, España. Editorial Fontanella.

Amin, S (1998). **Unidad y mutaciones del pensamiento único en economía**. En libro: Los retos de la globalización. Ensayo en homenaje a Theotonio Dos Santos. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/unesco/amin.rtf>.

Araujo, J., Gaspar, D. y Bittencourt, A (2014). **América Latina: productividad total de factores y su descomposición**. En: Revista de la CEPAL N° 114, 53-71.

Arceo, E (2005). **El impacto de la globalización en la periferia y las nuevas y las viejas formas de la dependencia en América Latina**. Cuadernos del CENDES, año 22, N° 60, 35-80.

Arias, F (1999). **El Proyecto de Investigación. Guía para su elaboración**. Caracas, Venezuela. Editorial Episteme.

Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. (16 de diciembre de 2010) **Reforma de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación**. Gaceta Oficial N° 39.575.

Bambirra, V (1972). **El capitalismo dependiente latinoamericano**. Ciudad de México, México. Siglo XXI editores.

Borón, A (2007). **El mito del desarrollo capitalista nacional en la nueva coyuntura política de América Latina.** Disponible en <http://www.voltairenet.org/article145490.html>.

Castaldi, C; Dosi, G y Paraskevopoulou E (2011). ***Path Dependence in technologies and organizations: a concise guide***. En: LEM Working Paper Series, v.12, 1-9.

Castells, M (2002). **La era de la información.** Barcelona, España. Editorial Ariel.

David, P (2006). **Clio y la economía del QWERTY.** En Revista Asturiana de Economía, RAE, N° 37, 23-33.

David, P (2007). ***Path dependence. A foundational concept for historical social science***. En Cliometrica, The Journal of Historical Economics and Econometrics History, v.1, N°2, 91-114.

Dávila, C (2001). **Teorías organizacionales y administración. Enfoque crítico.** Ciudad de México, México. Editorial Mc Graw Hill.

Dos Santos, T (2011). **Imperialismo y Dependencia.** Caracas, Venezuela. Monte Ávila Editores.

Dussel, E (1984). **Carlos Marx. Cuaderno tecnológico-histórico. Estudio preliminar de Enrique Dussel.** Puebla, México. Ediciones especiales de la Universidad Autónoma de Puebla.

Dussel, E (1994). **1492 El encubrimiento del otro. El mito de la modernidad.** La Paz, Bolivia. Editorial Plural.

Dussel, E (2015). **16 Tesis de Economía Política**. Ciudad de México, México. Siglo XXI editores.

Engels, F (2014). **Resumen del Tomo I de El Capital**. Ciudad de México, México. Fondo de Cultura Económica.

Finol, M. y Camacho, H (2008). **El proceso de investigación científica**. Maracaibo, Venezuela. EDILUZ.

García, J; Perelló M y Sabater, J (2011). **Desarrollo de una metodología para identificar dependencia de camino en gestión de operaciones**. En Working Papers on Operations Management, v.1, N° 1, 37-40.

Grupo Banco Mundial (2016). **Indicadores del desarrollo mundial: Ciencia y tecnología**. Disponible en <http://data.worldbank.org/indicator/BM.GSR.ROYL.CD?locations=VE>.

Consultado:15 de octubre de 2016.

Gunder Frank, A (1967). **Capitalismo y subdesarrollo en América Latina**. Santiago de Chile, Chile. Ediciones del Centro de Estudios Miguel Enríquez.

Hegel, G.W.F (1972). **Lecciones de filosofía de la historia universal**. Madrid, España Editorial Zeus.

Hernández, I; Gutiérrez, J y Paredes, A (2001) **Adaptación y path-dependence en dinámica industrial**. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.473.1851&rep=rep1&type=pdf>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P (2010). **Metodología de la Investigación**. Ciudad de México, México. Editorial Mc Graw Hill.

Kuhn, T (2004) **La estructura de las revoluciones científicas**. Ciudad de México, México. Fondo de Cultura Económica.

Lander, E (1992). **La ciencia y la tecnología como asuntos políticos**. Caracas, Venezuela. Editorial Nueva Sociedad.

Lanteri, N (2002) **Productividad, desarrollo tecnológico y eficiencia. La propuesta de los índices de Malmquist**. En: Anales de Asociación Argentina de Economía Política, Volumen XII, Número 2, 300-322.

León, J., Thomas J (2007) **Estudio sobre el desarrollo de una división de petróleo en la empresa Quimaninca para la sustitución del capital y tecnología extranjera involucrada en la industria en función de lo establecido en la V rueda de negocios**. Trabajo especial de Grado. Universidad de Carabobo.

