



**Centro de Estudios Sociológicos
Doctorado en Ciencia Social con Especialidad en Sociología**

Promoción 2006-2010

**Mecanismos de Innovación Ambiental de la Industria
Automotriz en México**

**Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencia Social con
Especialidad en Sociología que presenta:**

Humberto García Jiménez

Director: Dra. María de los Ángeles Pozas Garza

México, D.F.

Abril, 2011

Tabla de contenido

Introducción.....	5
Capítulo I	
Dinámica Histórica del Sector Automotriz en México	8
I.1 Estructura Productiva	8
I.2 El Mecanismo Estructural de la Reestructuración Automotriz.....	10
I.3 Momentos Evolutivos del Sector en México	23
Momento I: 1962-1977	23
Transición hacia un modelo orientado hacia la exportación: 1982 - 1990.....	24
Momento II. 1994 a la fecha.....	30
I.4 Patrones de Evolución Productiva.....	35
Capítulo II	
Sociología Económica de la Innovación Ambiental.....	50
II.1 Estado del Arte.....	50
II.2 Convergencia de las Acciones ambientales en la Trayectoria Automotriz.....	54
II.3 Prolegómenos del Debate: Arquitectura de la acción ambiental como objeto de estudio.....	57
II.4 Acción Ambiental: Una Interpretación Evolutiva e Institucional.....	60
II.5 La Innovación Ambiental desde la Sociología Económica	63
II.6 Organización Social para la Innovación Ambiental: Hacia la Construcción de un Enfoque de Equilibrio Dinámico	69
Sistemas Complejos Adaptables vs Sistemas Complejos Abiertos.....	72
La empresa automotriz como sistema complejo.....	74
II.7 La Ciencia de la Complejidad y su aplicación al estudio de la Innovación Ambiental	76
Naturaleza del Modelo.....	76
Dinámica Explicativa	78
Cuestiones para el Estudio de la Acción Ambiental	84
Capítulo III	
Aspectos Metodológicos o la Arquitectura Formal de un Sinuoso Proceso.....	93
III.1 Lineamientos Generales	93
III.2 Los Procesos de la Acción Ambiental: Una Reflexión Epistemológica	96
III.3 El Diseño Cuasi-Experimental en el Análisis de la Acción Ambiental	103
III.4 Variabilidad Conceptual y Conjeturación de Observables.....	108
Capítulo IV	
Procesos Sociales de la Acción Ambiental.....	126
IV.1 Temporalidad de Trayectorias Ambientales.....	130
Unidades básicas de análisis y temporalidad por grupo de trayectorias.....	130

IV.2 Momentos de Evolución Ambiental.....	132
Momento I. Fase Primigenia de la Innovación Ambiental.....	132
Momento de Transición (I-II): El camino sinuoso de la innovación ambiental en actividades de proceso	140
Momento II. La arquitectura de una nueva fase de estabilización ambiental en procesos de manufactura dinámicos	153
Momento II-III y III: ¿diseño del producto orientado hacia la protección ambiental?.....	163
Capítulo V	
Conclusiones.....	183
Anexo 1. La Crisis del Sector Automotriz en México (2008-2009)	196
Anexo 2. Vicisitudes del Trabajo de Campo.....	246
Anexo 3. Proyecto de Tratamiento de Aguas Residuales de la Empresa C. 1ª Etapa ..	249
Anexo 4. Proyecto de Tratamiento de Aguas Residuales de la Empresa C. 2ª Etapa ..	254
Bibliografía.....	263

Lista de Cuadros, Gráficas y Esquemas

Capítulo I

Cuadro 1	Principales indicadores de la Industria Automotriz en México según Periodo de Industrialización
Cuadro 2	Producción Mundial de Vehículos 2000 – 2009 (Miles de Unidades)
Cuadro 3	Tipología de Respuestas de las principales armadoras según nacionalidad ante crisis de los últimos 30 años
Cuadro 4	Localización de las Armadoras Automotrices en México y Número de Proveedores Relacionados
Cuadro 5	Evolución de las acciones productivas de las empresas ensambladoras instaladas en México
Cuadro 6	Trayectoria Productiva del Sector Automotriz en México según Momentos de Evolución
Cuadro 7	Acciones Refuncionalizadas según Momento de Crisis
Gráfica 1	Inversión Extranjera Directa en el Sector Automotriz 1999-2009

Capítulo II

Cuadro 1	Convergencia entre la Ciencia de la Complejidad y la NSEI: Elementos Emergentes de la Sociología Económica de la Innovación Ambiental
Esquema 1	La acción ambiental en la Nueva Sociología Económica Institucional
Esquema 2	Mecanismos Asociados al Comportamiento Ambiental de Empresas Automotrices en México
Esquema 3	Diagrama de Fases de Estabilidad Estructural y Continuidad Funcional en el Proceso Formativo de la Acción Ambiental

Capítulo III

Cuadro 1	Aspectos a observar en variables independientes
Cuadro 2	Eventos Críticos que definen Momentos de Evolución Ambiental
Esquema 1	Niveles Explicativos de la Innovación Ambiental de Proceso del Sector Automotriz en México
Esquema 2	Asociación de momentos de evolución productiva y tipos de acciones de innovación ambiental (AIA)

Capítulo IV

Cuadro 1	Principales Productos por Empresa
Cuadro 2	Trayectoria Ambiental de la Empresa F
Cuadro 3	Trayectoria Ambiental de la Empresa C
Cuadro 4	Trayectoria Ambiental de la Empresa E
Cuadro 5	Trayectoria Ambiental de la Empresa I
Cuadro 6	Trayectoria Ambiental de la Empresa B
Cuadro 7	Trayectoria Ambiental de la Empresa A
Cuadro 8	Momento I. Competencias Ambientales en Construcción
Cuadro 9	Trayectoria Ambiental de la Empresa D
Cuadro 10	Trayectoria Ambiental de la Empresa G
Cuadro 11	Trayectoria Ambiental de la Empresa H
Cuadro 12	Momento II. Competencias Ambientales en Funciones de Proceso
Cuadro 13	Momento III. Competencias Ambientales en Diseño de Producto y Manufactura
Esquema 1	Trayectorias por Momentos Evolutivos
Esquema 2	Mapa Cronológico de Momentos Evolutivos de Competencias Ambientales

Capítulo V

Cuadro 1	Formas de aprendizaje ambiental de empresas automotrices en México
Cuadro 2	Acciones de Innovación Ambiental Re-funcionalizadas según Momento de Evolución
Cuadro 3	Acciones de Innovación Ambiental según grado de maduración del programa "Industria Limpia"

Introducción

La irreversibilidad del tiempo en el estudio de los procesos sociales ha sido una de las grandes preocupaciones de los últimos años (Gil Anton, 1997; Hedström y Swedberg, 1998; Piaget, 1973; Prigogine y Allen, 1982; Prigogine y Stengers, 1983; Reed y Harvey, 1992; 1996; Wallestein et al, 1996). En paralelo, la complejidad de los problemas ambientales ha dado paso al análisis de los procesos formativos que permiten tomar decisiones de mitigación y prevención de efectos ambientales (Brunnermeier, et al. 2003; Cleff y Rennings, 1999; Frondel, et al., 2008; Huiskamp; 2001; Horbach, 2008; Huber, 2008; Mazzanti y Zoboli, 2006; Stromberg, 2005)

Así, en la medida que la pregunta sobre dichos procesos ha cambiado desde un qué, cómo, cuándo y por qué ocurren, hacia otra en la que lo fundamental es saber cómo la organización social de las agencias locales y su entorno se transforma para generar diferentes tipos de acciones de innovación ambiental (AIA's) en el tiempo, y cuáles son los mecanismos sociales reguladores de su evolución, es necesario la construcción de un nuevo enfoque que integre a la explicación sociológica de la acción ambiental una perspectiva sobre el cambio y la irreversibilidad del tiempo. En este escenario, el objetivo de la tesis es analizar los mecanismos que relacionan la construcción de competencias y los procesos de aprendizaje con la ocurrencia de acciones de innovación ambiental (AIA), durante la manufactura del automóvil.

Dado que las empresas automotrices han estado inmersas en procesos de cambio productivo desde hace más de dos décadas, la hipótesis general establece que la necesidad de implementar AIA se encuentra asociada con el nivel de competencias y el rol que juegan en su red corporativa. El trabajo intentará demostrar que, en dicha transformación, cada momento evolutivo no sólo forma parte de una construcción sucesiva de habilidades y saberes (en el sentido de que cada uno es a la vez el resultado de las posibilidades abiertas por el precedente y condición necesaria para la formación del siguiente), sino que, además, cada fase comienza por su reorganización, a otro nivel, de las principales adquisiciones logradas en momentos anteriores.

Para ello, en primer lugar se muestra la dinámica histórica que ha conducido a la industria automotriz a su actual especialización. Ello es importante como antecedente, debido a que es la evolución del sector el trasfondo sobre el cual ocurren las acciones de innovación ambiental que estudiaremos en la tesis.

En este capítulo se reconstruye la trayectoria productiva del sector con la finalidad de dar cuenta del cambio en sus estrategias de negocio, distinguiendo los umbrales y las condiciones de estabilización de sus fases evolutivas. Lo anterior, nos permite identificar el tipo de aprendizaje organizacional que ha tenido el sector en México durante los últimos 30 años.

En el capítulo II, se utiliza a la ciencia de la complejidad para analizar el proceso formativo de la acción ambiental, como un caso específico de la acción económica. Teniendo como punto de partida el lente analítico de la Nueva Sociología Económica Institucional (NSEI), en este capítulo se construye el marco interpretativo para el estudio de las AIA en empresas del sector automotriz. En esta sección de la tesis se plantea el nacimiento de la Sociología Económica de la Innovación Ambiental (SEIA), que orienta el análisis del proceso formativo de la acción ambiental y que es resultado de la convergencia entre el modelo de la NSEI y la teoría de los sistemas complejos.

Por su parte, el capítulo metodológico tiene el objetivo de mostrar la naturaleza conceptual del enfoque mecanístico de la SEIA, además de ofrecer un modelo para operacionalizar los conceptos que la literatura sobre innovación ambiental ha identificado como relevantes para su ocurrencia. A su vez, también se expone la estrategia de investigación y el diseño cuasi-experimental que la sustenta. Hacia el final del capítulo, se explicita el sistema de hipótesis que respaldan el desarrollo del instrumento de campo.

Con base en lo anterior, el capítulo IV presenta la evidencia empírica que muestra los mecanismos sociales relacionados con la ocurrencia de AIA's. En la medida que la actividad de las filiales automotrices es producto de la imbricación entre los requerimientos productivos, la normatividad ambiental y la manera en cómo las agencias locales los asimilan y adaptan a su operación; el objetivo de este

capítulo es analizar el cómo los ingenieros de manufactura implementan las exigencias del entorno y generan procesos de aprendizaje organizacional que construyen competencias ambientales habilitantes de AIA.

En esta parte del documento, se exponen los hallazgos respecto al cómo las empresas automotrices han transitado de un tipo de coordinación ambiental a otra; y cómo sus patrones de interacción (entre los gerentes ambientales y su entorno), se transforman para generar tipos diferentes de AIA en el tiempo (

Las fuentes de información que alimentan el desarrollo de los capítulos anteriores son: 1) entrevistas en profundidad con algunos gerentes de firmas automotrices realizadas durante el 2009, b) revisión del estado del arte sobre la literatura de innovación ambiental, y, c) reportes estadísticos de la Secretaría de Economía, la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) y documentos disponibles del Harbour Report.

Finalmente, en capítulo V esbozamos las contribuciones del estudio y las conclusiones principales del documento.

Capítulo I

Dinámica Histórica del Sector Automotriz en México

I.1 Estructura Productiva

Según datos de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), el sector instalado en México cuenta con 20 plantas de ensamble de vehículos en 12 estados, con más de 2,000 plantas de fabricación de partes y componentes en 26, además de una red de más de 1,400 distribuidores autorizados a lo largo del país.

Hasta el 2008, el sector generó cerca de un millón de empleos directos formales (13.5% del empleo industrial) y representó el 16% del PIB manufacturero y el 3.8% del PIB total en México. En ese mismo año, fue el única actividad manufacturera que creció a tasas de dos dígitos, llegando a explicar una quinta parte de total de las exportaciones de manufactura (Banamex, 2009). Además, llegó a constituirse en el segundo productor de vehículos dentro de Zona de Libre Comercio de América del Norte, por encima de Canadá. Esta solida estructura productiva se deriva de fuertes inversiones desde los años ochenta en la modernización de plantas antiguas y en la construcción de nuevas y modernas para satisfacer la demanda del mercado de América del Norte.

La liberalización comercial es el telón de fondo del crecimiento del sector; claramente existe un antes y un después de la firma del Tratado de Libre Comercio (**Cuadro 1**). En dicha transición, la inversión extranjera directa (IED) pasó de 1 billón de dólares durante los años 90 a 2 billones en periodo 2000-06; montos que ha provenido en mayor medida de Norteamérica (Estados Unidos: 50,4%, Canadá: 6,8%); una cuarta parte de Japón (26,5%), y más del 10% de Europa (Alemania: 8,2%, España: 2,3%) (AMIA,2009).

Como se puede observar en la **Gráfica 1**, la orientación de la IED ha cambiado de manera radical. Mientras que en 1999 de cada 100 dólares invertidos 63 se dirigían a las plantas armadoras y 37 a las autopartes, en el 2005 las

armadoras sólo recibían 11 dólares y las autopartes más de 85. De tal manera que, entre 1999 y 2009, en promedio, por cada 100 dólares de IED en el sector automotriz, 76 se dirigieron a las autopartes.

El principal efecto de la IED ha sido el aumento de un 150% en la producción de vehículos, pues entre 1990 y 2008 pasó de cerca de 800,000 unidades a 2'102,801; llegando a ocupar el 10º lugar en la producción de automóviles a nivel mundial (**Cuadro 2**) y convirtiéndose en un mayor jugador global con la exportación de más del 75% de las unidades de ensamble.

Un segundo efecto directo de la liberalización comercial es la consolidación de una plataforma de exportación: del 28% que se enviaba al exterior en 1990 al 75% hacia finales del 2008, principalmente de autos compactos. Con una marcada concentración en el mercado estadounidense (70%); aun cuando otros destinos también se encuentran en expansión con importantes tasas de crecimiento: Latinoamérica (22%), Canadá (21%) y Europa (17%), y particularmente Asia (215%). Ello, en paralelo a una tendencia de fortalecimiento de las autopartes y el incremento de importaciones para abastecer el mercado doméstico. A pesar del dinamismo experimentado por el sector en los últimos años, la crisis del 2008-2009 tuvo impactos significativos en la estructura productiva del sector (véase **Anexo 1**).

Dado lo anterior, las preguntas que son útiles para analizar el trasfondo de la innovación ambiental en el sector automotriz son: a) ¿Cómo se desarrolló la transformación productiva del sector y qué características organizacionales vivieron las empresas desde 1982 a la fecha?, b) ¿Qué elementos productivos y organizacionales sirvieron de base para transformar el sector en una plataforma de exportación?, y, c) ¿Cuáles fueron los procesos de aprendizaje involucrados en su desarrollo?

Con base en entrevistas con gerentes y con información secundaria, en la siguiente sección de este capítulo, delinearé los momentos y las trayectorias que dan cuenta de la evolución productiva del sector automotriz en México.

I.2 El Mecanismo Estructural de la Reestructuración Automotriz

1ª. Crisis

Desde hace más de tres décadas las condiciones de competitividad internacional han inducido procesos de reestructuración productiva a nivel global. De entonces a la fecha, por lo menos, han ocurrido tres grandes crisis con impactos directos en la forma de organización productiva de las transnacionales automotrices y, por tanto, en las características operativas del sector automotor en México.

La literatura fija la primera crisis a principios de los setentas cuando el incremento constante de los energéticos y el aumento de la competitividad de empresas japonesas (Toyota y Honda), impactaron la estrategia de negocios de las 3 grandes productoras de automóviles de Estados Unidos (Chrysler, Ford y General Motors).¹

Como lo podemos observar en el **cuadro 3**, la primera reacción de las ensambladoras ante la crisis generada por la pérdida de sus mercados fue la automatización de sus procesos (McDuffie, 1998; Arteaga, 2003; Freyssenet, 2009; Senter Jr y McManus, 2009; Mercer, 2009; Jürgens, 2009). El supuesto detrás de esta acción era que las armadoras japonesas tenían mayores márgenes de ganancia (por auto vendido) debido a la disminución de sus costos variables, vía la incorporación de maquinaria y equipo sofisticado en el ensamble de sus vehículos. Aunque la estructura productiva del sector se ha visto presionada por la necesidad de valorizar las inversiones en sus activos fijos, dicha estrategia de reducción de costos ha sustentado la realización continua de economías de escala, en un contexto de estructuras de demanda fragmentadas.

Una segunda respuesta a dicha crisis comprendió la imposición de barreras no arancelarias hacia vehículos provenientes del Japón y la obligación a sus armadoras de establecer fábricas de ensamble en los Estados Unidos. El supuesto

¹ Para un mayor conocimiento sobre el cambio en la estrategia competitiva de las 3 grandes automotrices estadounidenses ante el surgimiento de empresas japonesas, véase Boyer, et al (1998) y Fryssenet et al (1998)

que subyacía a la implementación de estas medidas era que, dado que la cultura cooperativa japonesa impulsaba la aplicación de un modelo productivo de mayor eficiencia en procesos y productos, los trasplantes fracasarían en contextos culturales similares a los que operaban las empresas norteamericanas (Freysenet, 2009; Senter Jr y McManus, 2009; Luethge y Byosiére, 2009).

Sin embargo, el éxito operativo de las plantas trasplantadas a EUA hecho por tierra la creencia de que las características técnicas y culturales del Japón constituían su fuente competitiva. En ese momento, la literatura comenzó a discutir la emergencia de un nuevo modelo productivo, uno de aplicación universal y exitoso sucesor del modelo taylorista-fordista de producción, el “lean production”.

El ala más optimista de esta vertiente estuvo representada por Piore y Sabel, 19?? y Womack, 1992, quienes estaban convencidos de que el modelo surgido era de tal flexibilidad que permitía a la empresa adaptarse con rapidez al cambio en sus condiciones de la demanda y resolver las rigideces organizacionales que el trabajo segmentado había generado para producir economías de alcance.

En este escenario, se gestaron diversas investigaciones que caracterizaban lo que para entonces fue conocido como el modelo japonés de producción (“lean production”), con la idea promover su aplicación a cualquier contexto empresarial (Womack, 1992; Abo, 1994). El objetivo genérico de estas investigaciones era mostrar qué tanto el modelo fordista era modificado por el modelo japonés de producción. Mientras que, el concepto de hibridación se instaló en la escena analítica de dichos estudios, pues el hallazgo principal era la existencia de modelos productivos diferenciados (Boyer et al, 1998).

Amparados en la fiebre expansiva del modelo japonés de producción y en una acelerada liberalización comercial que globalizaba la competencia, desde mediados de los ochentas las transnacionales empezaron a introducir nuevas formas de organización, asociadas con lo que en ese momento era considerado lo mejor del modelo japonés: grupos de trabajo, círculos de calidad, autocontrol, mantenimiento productivo y técnicas de mejoramiento continuo (Boyer, et al, 1998

y MacDuffie, 2006); formas de organización que promovían la participación de los empleados en la línea de producción para detectar problemas de manufactura y buscar soluciones *in situ*, acompañada de medidas para eficientizar su cadena de suministro (justo a tiempo en procesos e inventarios), con la producción de pequeños lotes de producción.

Pese a esta ola expansiva, hacia finales de los noventa Boyer, et al (1998) habían mostrado que la aplicación del modelo japonés no había sido tan universal como se pensaba, en cambio, el hallazgo principal era que la adaptación del modelo en contextos diferenciados tenía resultados contradictorios para el incremento de la competitividad. Según estos autores, lo que realmente ocurrió fue la aplicación de un lean production teorizado y amalgamado, sin considerar las especificidades que la Toyota, Honda y Nissan habían utilizado para obtener sus beneficios. Principalmente, aquella relacionada con la permanencia en el empleo, como premisa central para garantizar la participación de la fuerza de trabajo en las actividades de reducción de costos, con crecientes niveles de producción y ventas (Freyssenet, 2009).²

A pesar de ello, la aplicación de prácticas del modelo japonés en contextos ajenos a su origen generó procesos de aprendizaje organizacional por la adaptación interactiva entre las actividades locales de manufactura y la nueva forma de organizar la producción y el trabajo; lo cual según Sandoval (2003) le otorgó un carácter reflexivo a la reestructuración productiva, cuyo avance desde siempre se observó como un proceso de hibridación dinámico o de hibridación sucesiva (Sandoval, 2003:30)

Una tercera respuesta a la crisis de los setentas se dio en la esfera de la producción. Las empresas armadoras implementaron una estrategia de manufactura basada en la obtención de niveles crecientes de volumen y diversidad, la cual consistió en el diseño de modelos diferenciados a la vista del consumidor,

² Por ello, es entendible que algunos estudios de esa época hayan revelado que la percepción de los trabajadores sindicalizados hacia estas nuevas formas de organización se observara mas como una carga y una amenaza contra los derechos laborales ganados, que como un beneficio real para la clase trabajadora.

pero con un porcentaje alto de estandarización en sus componentes internos (Freysenet, 1998). Por el lado de la oferta, ello implicó el diseño de plataformas comunes de producción y de manufactura modular; mientras que, por el lado de la demanda, dicha estrategia involucró la aplicación de técnicas de mercadotecnia y el otorgamiento de créditos para incrementar las ventas en el corto plazo (Freysenet, 2009).

Una última reacción se produjo en el diseño del producto. A raíz de los shocks petroleros de los setentas, que implicaron un aumento considerable en los precios del combustible, las empresas armadoras norteamericanas enfrentaron el reto de desarrollar el ensamble de motores económicos y de menor generación de emisiones. En términos tecnológicos, ello implicó, entre otras cosas: 1) cambiar de motores de combustión a motores fuel injection, 2) modificar los trenes de transmisión traseros por delanteros y, 3) insertar convertidores catalíticos en lugar de tubos de escape convencionales (Mecer, 2009). Sin embargo, dicha conversión no ocurrió sino hasta la segunda mitad de los ochentas cuando las armadoras japonesas ya se habían posicionado en el mercado norteamericano (Freysenet y Jetin, 2009).

2ª. Crisis

A finales de los ochentas y principios de los noventa ocurre una nueva crisis económica que genera, entre otros efectos, la debacle económica del Japón y la primera reforma a los principios del “lean production” en Toyota (Shimizu, 2009). Esta crisis termina con el debate sobre la aplicación universal del modelo japonés (Boyer, et al, 1998 y Freysenett, 2009); aun cuando su aplicación isomórfica como práctica para competir ya había quedado establecida entre el conjunto de empresas del sector. Durante esta crisis, la manera en cómo responden los gobiernos de las principales economías tiene efectos directos en la arquitectura competitiva de las armadoras automotrices (Freysenet, 2009).

En Estados Unidos, la desregulación del mercado financiero dio un nuevo impulso a la demanda de autos, lo cual permitió amortizar decrecientemente las

inversiones en activos fijos realizadas durante los ochentas. Desde entonces, los márgenes de ganancia de las tres grandes comenzaron a depender más del crédito (como mecanismo de realización de ventas), que del mejoramiento en sus procesos de diseño y manufactura. (Senter y McManus, 2009; Mercer, 2009 y Belzowski, 2009). Dicha estrategia generó ganancias de corto plazo, aunque postergo la, ya para entonces, necesaria reconversión tecnológica hacia autos compactos.

Según Freyssenet (2009), a principios de los noventa se gesta en Estados Unidos un cambio profundo en la estructura del ingreso y las condiciones de empleo que modificaron los requerimientos del consumidor, hasta entonces obligado a preferir autos compactos de bajo consumo energético; pero que en una coyuntura de bajos precios de gasolina y de una economía que por aquellos años registraba niveles históricos de crecimiento económico, favoreció el nacimiento de un nuevo tipo de auto asociado con las clases medias-altas de la bonanza económica: las Sport Vehicle Utility (SUV).

Así, para fines de los noventas, las armadoras norteamericanas se habían especializado en la producción de SUV's y en la fabricación de autos medianos y grandes, producto de la fiebre de alianzas y adquisiciones que por aquellos años predominó entre las armadoras americanas.