López-Pueyo, C., Barcenilla, S., Mancebón, M., Sanaú, J (2008) **La productividad total de los factores en los países desarrollados. Componentes y factores determinantes**. En: Ekonomiaz: Revista vasca de Economía, N° 68, 404-429.

Marx, K (2001) **El Capital. Crítica de la Economía Política. Tomo III: El proceso de circulación capitalista visto en su conjunto**. Tercera edición. Ciudad de México, México. Fondo de Cultura Económica.

Marx, K (2007) **Elementos fundamentales para la crítica de la economía política. Borrador de 1857-1858**. Tomo I. Ciudad de México, México. Siglo XXI Editores.

Marx, K (2014) **El Capital. Crítica de la Economía Política. Tomo I: El proceso de producción del capital. Cuarta edición**. Ciudad de México, México. Fondo de Cultura Económica.

Marx, K. y Engels, F (1989) **El Manifiesto Comunista**. Beijing, China. Ediciones en Lenguas Extranjeras.

Matsangon, E (2016). **Bangladesh textile industry sets export record**. Disponible en: <http://www.worldfinance.com/markets/bangladesh-textiles-industry-set-global-export-record>.

Ministerio de Ciencia y Tecnología (2005). **Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005-2030**. Caracas, Venezuela. Ediciones del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Montero, M (2011). **Filipinas: imperio, independencia y path dependence**. En: SEMATA, Ciencias Sociais e Humanidades. v.23, 267-292.

Morishima, M; Cathepores G (1990). **Valor, explotación y crecimiento**. Madrid, España. Editorial Taurus.

Ortíz, C., Uribe, J. y Vivas, H (2009) **Transformación industrial, autonomía tecnológica y crecimiento económico: Colombia 1925-2005**. Colombia: Departamento Nacional de Planeación. Archivos de Economía. Documento 352.

Oxfam (2016). **Una economía al servicio del 1%. Acabar con los privilegios y la concentración de poder para frenar la desigualdad extrema**. Disponible en: https://www.oxfam.org/.../bp210-economy-one-percent-tax-havens-180116-es_0.pdf

Palella, S. y Martins, P (2010). **Metodología de Investigación Cuantitativa**. Caracas, Venezuela. FEDEUPEL.

Pérez, C (febrero,1998) **Desafíos sociales y políticos del cambio de paradigma tecnológico**. Presentación en el Seminario *Venezuela: Desafíos y propuestas* con motivo del 60 aniversario de la revista SIC. Caracas, Venezuela.

Pérez, C (2004) **Revoluciones científicas y capital financiero**. Ciudad de México, México. Siglo XXI editores.

Pérez, C (2010) **Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales**. En: Revista de la CEPAL N° 100. 123-145.

Perrotini, I (2014). **El Capital de Marx, una obra viva, abierta, felizmente inacabada. Prólogo a la cuarta edición de El Capital, Crítica de la Economía Política, Tomo I. Karl Marx**. Ciudad de México, México. Fondo de Cultura Económica.

Piketty, T. (2014). **El capital en el siglo XXI**. Ciudad de México, México. Fondo de Cultura Económica.

Planta Simón Bolívar, PDVSA Industrial (2013). **Manual del Sistema de Gestión de Calidad**. Valencia, Carabobo. Propiedad de PDVSA Industrial.

Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela (2012). **Programa de la Patria 2013-2019**. Caracas, Venezuela. Ediciones del Ministerio del Poder Popular para la Comunicación y la Información.

RICYT (2001). **Manual de Bogotá. Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe**. Disponible en: <http://www.ricyt.org/manuales>.

RICYT (2016). **Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación**. Disponible en www.ricyt.org/indicadores. Consultado: 15 de octubre de 2016.

RICYT (2016). **Red de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación**. Disponible en <http://www.ricyt.org/index>. Consultado: 15 de octubre de 2016.

Robinson, J. (s/f) La composición orgánica del capital. Disponible en: <https://kmarx.wordpress.com/2013/02/14/la-composicion-organica-del-capital/>.

Consultado: 15 de octubre de 2016.

Sabino, C (2006) **El proceso de investigación**. Caracas, Venezuela. Editorial Panapo.

Sánchez, M (2004) **Estudio comparado de *Path Dependence* del Estado de Bienestar en los casos de USA, Suecia y España**. En Revista de Estudios Políticos, N° 124, Abril-Junio, 95-129.

Sebastián, J. (2015) **Indicadores: entre la métrica y la cartografía**. Disponible en: <http://www.ricyt.org/manuales>.

Sunkel, O. y Paz, P. (2004). **El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo**. Ciudad de México, México. Siglo XXI editores.