Sin embargo, fue el segmento de las SUVs el que generó los mayores márgenes de ganancia.³ Básicamente, porque permitía la generación de economías de escala ascendentes en una economía en crecimiento, aunque con elevados niveles de dependencia hacia el sector financiero para valorizar sus ventas.⁴ Esta situación permite entender por que cuando el mercado financiero colapsa hacia finales del 2008, la demanda y los niveles de liquidez para seguir operando caen a

³ Según Mecer (2009), "las razones por las que este segmento se consolidó como uno de los de mayores ganancias fueron; por el lado de la demanda, a) las SUVs mitigaron la competencia que significaban los autos japoneses, b) los bajos precios de la gasolina hacían barato el manejo de ese tipo de vehículos, c) disponibilidad de amplios espacios interiores con una mejor visibilidad para el conductor que un carro familiar, d) se trato de un nuevo producto, no una modificación de una línea de un vehículo ya existente. Por el lado de la oferta: a) técnicamente era más fácil soldar y ensamblar su estructura que un auto, b) su diseño más grande y menos estilizado hacía que no requiriera ingeniería sofisticada o altamente especializada en sus interiores, y, c) sin la expectativa de tener un carro deportivo, las suspensiones y los ejes podrían ser de acero en lugar del más costoso aluminio". Traducción propia.

⁴ Por ejemplo, en 1995, los SUVs y los pick trucks proveían más del 100 por ciento de las ganancias generadas por Ford (Mecer, 2009).

tal punto que hacen necesaria una reconversión tecnológica y financiera que les dé nueva viabilidad económica a las armadoras americanas.

En Europa, Jürgens (2009) documenta que los efectos de la crisis se vieron agravados por el costo de la reunificación alemana y por las políticas restrictivas que se aplicaron en consecuencia. Este autor señala que, la recesión de la economía alemana en los primeros años de los noventa fueron críticos para el desempeño de los ensambladores alemanes (Volkswagen y PSA). Éstas respondieron mediante una estrategia de reducción de costos basada en la estandarización de procedimientos, incorporando técnicas novedosas de manufactura como el ensamble modular y la aplicación refuncionalizada de técnicas de organización, heredadas del modelo japonés (círculos de calidad, justo a tiempo en inventarios y procesos). A la par con una política deliberada de absorción de compañías pequeñas y acuerdos de cooperación de complementariedad tecnológica (Jürgen, 2009; Pries, 2009 y Freyssenet, 2009).

Del otro lado del mundo, la recesión de la economía japonesa provocada por el colapso de su sistema bancario obligó a sus armadoras (Nissan, Mitsubishi y Mazda) buscar ayuda en sus contrapartes europeos y estadounidenses. Renault, Daimler y Ford, respectivamente, fueron las empresas de occidente que se incorporaron con acuerdos de cooperación e intercambio tecnológico (Stevens y Fujimoto, 2009; Heller, 2009).

Aunque Toyota no había tenido problemas de financiamiento en esta crisis, se vio obligado a reformar las relaciones obrero-patronales en su sistema de producción. Principalmente, debido a la crisis laboral (expresados en altos niveles de deserción y estrés) por la aplicación permanente de prácticas de reducción de costos con niveles crecientes de producción. Shimizu (2009) documenta que los cambios implicaron la resegmentación de las líneas de producción y la existencia de descansos mayores entre los módulos de ensamble, acompañada por una reforma en el sistema de pago por productividad; todo ello en un intento por aligerar la carga de trabajo y disminuir el estrés en el piso de producción.

Pese a estas diferencias, al final de la década de los noventa la estrategia de negocios seguida por la industria automotriz a nivel mundial compartía las siguientes características: 1) dependía en forma creciente de los mercados financieros para valorizar sus ventas; en mayor o menor medida las actividades de manufactura dejaron de ser el centro de sus actividades de negocio, principalmente para las tres americanas, 2) una tendencia clara hacia la modularización del producto, además del desarrollo de plataformas de producción compartidas entre varios modelos, por lo cual, 3) se asiste a un proceso creciente de descentralización de las actividades no fundamentales para la producción (fenómeno del outsourcing), y 4) la instalación de empresas ensambladoras en países periféricos para disminuir los costos variables y ampliar las posibilidades de eficientizar, a escala global, las innovaciones en manufactura y diseño de producto.

3ª Crisis

Con los ataques terroristas del 11 de septiembre en Estados Unidos (2001), las tres americanas profundizaron su dependencia del crédito para valorizar sus ventas. Ante la necesidad de reponer la confianza del consumidor, duramente impactada por los eventos terroristas, las tres americanas responden ofreciendo descuentos y facilidades de pago que imprimen una presión adicional que reduce sus márgenes de utilidad. GM lanza oficialmente su Programa “Keep America Rolling” que consistía en el otorgamiento de préstamos múltiples para la compra de vehículos a finales del 2000, obligando al resto (Ford y Chrysler) a emprender programas de estímulo similares (Sender y McManus, 2009; Mercer, 2009; Belzowski, 2009 y Luethge y Byosiere, 2009).

La dependencia creciente del crédito elevó el riesgo operativo de las ensambladoras a nivel mundial. De tal manera que, cuando colapsaron los mercados financieros (en el segundo semestre del 2008) sus efectos se manifestaron, principalmente, en una caída sin precedentes de la demanda de todas las armadoras del mundo (Begley, et al, 2009); lo cual terminó por exacerbar los problemas operativos que ya venía arrastrando el sector (altos costos laborales,

dependencia de modelos de baja eficiencia energética, sobrecapacidad instalada, economías de escala crecientes para sostener inversiones en capital).

Una presión adicional que viven las tres americanas es que, en pleno proceso de reestructuración de sus activos financieros y de reconversión tecnológica hacia autos compactos, la actual administración de Obama ha suscrito una ley que las obliga a producir automóviles con mayor eficiencia energética y de menor generación de emisiones. El efecto esperado es que para el 2016 haya un tránsito paulatino hacia la producción de vehículos híbridos, como un intento por reducir la dependencia hacia los hidrocarburos y disminuir los gases de efecto invernadero (AutoNew, 2009). Así, la disponibilidad de cuantiosos recursos del gobierno hacia ese fin ha permitido que, en esta crisis, surja una oportunidad de negocio para la producción y diseño de autos híbridos.

En este contexto, ¿de qué manera se están reestructurando las estrategias de negocios de las principales armadoras? Como es de esperarse, desde mediados del 2008 hasta agosto del 2009, prácticamente todas las empresas ensambladoras del sector están tomando medidas para disminuir sus costos operativos; principalmente, con el objetivo de mejorar su situación financiera ante la disminución de las ventas.

La estrategia defensiva ha consistido en la reducción tanto de costos fijos (reducción de inventarios, volúmenes de producción, jornada laboral y paros técnicos), como de costos variables (reducción de trabajadores eventuales y no calificados, disminución de salarios durante los paros técnicos y, en ocasiones, del porcentaje de prestaciones laborales).

Sin embargo, el Harbor Report (2007) señala que existe una doble tendencia en cuanto a la productividad y los márgenes de ganancia que condiciona el tipo de respuesta que las ensambladoras están dando a la crisis.⁵ Por un lado, las ensambladoras norteamericanas, japonesas y alemanas están convergiendo en cuanto al número de horas necesarias para armar un vehículo (3.5 horas es la diferencia entre las compañías más y menos productivas); pero con niveles de

⁵ También véase Automobiel Produktion (2009)

ganancia divergentes por cada vehículo producido a favor de las ensambladoras japonesas. Por ejemplo, a principios del 2006 Honda y Nissan lideraban el segmento de las más rentables con \$1,641 de ganancia por unidad vendida, seguida por Toyota (\$922 dólares por vehículo). Mientras que, las americanas presentaron márgenes negativos (Chrysler, \$412; GM, \$729 y Ford \$1,467).

De tal manera que, aun cuando todas las empresas han realizando esfuerzos importantes para el mejoramiento de sus procesos (como una medida central para responder a la caída de sus ventas), los márgenes de maniobra en términos de su capacidad utilizada y de su posicionamiento en el mercado de autos compactos (de mayor eficiencia energética), se inclina a favor de las empresas japonesas y alemanas.⁶ Aquí es mencionar que pese a dichas diferencias, el Harbor Report destaca la convergencia en todas las armadoras del mundo por disminuir sus impactos ambientales. Ello debido, en buena medida, al objetivo deliberado de reducir los desperdicios como parte de sus estrategias de reducción de costos.

Por otro lado, en relación a su cadena productiva, se han observado por lo menos dos trayectorias como respuesta a la recesión económica actual. Por un lado, se encuentran las empresas americanas (duramente golpeadas por la debacle de sus mercados globales), urgidas de apoyos especiales del gobierno para solventar sus obligaciones financieras. Y, por otro lado, las empresas asiáticas y alemanas (afectadas también por la disminución de sus ventas), pero con un grado de flexibilidad mayor para adaptarse a las nuevas condiciones de demanda mundial, dada su especialización en autos compactos; los cuales vuelven a ser atractivos para el consumidor debido a los altos precios de los combustibles.

Dicho en otras palabras, mientras que las empresas asiáticas fabrican y ensamblan un gran porcentaje de las partes de un vehículo con sus propios empleados, las americanas compran muchos de sus módulos y subensambles a sus proveedores. En este sentido, las armadoras americanas están buscando absorber

⁶ A pesar del continuo mejoramiento productivo, el reporte Harbor indica que Chrysler, Ford y GM tienen un menor uso de su capacidad instalada (de 88% en promedio), que las plantas de japonesas (Toyota, 100% y Honda, 97%). A nivel de plantas, la diferencia vuelve a ser importante porque mientras que en Toyota el rango de capacidad instalada utilizada fluctúa entre el 92% y el 107%; los mismos rangos son más altos para GM, Ford y Chrysler (44% a 137%; 47% a 129%; y 46% a 126%; respectivamente). Para mayor detalle, véase *Automobil Produktion*, 2009.

la capacidad operativa tanto de proveedores cercanos como de sus rivales europeos y asiáticos para obtener acceso, con un bajo costo de inversión, a plataformas de producción de autos compactos y de mayor eficiencia energética.

Por ejemplo, durante el mes de febrero del 2009, GM anunció que retomaría el control de algunas de las plantas de Delphi (fabricante de autopartes y empresa dependiente hasta hace unos años de GM), lo cual se combinó con la estrategia de Delphi por vender instalaciones que no consideraba esenciales para su funcionamiento. En estos momentos, su principal negocio lo ubica en los sistemas y autopartes con mayor contenido electrónico.

Por su parte, Chrysler recientemente anunció una alianza estratégica con la principal armadora Italiana Fiat, con el objetivo de que ésta le proporcione plataformas de vehículos de reducido consumo energético, con tecnología de tren motriz y otros componentes, así como la infraestructura de distribución en mercados emergentes. En la reciente exhibición del auto en Frankfurt ya se presentaron conjuntamente con autos híbridos y de energía eléctrica.

Con Nissan, Chrysler concretó el compromiso de que la empresa japonesa le producirá un auto pequeño vendible en Latinoamérica (empezando por Brasil) bajo su propia marca. A cambio, Chrysler producirá una "pick up" para que Nissan la venda en Norteamérica con su propio logotipo. Chrysler también se ha comprometido con Volkswagen para producir un monovolumen que la empresa alemana venderá en Estados Unidos con su nombre. Además ha concretado con la empresa china Chery la producción de un auto pequeño, aunque todavía no se ha materializado. Mientras que, Ford anunció en febrero del 2009 que la empresa Johnson Controls-Saft producirá los sistemas de baterías para sus vehículos eléctricos recargables.

Aquí, es importante señalar que, debido a los altos costos de reconversión tecnológica, las tres grandes están buscando expandir su mercado hacia países emergentes como Brasil, China, India y Rusia (los BRIC's) en la medida en que son

mercados no saturados para los productos que están ofertando (SUV's, light trucks, autos medianos y de lujo) y que están a la baja en Estados Unidos.⁷

Ante sus problemas financieros, las armadoras han tenido que solicitar al gobierno de Estados Unidos apoyo financiero (principalmente GM y Chrysler), quien las está obligando a implementar una agresiva estrategia de racionalización de procesos y el diseño de autos híbridos para el 2016, en una operación de seudonacionalización dado que el gobierno ahora es propietario de una parte de sus activos, pero sobretodo de sus pasivos.

Por su parte, sus competidores asiáticos (Toyota, Nissan y Honda) y alemanes (VW, principalmente) tienen mayores posibilidades de ajustar sus niveles de producción a la baja, sin afectar el margen de ganancia de sus productos (Harbor Report, 2008). Ello debido a su mayor especialización en modelos de autos compactos y a una estructura de proveeduría integrada por empresas donde ellas mismas participan como socias importantes.

En este sentido, el grado de dependencia respecto a sus competidores norteamericanos es menor, pues cuentan con las plataformas tecnológicas para producir automóviles con economías de escala crecientes y el apoyo de una extensa red de proveeduría que les asegura la producción de autos compactos de menor costo de producción y de mayor eficiencia energética.

Una diferencia importante en cuanto a su estrategia de costos es que mientras las americanas tratan de ahorrar mediante el despido y la renegociación de prestaciones a sus trabajadores, las japonesas y alemanas están tratando de retener el mayor tiempo posible a todos sus empleados, aun en plantas que experimentan bajos niveles de producción (Harbor Report, 2007). Aunque todas las ensambladoras están realizando paros técnicos ante la disminución de su demanda.

El conjunto de acciones para responder a las crisis pasadas son el basamento competitivo que permite márgenes diferenciados de actuación en la crisis actual. Así, la racionalización de procesos manufactura y el diseño de nuevos

⁷ Nuevamente las armadoras asiáticas y alemanas tienen ventaja sobre las norteamericanas, pues han logrado posicionarse en esos mercados desde la crisis de finales de los noventa (Jetin, 2009).

productos con diversificación de mercados (implementado como estrategia por las armadoras japonesas y alemanas para responder a la segunda crisis), que en su momento fueron estrategias de negocio que rindieron menores márgenes de ganancia, respecto a sus competidoras norteamericanas (más enfocadas en la producción de pocos modelos de baja eficiencia energética para su propio mercado); ahora se constituyen en los basamentos tecnológicos y organizacionales que les están permitiendo salir mejor libradas en este nuevo ciclo depresivo.

Sin embargo, aquí es necesario preguntarse ¿cuál será el umbral de pérdida de ventas que la estructura operativa de las japonesas y alemanas pueda soportar, dado que su principal mercado (Estados Unidos) se encuentra aun bajo los efectos de la recesión económica?

Por último, es importante señalar que ante esta nueva crisis financiera, todas las armadoras están enfocando sus baterías a la conquista de los mercados que durante la segunda crisis tuvieron una debacle importante y que ahora, en la tercera, tienen la posibilidad de convertirse en los nuevos motores del crecimiento económico del sector. Nos referimos a Brasil, China, India y Rusia (los BRIC's), que por la demanda potencial que representan para valorizar las crecientes economías de escala, necesarias para el funcionamiento del sector, están en condiciones de definir el nuevo paradigma tecnológico respecto a la producción de autos con mayor eficiencia energética (Freyssenet, 2009).

En este sentido, la tercera crisis es un punto de bifurcación importante porque representa el inicio de un nuevo momento evolutivo en la trayectoria tecnológica y organizacional del sector. Ahora, nos encontramos ante el umbral de una forma específica de organización productiva⁸, en transición hacia una nueva forma de organización que integrará las características de aquella; pero refuncionalizadas en la producción de vehículos eléctricos, de hidrógeno o híbridos. Aunque la definición de sus efectos será diferenciada según regiones y tomara

⁸ Basada en economías de escala crecientes, con un diseño de producto anclado en el petróleo como fuente energética y la producción de autos multifuncionales de bajo rendimiento motriz.

todavía algún tiempo para su implementación, es evidente que los mercados de Brasil y China tienen el potencial de cambiar las reglas del juego del futuro.⁹

En síntesis, las diferencias en los desempeños de las armadoras americanas, japonesas y alemanas ante la nueva crisis se basan en los siguientes aspectos:

- a. los ahorros obtenidos en productividad están siendo redirigidos hacia el diseño de mejores productos,
- b. los vehículos se están diseñando para ser ensamblados con mayor eficiencia, asegurando la calidad desde el primer ensamble,
- c. la construcción de plantas flexibles en términos de volumen de producción y diversidad de modelos ensamblados bajo una misma plataforma,
- d. desarrollo de capacidades para producir autos subcompactos y compactos,
- e. mejora en las capacidades para disminuir los costos por hora trabajada,
- f. balanceo continuo entre los procesos intensivos en mano de obra y niveles de automatización, según la mejor combinación para reducir costos de producción, y,
- g. el desarrollo de diferentes canales de proveeduría y relaciones con una orientación de inclusión y cooperación para el desarrollo de nuevos productos.

Ahora bien, ¿cuáles han sido las implicaciones de las estrategias, que las armadoras han implementado para sobrevivir a las crisis, en la evolución del sector automotriz en México?

La respuesta a este cuestionamiento es clave en la medida que permite mostrar la transformación productiva del sector como producto de la operacionalización de requerimientos globales, adaptados con la evolución de competencias y procesos de aprendizaje organizacional propios de las regiones donde se asientan los principales núcleos automotrices. Lo cual, es el basamento

⁹ Dadas las directrices que los gobiernos de las diferentes regiones están implementando, me parece que la primera fase de un nuevo momento evolutivo del sector se fragmentaría como sigue: carros híbridos (movidos por electricidad y gasolina) para el mercado Norteamericano; Carros híbridos (movidos por Etanol y gasolina) en Brasil y Sudamérica; Carros Eléctricos, posible fuente de una segunda revolución tecnológica, en China y la comunidad europea.

cognitivo y estructural (pero no único) que explica la ocurrencia de acciones de innovación ambiental tanto a nivel de procesos de manufactura, como sobre el diseño de nuevas plataformas de producción con enfoque ambiental.

I.3 Momentos Evolutivos del Sector en México

Las respuestas que las armadoras automotrices han implementado a las sucesivas crisis en sus principales mercados y las políticas del gobierno mexicano hacia el sector son el entorno que define el rol que las empresas automotrices en México han jugado en su red corporativa. Las características de los momentos productivos del sector responden (en primera instancia) a una serie de problemas y retos derivados de la tensión entre las estrategias globales de las compañías y los objetivos de política local. En esta sección, se muestra la manera en cómo se articularon las acciones que fueron siguiendo las armadoras instaladas en México, ante las presiones de su contexto en una escala temporal.

A nivel de empresas, esta sección describe los procesos de aprendizaje y de evolución de competencias que el cambio productivo y organizacional ha generado; además de cómo las empresas han ido modificado sus planes de inversión, sus políticas en relación a nuevos modelos y la atención del mercado doméstico.

Momento I: 1962-1977

La instalación de empresas ensambladoras en México se da a partir del decreto de 1962 (García 1996). Dadas las rigideces impuestas a las corporaciones extranjeras en torno al contenido nacional para vender sus autos en el mercado doméstico, las empresas ensambladoras deciden construir las primeras fábricas de ensamble y dar asistencia técnica para el desarrollo de proveedores locales. La literatura documenta que ello se realizó a pesar de que en sus países de origen, las empresas ensambladoras tenían las capacidades suficientes para abastecer al mercado mexicano, sin necesidad de trasladar ningún proceso; pero que, ante las restricciones impuestas y para no perder el ascendente mercado interno decidieron instalarse en el país (Carrillo, 1993; García, 1996; Arteaga, 2003).

Sin embargo, las condiciones de producción de las nuevas fábricas harían que los costos operativos fueran mucho mayores que en sus países de origen (García, 1996). Dicho diferencial en parte se explicaba porque, aun cuando el mercado interno estaba en pleno ascenso, no tenía la capacidad para absorber las economías de escala que los mercados de origen ya habían desarrollado. A nivel de planta, ello propició la diversificación de líneas y modelos ajustada a una escala reducida de producción, concentrada en pocas fábricas y con altos niveles de ineficiencia respecto a sus pares en los países de origen (García, 1996).

El sobreprecio de los carros ensamblados en México se convirtió en la principal estrategia de ganancia que seguían las ensambladoras transnacionales (Arteaga, 2005). En parte ello se justificaba por los altos costos de producción, ante la imposibilidad de generar economías de escala ascendentes y una competencia limitada en un mercado interno cautivo.

En este escenario, la reducción de costos y el mejoramiento de la calidad (eficientización de procesos) como estrategia de negocio nunca fueron actividades críticas de las ensambladoras establecidas en territorio nacional (García, 1996). Esta característica es fundamental para entender la rigidez tecnológica y organizacional de las plantas creadas en este momento evolutivo, cuando la estrategia de las armadoras y la política pública se reorientaron hacia el mercado de exportación. De este periodo datan los *clusters* más antiguos de la configuración automotriz, en torno a las ensambladoras de Ford (1964), Volkswagen (1965), Nissan (1966) y Chrysler (1968); además de la primera fábrica de ensamble de camiones en Mexicali, Baja California en 1959 (**Cuadro 4**).

Transición hacia un modelo orientado hacia la exportación: 1982 - 1990

La convergencia de la primera crisis económica en México y el súbito incremento de la competitividad de las armadoras japonesas en EUA (que se gesta al amparo de los choques petroleros de 1973 y 1979), propiciaron el comienzo de un proceso de transformación del sector; de uno enfocado al mercado doméstico hacia otro orientado a complementar la demanda automotriz del mercado estadounidense.

En el plano externo (como se mencionó en la sección anterior, entre 1979 y 1982), las empresas norteamericanas comienzan a diseñar una estrategia de reducción de costos que les permitiera librar una situación financiera comprometida por la disminución de sus ventas. Como parte de dicha estrategia las empresas norteamericanas iniciaron un patrón de localización hacia el sureste de los Estados Unidos y el norte de México, fuera de los centros tradicionales de producción automotriz de ambos países.

Dicha estrategia convergió con un cambio en la política del gobierno hacia el sector, cuyo objetivo era disminuir el déficit comercial generado por la creciente importación de autopartes para la producción local de automóviles, vía la promoción de exportaciones (Decreto de 1977 y 1983). Con la caída del mercado interno (principal destino de la producción automotriz) en 1982 y la devaluación continua del peso frente al dólar, se inició la década pérdida para el crecimiento económica del país y la gestación de México como plataforma de exportación hacia Estados Unidos.

Ante la necesidad de disminuir costos variables y debido a la escasa experiencia de la nueva fuerza laboral en los centros industriales del norte de México, los primeros procesos trasladados fueron aquellos relacionados más con la intensificación del trabajo, que aquellos que involucraban el incremento de la productividad vía la efficientización de procesos (Arteaga, 2005).

Las ensambladoras americanas trasladaron, en una primera fase, la producción de motores de bajo cilindraje (V6 y V4) para complementar la producción demandada en EUA. En esta coyuntura se crearon las fábricas de motores de Cummins en San Luís Potosí (1980), GM y Chrysler en Ramos Arizpe (1980 y 1981, respectivamente), planta de motores en el complejo de VW (1981), Ford-Chihuahua (1983); Renault en Gómez Palacio (1984), Nissan Aguascalientes (1984), además de la instalación de una red de maquiladoras de autopartes, instaladas al amparo del programa de maquiladoras de exportación (**Cuadro 4**).

Una vez establecidas las primeras fábricas con procesos intensivos en mano de obra y congruente con la estrategia de los corporativos en sus países de origen,

desde mediados de los ochenta iniciaron la introducción de nuevas formas de organización del trabajo (círculos de calidad, justo a tiempo en procesos e inventarios) en las plantas de motores recién establecidas en el norte de México (entrevistas en profundidad con gerentes).

La segunda ola de transferencias consistió en el traslado de fábricas de ensamble de unidades completas. La característica principal de este tipo de establecimientos fue que desde su creación iniciaron con la aplicación de formas flexibles de organización del trabajo, con altos niveles de automatización y la integración de fases integrales de manufactura automotriz. Esta segunda fase comenzó con la instalación de nuevas plantas de ensamble (Ford-Hermosillo, 1986 y Honda-El Salto, 1988) y la reconversión tecnológica y organizacional de GM Saltillo (1986) y VW (1988) (**Cuadro 4**).

En ambas fases de traslado, Arteaga (2005) plantea que, ante la necesidad de reubicar procesos duales intensivos en mano de obra con altos niveles de automatización y flexibilización de stocks de producción, el primer gran reto fue la redefinición de las relaciones laborales como primera estrategia para transformar al sector automotriz en una plataforma de exportación.