UNESCO (2015). **Informe de la UNESCO sobre la ciencia. Hacia 2030**. París, Francia. Ediciones UNESCO.

UPEL (2006) **Manual de Trabajos de Grado, de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales**. Caracas, Venezuela. Fondo editorial UPEL.

Viloria, A (2014) **Análisis de las solicitudes de patentes presentadas en el SAPI por los autores venezolanos entre el período 2005-2010**. Trabajo especial de Grado. Universidad de Carabobo.

Von Bertalanffy, L. (1989) **Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollos, aplicaciones**. Ciudad de México, México. Fondo de Cultura Económica.

Wallerstein, I (2006) **Análisis de Sistemas-Mundo. Una Introducción.** Ciudad de México, México. Siglo XXI editores.

ANEXOS

(Anexo N°1)

ÁREA DE FORJADO



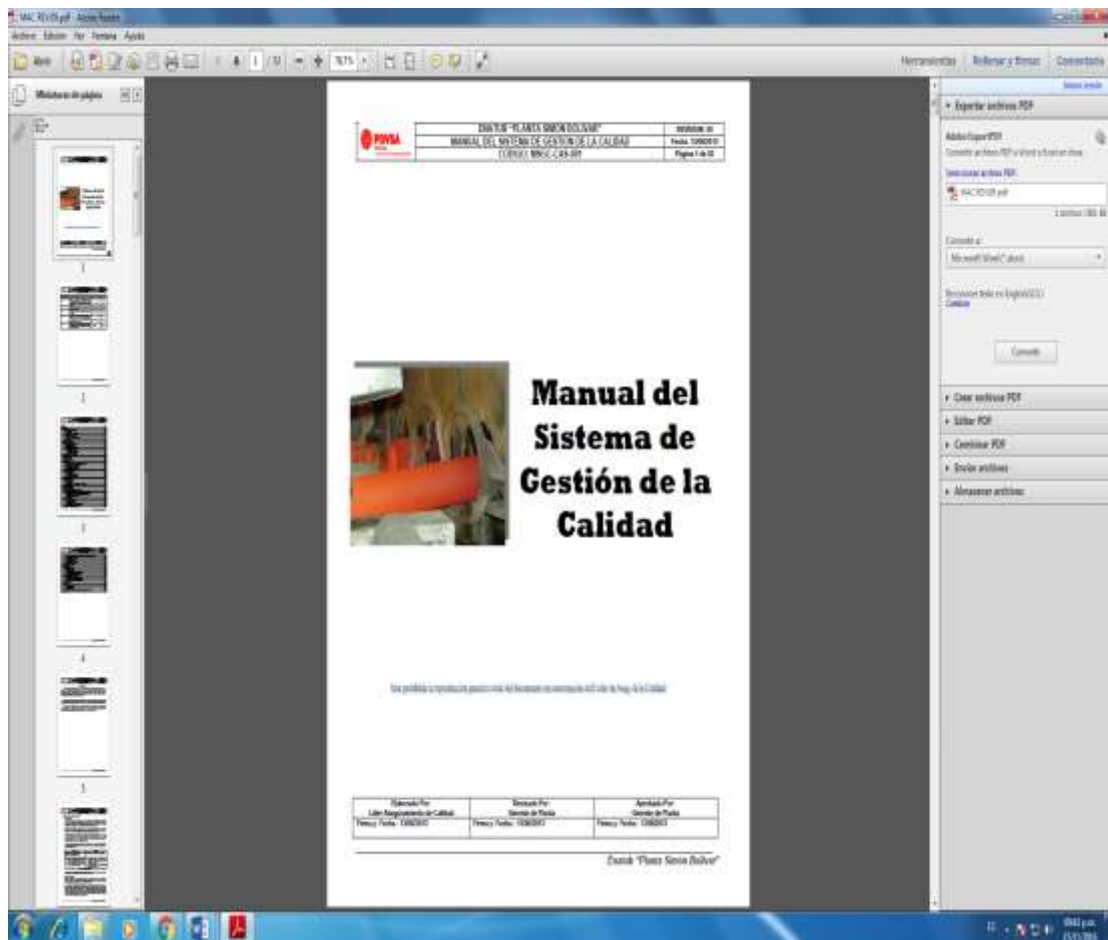
(Anexo N°2)

TRATAMIENTO TÉRMICO



(Anexo N°3)

MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



(Anexo N°4)

**METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL IDT PARA EL SUBSISTEMA
PRODUCTIVO-TECNOLÓGICO DE EMPRESAS CON PROCESOS
ESLABONADOS**