Otro elemento que, para mediados de los ochenta era un incógnita se relacionaba con el hecho de si el aprendizaje organizacional para ajustar los problemas de manufactura a costos operativos menores, sería lo suficientemente amplio como para generar niveles de productividad comparables con sus pares en Estados Unidos; bajo un escenario donde los japoneses ya habían probado que era factible la transferencia de su modelo (Carrillo, 1993; Sandoval, 2003; Arteaga, 2003)

Aparentemente la respuesta fue positiva, pues a fines de los ochentas el mapa de la estructura productiva del sector se polarizaba en dos ejes de industrialización: por un lado, el norte moderno con aplicación de manufacturas de nivel internacional y el centro con bajos niveles de automatización y producciones destinadas al abastecimiento del mercado interno, por el otro.

Según Arteaga (2005), la homologación de prácticas y tecnologías generó un efecto demostrativo clave para trasladar funciones tecnológicas y organizacionales de mayor complejidad, además de crear una clase gerencial y laboral refuncionalizada a los nuevos requerimientos productivos. También, como parte de esta transformación, a finales de la década de los ochenta el sector empieza a depender menos del mercado interno para valorizar sus ganancias y más del desempeño de su principal mercado de exportación (EUA) (Arteaga, 2005).

A fines de la década de los ochenta, la estructura productiva anterior se refuncionalizaba a las nuevas presiones de su contexto. Específicamente, en lo relacionado con la producción de una variedad amplia de modelos en una sola fábrica, pero con niveles de producción muy por debajo de lo que esos mismos paquetes tecnológicos producían en su país de origen.

En este periodo de transición, las capacidades y competencias laborales que se aprendieron con el anterior paquete tecnológico se readecuan; de tal forma que las empresas ensambladoras aprovechan lo aprendido por la clase gerencial y laboral anterior para operacionalizar una variedad amplia de procesos de manufactura, pero ahora de nuevos modelos y con el objetivo explícito de generar economías de escala ascendentes, muy a tono con la estrategia de volumen y diversidad impulsada por los corporativos americanos en EUA durante aquellos años.

Junto a estas modificaciones, la continuidad funcional del sobreprecio como dispositivo central en la estrategia de ganancia, también fue central cuando la estructura productiva se reorientó hacia la exportación. Un elemento adicional que, en esta fase de transición también fue aprovechado por las ensambladoras se refiere a la cadena de proveedores locales (García, 1996), quienes paulatinamente fueron desapareciendo ante la llegada de filiales extranjeras contratadas por las ensambladoras desde sus países de origen.

Así, con una estrategia de ganancias basada en los altos precios de venta y menores exigencias para incorporar un porcentaje de contenido local a su producción exportable (decretos de 1982 y 1989), la apertura gradual de la

economía permitió que las compañías mantuvieran su interés de permanecer en México durante el tiempo en que éstas transformaban su estructura productiva hacia el mercado de EUA.

En síntesis, las empresas automotrices instaladas en México asumieron un rol complementario para enfrentar la competencia japonesa de las tres grandes en su principal mercado. Lo cual fue condición para que, en una primera fase el país se especializara en la producción de motores de bajo cilindraje y, paulatinamente, en el ensamble y de unidades completas destinadas al mercado estadounidense (Arteaga, 2005). La homologación tecnológica y organizacional impulsada desde las corporaciones norteamericanas generó un dinámico proceso de aprendizaje organizacional y una nueva clase gerencial y laboral, cuyo efecto demostrativo habilitó la posibilidad para que México siguiera siendo considerado en la estrategia de negocios de las ensambladoras norteamericanas.

A finales de los ochentas, el sector tiene una clara orientación hacia el mercado externo, mediante la desconcentración geográfica de la producción de nuevas empresas se operan filiales que funcionaban como unidades eficientizadoras de procesos de manufactura, economías de escala ascendentes y con prácticas tecnológicas y organizacionales de última generación.

Esta nueva estructura productiva coexiste con las plantas viejas ubicadas en las zonas tradicionales de industrialización, las cuales, aun cuando no tuvieron un vínculo oficial que las hiciera participe de la instalación de las nuevas plantas (García, 1996), proveían del personal ingenieril y técnico necesario para arrancar la manufactura en las nuevas instalaciones del norte (entrevistas en profundidad). De tal manera que, cuando se firma el Tratado de Libre Comercio de América del Norte en 1994, México ya contaba con las bases técnicas y de infraestructura societal para consolidarse dentro de la estrategia de crecimiento, basada en la exportación de bienes finales automotrices.

Como ha sido evidente a lo largo de la exposición, el mecanismo estructural que definió la evolución productiva del sector no fue de carácter endógeno, sino

que formó parte de las estrategias de reestructuración que las compañías realizaban desde sus países de origen.

Sin embargo, ello guarda el matiz de que, como lo plantea Arteaga (2005) y Sandoval (2003), la implantación de un patrón tecnológico impuesto genera procesos de aprendizaje organizacional que retoma la experiencia manufacturera anterior, relacionada con el balanceo de líneas con producciones de modelos diferenciados en una misma línea de producción. Habilidades estas, desarrolladas durante el momento I y aprovechadas por las compañías para transitar hacia la arquitectura de una plataforma de exportación.

Aunque este cambio gradual se dio sobre la base de experiencias manufactureras previas, las corporaciones también optaron por desarrollar una nueva generación de plantas automotrices, en lugar de exportar desde sus plantas ya establecidas en las zonas tradicionales. Principalmente, debido a los altos costos económicos que implicaba su reconversión tecnológica y organizacional, con una fuerza de trabajo acostumbrada a trabajar bajo lineamientos de menor eficiencia y productividad.

Así, en paralelo al aprendizaje organizacional como efecto demostrativo para transferir procesos de manufactura de mayor complejidad, México comenzó a jugar un papel central en las estrategias de reestructuración de las armadoras americanas, asiáticas y alemanas tanto para disminuir costos variables, como para proveer del oxígeno financiero necesario para enfrentar la pérdida de sus mercados; vía el sobreprecio de los automóviles destinados al mercado interno.

Este rol se profundizaría en los próximos años cuando se consolide el país como plataforma de exportación y como mercado altamente consumidor de modelos importados de esas mismas compañías. Al final de esta fase de transición, las empresas armadoras habían reforzado su presencia en el mercado nacional y homologado sus prácticas tecnológicas y organizacionales, que el TLC termina por consolidar (Ramírez, 1997 y Sandoval, 2003).

Momento II. 1994 a la fecha

Desde mi punto de vista, la consolidación de una plataforma de exportación marca el inicio del momento evolutivo II del sector automotriz en México. Como se demostró, desde la fase de transición (mediados de los ochentas a mediados de los noventas) se fue gestando el auge exportador de finales de los noventa y primera década del 2000. A la par con el cambio en la estrategia de negocio de las ensambladoras, la política de apertura comercial (iniciada desde 1986 con la entrada de México al GATT y la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá en 1994) facilitaron la consolidación de una plataforma exportadora.

Las opciones de política hacia el sector (referida a los requisitos de contenido nacional, la introducción mayor de los insumos provenientes de las maquiladoras y las cuestiones relativas al balance presupuestal de divisas y restricciones al capital extranjero) fueron evolucionando hacia el aprovechamiento de las oportunidades derivadas de la firma de tratados de libre comercio. De este modo, a partir del 2004 los decretos automotrices, que como política gubernamental regulaban su actividad, dan paso a las reglas de origen regional (inscrito en los tratados comerciales), como único instrumento de política hacia la industria automotriz instalada en México (Mortimore y Barrón, 2005).

La devaluación del peso a fines de 1994 y el inicio de una nueva crisis económica aceleraron los planes de expansión de las automotrices en México, profundizando con ello la participación del país en las estrategias de negocio para disminuir costos variables; pero ahora sobre la base de una importante infraestructura societal, versada en la aplicación de nuevas formas de organización productiva y creada desde mediados de los ochenta.

En este escenario, a partir de 1995 se presentó un *boom* de nuevas instalaciones automotrices que abarcaron la construcción de plantas gemelas (líneas de fabricación con los mismos modelos en plantas de EUA y Canadá), y la consecución de proyectos para producir unidades hechas exclusivamente en México (NB, Sentra, PT, Aztec) (Véase Juárez, 2005). De este periodo datan las

plantas de Mercedes Benz y BMW en Toluca, Estado de México (1994 y 1995); Chrysler en Saltillo, Coahuila (1995); Scannia en San Luis Potosí (1995); Ford Chihuahua (1998), Navistar en Escobedo, Nuevo León (1998), General Motors en Silao, Guanajuato; Toluca, Estado de México (ambas en 1994) y San Luis Potosí (1997) (**Cuadro 4**).

Con el inicio del nuevo siglo y en medio de una crisis de confianza del consumidor estadounidense por los ataques terroristas del 11 de septiembre (1999-2003), inició operaciones Volvo en Tultitlán, Estado de México (2000); y ya en fase de recuperación (2004-2007), MCI en Hidalgo (2003); Toyota en Tijuana, Baja California (2004); General Motors y Scannia en San Luis Potosí (2007 y 2008 respectivamente), además de la ampliación productiva de los complejos de Chrysler localizados en Saltillo, Coahuila y Toluca, Estado de México (ambas en el 2007) (**Cuadro 4**).

En cuanto a la organización productiva, las investigaciones de Ramírez (1997) dieron cuenta del desarrollo de complejos flexibles bajo un esquema de buyer control, por oposición al modelo multidivisional que operó hasta antes de 1982 en la industria automotriz (citado en Sandoval, 2003:146). Lo cual implicó que, a la instalación de nuevas armadoras automotrices le siguiera la localización de un conjunto de empresas proveedoras o de prestación de servicios organizadas en torno de aquellas.

Así, con el paso del tiempo dichas regiones se fueron constituyendo en *clusters* que integraban proveedores de distinto nivel (1, 2 y 3) con instituciones de soporte. En esta fase, se consolidó la ubicación del sector en torno a cuatro ejes de industrialización: la zona tradicional de Detroit y las zonas de reciente industrialización del sureste de Estados Unidos, por un lado, y las zonas de norte y la centro-occidente de México, por otro. Cada uno de los cuales se fue construyendo siguiendo los siguientes patrones:

- 1) sobre la base de las capacidades productivas ya instaladas (como en el caso de Puebla, Monterrey o el corredor industrial de Toluca a la Cd, de México),

- 2) a partir de zonas totalmente nuevas como fue el caso de Hermosillo, Guanajuato y San Luis Potosí, y,
- 3) en el caso de las autopartes no vinculadas directamente con las ensambladoras localizadas en México, sobre la base de zonas nuevas de industrialización (Carrillo y García, 2009).¹⁰

La liberalización comercial también presionó la reconversión de plantas cuya producción era destinada al mercado interno. Aunque en un primer momento las inversiones se canalizaron a crear una nueva estructura productiva, el ensanchamiento del mercado creó la oportunidad de que las todas filiales desarrollaran capacidades de producir para la exportación (García, 1996). Así, con el paso del tiempo, se terminó con la dicotomía productiva observada durante la fase de transición entre plantas del norte y del centro occidente de México.

En este sentido, las inversiones se orientaron hacia el incremento de la capacidad exportadora de las regiones del norte y hacia la reconversión de sus instalaciones del centro. Prueba de ello es que, de los más de 17 mil millones de dólares que recibió el sector entre 1999 y 2009, las zonas tradicionales de producción automotriz concentraban el 51.9% (Distrito Federal, Puebla, Estado de México, Morelos); 32.9% los Estados Fronterizos del Norte, y el resto para zonas de reciente industrialización automotriz (Guanajuato, Querétaro, Jalisco, Aguascalientes y San Luis Potosí, principalmente). Estos datos, muestran la gran labor de reconversión que las armadoras iniciaron durante este periodo hacia plataformas de producción orientadas al mercado externo.¹¹

Lo anterior, facilitó la complementariedad productiva que desde entonces se ha observado entre las armadoras automotrices del país y sus filiales en otras

¹⁰ Aunque si miramos desde la óptica de las principales corporaciones multinacionales, destacan tres casos: VW en Puebla y Ford en Hermosillo con una organización satelital modular y Delphi en Ciudad Juárez, con una organización basada en el comercio y la cooperación intra-firma de maquiladoras (Carrillo, 2007; Juárez, Lara y Bueno, 2006).

¹¹ Sin embargo, aun cuando las armadoras destinaron mayormente sus recursos a reconvertir sus tradicionales centros de producción; para el 2003 Saltillo, Puebla y León eran las tres áreas metropolitanas más importantes, por encima del Valle de México, Monterrey y Toluca. El estudio de Valdez, 2007 también detalla que mientras todas las zonas automotrices tuvieron tasas positivas de crecimiento sólo el Valle de México fue la excepción.

partes del mundo, principalmente de autos compactos provenientes de Brasil y Argentina (Carrillo y García, 2009). Por lo que, durante esta fase se gestó un patrón territorial concentrado en las zonas establecidas a lo largo de la “zona de la banana” (**Mapa 1**), el cual, según Ornelas (2009) aglutinará el 62% de la capacidad instalada del sector automotriz para el 2012.

En cuanto a la especialización productiva del sector, durante los noventas y hasta mediados de la primera década de este siglo, las compañías norteamericanas se fueron especializando en modelos de exportación cada vez más grandes (SUVs, camionetas y minivans), y también en la producción vehículos de tamaño medio, muy a tono con la especialización que las armadoras americanas estaban experimentando en su propio mercado.

En este escenario, las filiales de las armadoras americanas ubicadas en México tenían el rol de complementar la producción de este tipo de modelos para el mercado estadounidense. Sin embargo, cuando cayó la demanda en su propio mercado (hacia el 2006) de estos vehículos, las ensambladoras regresaron a la producción de autos de mediano tamaño; demostrando así, el grado de flexibilidad que las filiales americanas en México habían alcanzado en la reconversión de procesos de manufactura. En paralelo, las empresas japonesas y alemanas se fueron especializando en la producción de autos compactos para los mercados de exportación, desechando paulatinamente las líneas que fabricaban los modelos más baratos (por ejemplo, el vocho que dejó de producirse en el 2003).

En el transcurso de este momento evolutivo y gracias a los procesos de aprendizaje organizacional, las nuevas filiales alcanzaron un escalamiento industrial basado en la eficientización de procesos manufactureros y el ensamble de vehículos y autopartes. Ello a un nivel tal que, según Mortimore y Barron, (2005:18), para el 2003 la calidad de algunas plantas automotrices en México ya había superado a sus plantas gemelas en Estados Unidos.

Por ejemplo, en términos de productividad el Harbour Report detallaba en su informe del 2008 que, la planta de Ford Hermosillo había comenzado a tener liderazgo en el segmento de carros compactos desde el 2006 y que las plantas de

Silao (GM) y Toluca (Chrysler) habían alcanzado el lugar quinto y sexto en aquel año en lo referente al área de estampado. El mismo reporte hacía mención de que, la planta de motores de Chrysler en Saltillo se ubicaba en el noveno lugar del top ten de plantas con mayor productividad en Norteamérica, por lo menos desde el 2007.

Un aspecto que los reportes de la Cepal y del Harbour Report destacaban es que a pesar de los bajos costos laborales en México, las plantas en esta región habían desarrollado un mayor grado de flexibilidad y alcanzado mejores niveles de calidad, aun cuando tuvieran un menor grado de automatización que sus pares en EUA y Canadá.

Como la literatura lo ha señalado, uno de los factores que ha hecho posible la competitividad del sector en México han sido los procesos de aprendizaje organizacional, producto de adaptaciones interactivas entre las prácticas locales de manufactura y las nuevas formas de organizar la producción y el trabajo. Por lo que, la modernización emprendida desde los corporativos en sus filiales mexicanas durante este periodo tuvo un carácter reflexivo (Sandoval, 2003). Hecho que, desde mi punto de vista, también pudiera ser observado como un proceso de hibridación dinámica en forma helicoidal, que refuncionaliza los elementos de las condiciones locales de manufactura con las nuevas formas de organización que impone la red corporativa global.

Lo anterior, en la medida de que la experiencia manufacturera con bajos niveles de producción se refuncionalizó en la nueva estrategia de flexibilidad con técnicas de control de calidad y un sistema de organización basado en los grupos del trabajo e incorporación de tecnologías automatizadas. Esta situación ha propiciado la transferencia sucesiva de nuevos productos (en diversidad y complejidad) desde las casas matrices a sus filiales automotrices en México, pero con exigencias permanentes de reducción de costos a lo largo de sus cadenas de suministro (Arteaga, 2005). Este proceso ha dotado a las plantas instaladas en México de capacidades diferenciadas para reconvertir procesos, respecto a las plantas de EUA y Canadá.

Por lo dicho hasta aquí, los eventos críticos para distinguir los momentos evolutivos del sector son: 1) la ocurrencia de procesos de aprendizaje organizacional de hibridación dinámica, como consecuencia de la aplicación de nuevas formas de organización productiva integradas con prácticas locales de manufactura, 2) las acciones productivas que las ensambladoras en México han tenido como respuesta a cada fase de crisis (**Cuadro 5**).

I.4 Patrones de Evolución Productiva

Los **Cuadros 3 y 6** resumen la trayectoria productiva del sector automotriz a nivel mundial y nacional, respectivamente. En dicho cuadros se explicitan las circunstancias que permearon su actividad y el tipo de respuestas implementadas por las empresas del sector. La reconstrucción histórica ha permitido, hasta el momento, delinear los mecanismos de cambio y continuidad a nivel sectorial, enlazando el rol que juega la filial automotriz en función de los elementos presentes en etapas previas, refuncionalizados con los nuevos en cada fase temporal.

El recorrido del sector hasta el 2009 muestra la trayectoria que ha resultado triunfadora del proceso evolutivo del sector. Sin embargo, existieron otras acciones productivas que al no ser exitosas no son evidentes en la trayectoria observada, pero que están detrás de su dinámica histórica. En este sentido, la pregunta a responder sería: ¿Cuáles fueron los ensayos que existieron para estabilizar el comportamiento del sector en nuevas fases de estabilidad (momentos de evolución)?

A nivel global, es necesario señalar que las respuestas que las armadoras han tenido ante cada fase de crisis implican una tensión continua entre las acciones estandarizadas que todas se ven obligadas a tomar, por la influencia que ejercen sus competidores, y las acciones diferenciadoras, debido a procesos de ajuste entre las medidas isomórficas de carácter tecnoorganizacional y las circunstancias específicas bajo las cuales opera cada una de las compañías. Son estas acciones diferenciadoras las que los agentes tratan de imponer al resto con el objetivo de obtener una ventaja competitiva en caso de que triunfen y que, bajo otras

circunstancias críticas, pudieran resultar atractivas para dinamizar la estrategia de ganancia del sector.

El **cuadro 7** es un intento para dar cuenta de las acciones que se fueron refuncionalizando conforme las crisis del sector se fueron presentando. El caso más emblemático es el de la forma organizacional de las armadoras japonesas que, hasta los shocks petroleros de los setentas, ni siquiera era considerada como una ventaja competitiva. El sendero evolutivo japonés se desarrolló en un contexto de posguerra con una industria automotriz importadora de la organización prevaleciente en Estados Unidos; cuyo mercado marcaba la pauta de producción en términos del tipo de autos producidos y el comportamiento del consumidor.

Cuando sobreviene el súbito aumento de los precios del petróleo, el tipo de auto y la forma organizacional japonesa cobra sentido. Ello en la medida de que permite la conquista del mercado estadounidense y la generación de ganancias extraordinarias (respecto a lo que era el desempeño del sector en ese momento).

En paralelo, las empresas de EUA ensayaron algunas acciones antes de aceptar la hegemonía del modelo japonés. Como se documentó en la primera sección, lo primero fue automatizar sus procesos mediante la introducción de máquinas de control numérico y ensamble, al tiempo de iniciar la eficientización de procesos de manufactura e inversiones en investigación para el lanzamiento de modelos compactos de mayor eficiencia energética. Algunas, como Ford, incluso adquirieron acciones de una empresa japonesa (Mazda).

Pero, ¿por qué estas acciones no fueron suficientes para proponer un modelo productivo que compitiera con el japonés? ¿por qué estos ensayos tuvieron un éxito limitado para encontrar una nueva fase de crecimiento?. Una primera inferencia fue el tiempo que tardó en llegar la reacción de las armadoras americanas a las nuevas circunstancias. Para cuando éstas habían logrado reconvertir sus productos hacia autos con motores de bajo cilindraje, las armadoras japonesas ya se había posicionado en el mercado y la pérdida de éste para las americanas era irreversible.

Como se mostró, bajo estas circunstancias el resto de las armadoras del mundo decidieron adoptar una versión estilizada del modelo japonés con el objetivo de asirse de una plataforma de competencia para enfrentarlas, incluso cuando aquel estaba siendo transformado por las contradicciones laborales que estaba generando en su país de origen.

Sin embargo, aunque su adopción implicó el establecimiento de principios homogéneos, el tiempo de ajuste entre las prácticas de manufactura estadounidense y las japonesas en su versión estilizada generó una hibridación diferenciada. Por lo que los resultados no fueron, necesariamente, los esperados. Así, cuando aparece una nueva fase depresiva, a finales de los ochenta, lo que se tiene es un conjunto de estrategias diferenciadas que aun cuando comparten los mismos principios de producción, son resultado de heterogeneidades específicas.

Después de la crisis de los noventa, la hegemonía del modelo japonés es cuestionada debido al ciclo depresivo en que había caído su propia economía. En contextos menos restrictivos, respecto al precio del combustible y en una economía que experimentaba un boom por las políticas de liberalización financiera, la preocupación por eficientizar procesos en las armadoras americanas pasó a segundo término. Paradójicamente, su principal fuente de ganancia empezó a depender crecientemente del mercado financiero para posicionar la producción de autos grandes y medianos. Prácticamente se abandonó el desarrollo de vehículos compactos con fuente de energía alternativa al petróleo.

La practica isomórfica que atrapó al resto de las armadoras (dirigida por las americanas para estabilizar el sector en una nueva fase de crecimiento), fue la dependencia cada vez mayor del crédito para valorizar sus ventas. Estrategia que tenía sentido porque permitía dar salida a la amplia capacidad instalada que se había creado por las inversiones en capital fijo realizadas desde mediados de los ochenta.

Sin embargo, el ensayo de la automatización, que no había tenido éxito inmediato en su momento, agrega una presión adicional al desempeño competitivo del sector, por las economías de escala ascendentes que necesitaba para seguir

valorizándose. Por ello, si no consideramos la gran presión por amortizar las inversiones de una industria intensiva en capital, no se podría entender la gran tentación por asegurar las ventas de corto plazo, aun acosta de su dependencia en mercados financieros volátiles. Si a ello le agregamos las crecientes compensaciones laborales (ahorro para el retiro, prestaciones medicas, etc), que ya para entonces comenzaban a reducir en mayor o menor grado los márgenes de ganancia de todas las armadoras; tenemos un sector a punto de estallar por sus mismas condiciones estructurales, que la crisis de los mercados financieros a finales del 2008 vino a precipitar.

Así, la última crisis del sector, a diferencia de las anteriores, no tan solo proviene de las economías desarrolladas (antes habían comenzado en mercado emergentes), sino que también coincide con una gran crisis estructural respecto a la forma en que viene operando el sector automotriz. Por ello, pienso que nos encontramos en un punto de inestabilidad tan grande, que ninguna medida de las que se habían ensayado antes para superar las crisis anteriores tendrá los resultados esperados. Por esta razón que, actualmente, existe una plétora de respuestas sin que se vislumbre, en el corto plazo, la que resultara exitosa para posicionar al sector en una nueva fase de crecimiento. Creo que, desde el 2008 se vive el preludio de una nueva fase evolutiva del sector que revolucionara la estructura tecnoorganizacional hacia la producción de autos con fuentes alternativas de energía.

Este es el trasfondo de las acciones de innovación ambiental que analizaré en esta tesis doctoral.

**Cuadro 1. Principales indicadores de la Industria Automotriz en México
Según Periodo de Industrialización**

	Promedio Anual						
	1978-1982	1983-1987	1988-1994	1995-2000	2001-2005	2008	2009 (enero-julio)
	Ind. Por Sustitución de Importaciones	Transición: Promoción de Exportaciones	TLCAN (en progreso)	TLCAN (implementa ción completa)	Inicio Crisis	Crisis	
Producción (000)	478	352	872	1,280	1,647	2,100	711
Domestica (000)	458	295	518	322	415	414	134.8
Exportaciones (000)	20	56	353	958	1,232	1,661	576.5
% Autos (del total de la producción)	62.5	67.1	75	67.1	59.5	66	70.6
% Camiones (del total de la producción)	38	33.4	25	32.9	40.5	34	29.4
% Importaciones (del total de producción mercado domestico)	0	0	2.8	30.4	75.8	139.7	176.9
Radio de exportación	4.1	16	40.5	74.8	76.2	79.1	80.9
% de Exportación a NAFTA	nd	nd	nd	nd	95,6	84.8	79.5
Participación de "Las Tres Grandes Americanas"	48.1	55.5	62.2	65.1	59.8	55.4	47.2%

Fuente: Elaboración de los autores con datos de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA).

Cuadro 2. Producción Mundial de Vehículos 2000 - 2009
(Miles de Unidades)

	País	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	Japón	9,777	10,257	10,286	10,286	10,800	11,596	11,484	11,564
2	China	2,334	3,287	4,444	4,444	5,707	8,882	7,278	9,323
3	Estados Unidos	11,425	12,280	12,078	12,078	11,947	10,781	11,292	8,705
4	Alemania	5,692	5,469	5,507	5,507	5,758	6,213	5,820	6,041
5	Corea	2,946	3,148	3,178	3,178	3,699	4,086	3,840	3,807
6	Brasil	1,817	1,792	1,827	2,210	2,528	2,971	2,611	3,220
7	Francia	3,628	3,702	3,620	3,620	3,549	3,019	3,169	2,568
8	España	2,850	2,855	3,030	3,030	2,752	2,890	2,777	2,542
9	India	815	895	1,161	1,511	1,642	2,307	2,016	2,315
10	México	1,841	1,805	1,586	1,507	1,646	1,979	2,022	2,191
11	Canadá	2,533	2,629	2,546	2,546	2,688	2,578	2,571	2,078
12	Rusia	1,251	1,220	1,280	1,388	1,354	1,660	1,503	1,790
13	Reino Unido	1,685	1,823	1,846	1,856	1,803	1,750	1,650	1,649
14	Italia	1,580	1,427	1,322	1,142	1,038	1,284	1,211	1,024
15	Bélgica	1,187	1,057	904	881	895	844	918	761
	SubTotal	51,361	53,646	54,615	55,184	57,806	62,840	60,162	59,578
	Otros países	4,943	5,408	5,983	5,658	8,638	6,494	13,028	10,614
	TOTAL	56,304	59,054	60,598	60,842	66,444	69,334	73,190	70,192

Fuente: International Organization of Automotive Construction, Press Bulletin a partir de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA).

Cuadro 3. Tipología de Respuestas de las principales armadoras según nacionalidad ante crisis de los últimos 30 años

Periodos de Crisis	Tipo de Respuesta		
	Norteamericanas	Japonesas	Alemanas
Entorno	Crisis Petrolera		
1973 y 1979	<ul style="list-style-type: none"> • Reconversión Tecnológica • Automatización y desarrollo de motores de bajo cilindraje • Volumen y diversidad con plataformas globales 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de fabricas en EUA • Acuerdos de cooperación con pares de EUA 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de técnicas del modelo japonés de producción • Concentración en su propio mercado
Entorno	Crisis Petrolera y liberalización financiera	Costos de la reunificación alemana	Crisis en el sistema bancario
1989 a 1990	<ul style="list-style-type: none"> • Financiación de sus utilidades • Especialización en SUV's y autos de mediano tamaño • Expansión hacia mercados emergentes de China, India y Brasil 	<ul style="list-style-type: none"> • Asociación con Europeos y Estadounidenses • Reforma en las relaciones laborales en su sistema de producción • Reducción de su cadena de proveeduría • Expansión hacia mercados emergentes de Brasil, Rusia, India y China (BRIC's) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de Costos mediante la estandarización de procedimientos • Técnicas de ensamble modular • Aplicación selectiva del modelo japonés estilizado • Expansión hacia mercados emergentes de Brasil, Rusia, India y China (BRIC's)
	Fiebre de iniciativas para desarrollar manufactura modular		
Entorno	Ataques Terroristas del 11/09		
	Dependencia en el financiamiento para valorizar sus ventas		
2000 a 2003	Concentración en su propio mercado de autos SUV's, pick up, camionetas y vehículos medianos	Consolidación en Mercados BRIC's Desarrollo de Autos Híbridos Profunda Especialización en modelos de autos compactos	
	Desarrollo de plataformas comunes de producción		
Entorno	Crisis Financiera y Precios elevados de hidrocarburos		
2008-2009	Búsqueda de asociaciones con armadoras débiles para adquirir plataformas de prodn para vehículos compactos Expansión de operaciones hacia BRIC	Desarrollo de Autos Híbridos	
	Desarrollo de Autos Híbridos Reducción de Costos Operativos (cierre de fabricas, renegociación con sindicato, paros técnicos)		

Fuente: García Jiménez (2010).

Cuadro 4. Localización de las Armadoras Automotrices en México y Número de Proveedores Relacionados

	Momento I. Sustitución de Importaciones		Transición: Promoción de Exportaciones		Momento II: Liberalización Comercial			
	1959	1962-5	1980-84	1986-91	1994-99	2000-02	2003-05	2007-08
<p>Noroeste</p> <p><i>Densidad de Proveedores (2008)</i> Nivel 1, 73 plantas Nivel 2 y 3, 96 plantas</p>	<p>Kenworth: 1959 Mexicali, Baja California Camiones pesados</p>		<p>Ford:1983 Chihuahua, Motores</p>	<p>Ford: 1986 Hermosillo, Autos</p>	<p>Ford: 1998 Chihuahua, Chihuahua, Motores</p>	<p>Toyota: 2002 Tijuana, Baja California, Pick Up Truck</p>		
<p>Noreste</p> <p><i>Densidad de Proveedores (2008)</i> Nivel 1, 54 plantas Nivel 2 y 3, 186 plantas</p>			<p>GM: 1981 Ramos Arizpe, Coahuila, Paneles y Motores Chrysler: 1981 y 1983 Motores y Autos.Ramos Arizpe, Coah</p> <p>Renault:1984 Gómez Palacio, Motores</p>	<p>MB: 1991 Garcia, Nuevo León, Camiones Chrysler: 1995/2007 Saltillo, Coahuila, Pick Up Truck</p>	<p>Navistar: 1998 Escobedo, Nuevo León, Camiones pesados. Chrysler: 1995 Saltillo, Coahuila Pick ups</p>		<p>Chrysler:2005 Saltillo, Coah. SUVs</p>	

	Momento I: Sustitución de Importaciones		Transición: Promoción de Exportaciones		Momento II: Liberalización Comercial			
	1959	1962-65	1980-84	1986-91	1994-99	2000-02	2003-04	2007-08
<p>Bajío</p> <p><i>Densidad de Proveedores (2008)</i></p> <p>Nivel 1, 98 plantas</p> <p>Nivel 2 y 3, 244 plantas</p>			<p>Cummins: 1980</p> <p>San Luis Potosi, SLP, Motores.</p>	<p>Honda: 1988</p> <p>El Salto, Jalisco, autos ACCORD Y CRV</p>	<p>GM: 1994 y 1997</p> <p>Silao, Guanajuato; San Luis Potosi, autos y estampado</p> <p>Scania: 1995</p> <p>San Luis Potosí, SLP, Camiones</p>	<p>GM: 2002</p> <p>Silao, Guanajuato Motores</p>		<p>GM: 2007 y 2008</p> <p>San Luis Potosi y Cd. Sahagún autos</p> <p>Scania: 2008</p> <p>San Luis Potosi, SLP, Camiones</p>
<p>Centro Cluster 1</p> <p><i>Densidad de Proveedores (2008)</i></p> <p>Nivel 1, 40 plantas</p> <p>Nivel 2 y 3, 388 plantas</p>		<p>Ford: 1962</p> <p>Cuautitlán, Herramientas de Precision</p> <p>Chrysler: 1968/2007</p> <p>Toluca, Autos</p> <p>Nissan: 1966</p> <p>CIVAC. Autos</p>		<p>Chrysler: 1985</p> <p>Toluca, Edo. De México. Autos</p> <p>Nissan:1983</p> <p>Toluca Motores</p> <p>Nissan:1984</p> <p>Aguascalientes Transejes</p>	<p>GM: 1994</p> <p>Toluca, Trucks</p> <p>BMW: 1994</p> <p>Mercedes Benz:1995</p> <p>Toluca, Autos</p>	<p>Volvo: 2000</p> <p>Tutitlan, Trucks</p>	<p>MCI: 2003</p> <p>Hidalgo, Buses & Chassis</p>	
<p>Centro Cluster 2</p> <p><i>Densidad de Proveedores (2008)</i></p> <p>Nivel 1, 17 planta.</p> <p>Nivel 2 y 3, 193 plantas</p>		<p>VW: 1965</p> <p>Puebla, Autos y Motores</p>		<p>VW: 1980/1987</p> <p>Puebla Motores</p>	<p>VW:1992</p> <p>Autos Compactos</p>			

Fuente: Elaborado propia según registros de la INA, AMIA y NAI Mexico Commercial Real State State Services, Worldwide

Cuadro 5. Evolución de las acciones productivas de las empresas ensambladoras instaladas en México

Acción Productiva	Momento I	Momento de Transición	Momento II
Formas de Aprendizaje Organizacional	Adaptación Estática	Hibridación Dinámica	
Política de Gobierno	Restrictiva en cuanto a requisitos de contenido nacional, al balance presupuestal de divisas y al capital extranjero	Dual, de protección al mercado interno, pero con impulso a la promoción de exportaciones	Liberalización comercial y financiera
Tendencia productiva	Economías de escala ineficientes y ajuste a pequeños lotes de producción de varios modelos en una sola fabrica	Economías de escala ascendentes con variabilidad de modelos en nuevas plantas	Economías de escala ascendentes, con flexibilidad para reconversión plataformas de producción
Fuente de Ganancia	Sobreprecio en mercado interno protegido	Sobreprecio, aprovechamiento de economías de escala de proveedores nacionales y ganancias por exportación	Sobreprecio y eficientización de procesos de manufactura orientados a la exportación
Tipo de Tecnología Traslada	Obsoleta, operando con niveles de ineficiencia por limites en economías de escala	Automatización creciente en nuevas plantas del norte de México, con procesos obsoletos en plantas del centro	Expansión de tecnología de punta a todas las plantas instaladas en México
Orientación de la inversión	Desarrollo de proveedores locales	Instalación de nuevas plantas en el norte de México	Reconversión productiva de las plantas del centro de México
Tipos de modelos producidos	Entre 2 a 4 por ensambladora	Motores de bajo y mediano cilindraje. Producción de modelos producidos en plantas gemelas de EUA y Canadá	Producción de modelos de producción exclusiva en México. Inicio de producción de autos híbridos.
Atención al mercado doméstico	Total	Parcial	Mínima, complementando la demanda del mercado con importaciones de otras filiales en Sudamérica y sus países de origen

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 6. Trayectoria Productiva del Sector Automotriz en México según Momentos de Evolución

FASES DE EVOLUCIÓN PRODUCTIVA		MOMENTO I	TRANSICION			MOMENTO II		
AÑOS		1973-1979	1981-1985	1985 a 1990	1990-1993	1994-2000	2000-2004	2005-2008
Condiciones Económicas	Shock Petroleros							
	Recesión Económica por crisis financiera (1982)							
	Shock Petrolero y Crisis Financiera (1986-1988)							
	Liberalización Paulatina: Decretos Automotrices (1983 y 1989)							
	Tratado de Libre Comercio (Reglas de Origen, 1994)							
	Crisis financiera (1995)							

	FASES DE EVOLUCIÓN	MOMENTO I	TRANSICIÓN			MOMENTO II		
	AÑOS	1973-1979	1981-1985	1985-1990	1990-1993	1994-2000	2000-2004	2005-2008
Características Operativas del Sector	Economías de Escala Crecientes							
	Variabilidad en la producción de modelos							
	Eficiencia Productiva Clase Mundial							
	Desconcentración Geográfica							
Respuestas Genéricas de Empresas	Especialización productiva en el maquinado y ensamble de motores							
	Especialización productiva en segmentos del mercado exterior de automóviles							
	Automatización y Máquinas de Control Numérico							
	Nuevas Formas de Organización del Trabajo							
	Flexibilidad Productiva: Volumen y Diversidad							
	Proveeduría Modular							

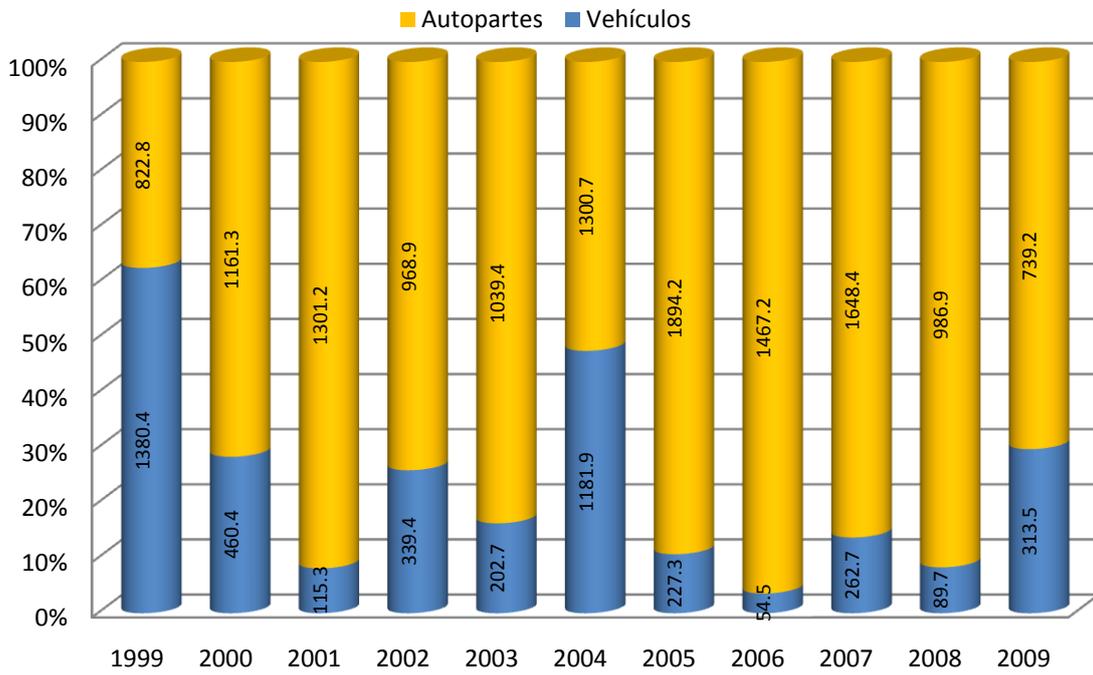
Fuente: Elaboración Propia con base en Carrillo, 1993; Ramírez, 1997; Contreras y Carrillo, 2003; Arteaga, 2003 y Sandoval, 2003.

Cuadro 7. Acciones Refuncionalizadas según Momento de Crisis

	Acciones previas	Momentos de Crisis	Acciones Previas Refuncionalizadas	Momentos de Crisis	Acciones Previas Refuncionalizadas	Momentos de Crisis	Acciones Previas Refuncionalizadas
	Hasta antes de los 70's		1981 a 1989		1993 a 2003		1993 a 2003
Americanas	Producción de autos grandes en masa, sin mejora continua en eficientización de procesos y productos, centrados en su propio mercado	Crisis 1973 y 1979	Proceso de Isomorfismo del modelo japonés de producción Procesos de hibridación con resultados contradictorios con modelo original	Crisis de 1989 a 1990	Producción de autos grandes (SUV), medianos y de lujo sobre plataformas comunes Enfocadas más en servicios financieros que en eficientización de procesos	Crisis de 2008 a 2009	Reconversión Tecnológica hacia autos híbridos y eléctricos
Japonesas	Producción de autos pequeños con mejora continua en la eficientización procesos y productos, con expansión de mercados		Reforma de su modelo por generación excesiva de estrés y ausentismo laboral		Segunda Reforma a su modelo de producción Producción localizada globalmente Producción de Híbridos		
Alemanas	Producción de autos populares en masa, centrados en su propio mercado		Proceso de Isomorfismo del modelo japonés de producción Procesos de hibridación con resultados positivos, amalgamados		Adaptación del modelo japonés en un nuevo sistema de manufactura Producción de híbridos		

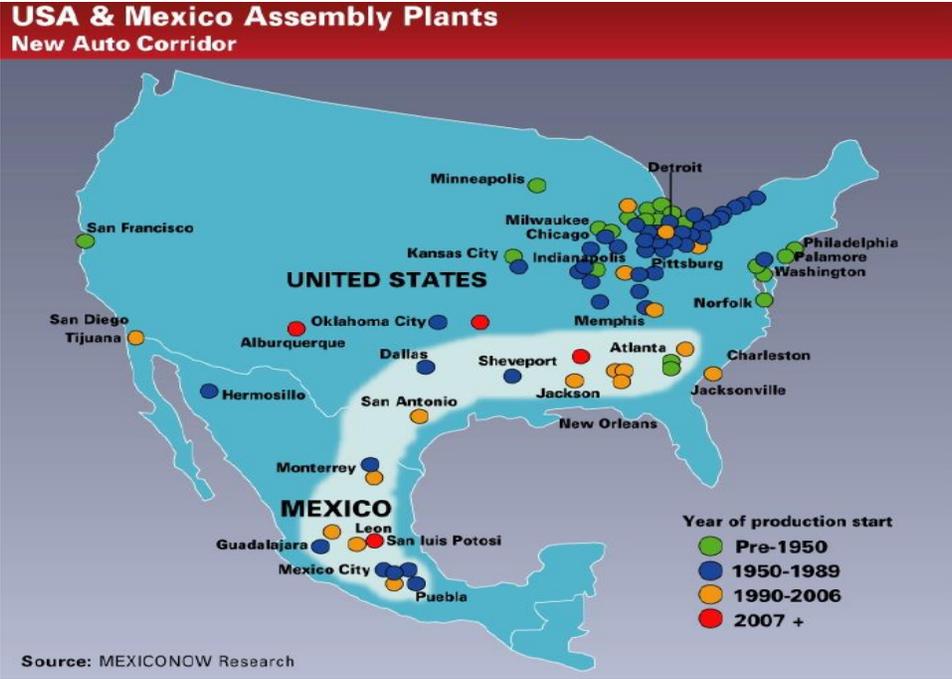
Fuente: García Jiménez, 2010

**Gráfica 1. Inversión Extranjera Directa en el Sector Automotriz:
1999-2009**



Fuente: Registro Nacional de Inversión Extranjera Directa. Secretaría de Economía . Cifras en Miles de Dólares.

Mapa 1. Nuevo Corredor Industrial Automotriz en la región del Tratado de Libre Comercio de América del Norte



Capítulo II

Sociología Económica de la Innovación Ambiental

II.1 Estado del Arte

Las nociones del medio ambiente han dejado de ser conceptos exclusivos de las ciencias naturales para incorporarse a la terminología del funcionamiento económico y la explicación sociológica. El acelerado deterioro de los recursos naturales, el cambio climático y el creciente deterioro del paisaje urbano, son algunos elementos que justifican la incorporación de la variable ambiental en la toma de decisiones de los agentes económicos.

Este proceso ha tenido como telón de fondo el reconocimiento de la comunidad mundial sobre el deterioro ambiental generado por la dinámica de crecimiento. Así, a nivel macroeconómico se plantea un conflicto entre la necesidad de incrementar los niveles del Producto Interno Bruto, en el corto plazo, y la protección ambiental en el largo plazo; mientras que a nivel microeconómico los dilemas se reflejan en el aumento de costos de operación por la introducción del medio ambiente al ámbito productivo. En ambas dimensiones, la discusión ha derivado en una aparente contradicción entre elevar los niveles de competitividad o mejorar el desempeño ambiental de las empresas (Jaffe, 1995; Hart, 1997).

En este escenario, la protección de medio ambiente ha sido considerada como una variable externa que afecta los estándares de productividad. La necesidad de internalizar sus costos o transferirlos ha propugnado por el diseño de instrumentos económicos y la aplicación de medidas de comando y control desde la regulación ambiental (Jaffe, 1995; Galindo, 2000; Muñoz, 2004). Sin embargo, este enfoque se ha ido modificando ya que, si bien el gasto ambiental sigue siendo una variable adicional a los gastos normales de una empresa, los hallazgos empíricos de los últimos 10 años han ido mostrando que los procesos de aprendizaje cuando se orientan a la solución de

problemas ambientales hacen posible que el gasto ambiental sea considerado como una inversión (Domínguez, 2005; García Jiménez, 1999; 2002; Kopinak y Guzmán García, 2005) .

De tal manera que, problemáticas relacionadas con: a) los efectos ambientales de los procesos de reestructuración industrial (Huiskamp; 2001; Stromberg, 2005); b) el impacto ambiental de la apertura comercial (Gallagher, 2000; Jenkins, 2003; Mumme, 1999) y c) la innovación orientada hacia el control de la contaminación (Brunnermeier, et al. 2003; Cleff y Rennings, 1999; Frondel, et al., 2008; Horbach, 2008; Huber, 2008; Mazzanti y Zoboli, 2006); han convergido en vincular al daño ambiental como una externalidad asociada con procesos de ineficiencia productiva.

En este contexto, desde mediados de la década de los noventas se ha ido generando una línea investigación que estudia la naturaleza de las innovaciones ambientales, sus determinantes explicativos (drivers) y los impactos ambientales de su ocurrencia. Aunque esta vertiente analítica ha permitido identificar los vínculos causales asociados con la ocurrencia de innovaciones ambientales, ha surgido la necesidad de realizar estudios de corte longitudinal que analicen las sinergias y obstáculos que enfrentan las empresas cuando introducen medidas de protección ambiental. Dicha necesidad se ha gestado ante la naturaleza cambiante de los vínculos causales encontrados, donde una variable explicativa que en un estudio emerge como un determinante explicativo de innovaciones ambientales, en otros es un obstáculo.¹²

En el sector automotriz, diversas investigaciones están generando estudios de corte transversal y longitudinal que analizan las sinergias y obstáculos que enfrentan las empresas automotrices (tanto a nivel de planta como a nivel sectorial) para generar innovaciones ambientales. La preocupación central de este conjunto de estudios gira en torno a si la industria automotriz está gestando un nuevo paradigma de reconversión energética de productos, o bien, si es la misma evolución de sus prácticas

¹² Por ejemplo, en un momento dado el cumplimiento de la normatividad es una variable determinante para mejorar el desempeño ambiental, pero una vez establecido un sistema de gestión ambiental en una empresa puede que aquella se convierta en un obstáculo ante la rigidez estructural generada por su aplicación.

y estrategias de racionalización, inscritas en su régimen tecnológico, lo que está generando la incorporación de innovaciones ambientales en el diseño y manufactura del automóvil (Wenkel y Warnke, 2003; Oltra y Saint Jean, 2009; Gerpisa, 2009; Orsato y Wells, 2007).

En ambos planteamientos, la naturaleza de las innovaciones ambientales se concibe a partir de sus principales interdependencias tecnológicas que, según Orsato y Wells (2007), giran en torno a: 1) los procesos relacionados con la manufactura del acero, 2) la ingeniería asociada a la construcción de motores combustión interna y 3) el diseño y construcción de autos multifuncionales.

Siguiendo un enfoque relacionado con el ciclo de vida del automóvil, los estudios sobre innovación ambiental del sector han seguido las siguientes vertientes:

1. investigaciones que estudian la construcción de nuevos diseños conceptuales del producto, centrados en la selección de materiales alternativos (magnesio, aluminio, acero, etc.) incorporados al diseño (Tharumarajah y Koltun, 2007)
2. estudios sobre el desarrollo de nuevas tecnologías de trenes de transmisión, enfocados a la eficientización de motores de combustión interna (internal combustion engines), la aplicación de motores eléctricos y el desarrollo de Fuel Cell Vehicles (FCV) (van den Hoed, 2007; Nieuwenhuis y Wells, 2007);
3. estudios que introducen la protección ambiental a lo largo de su cadena de valor (Zhu, Sharkis y Lai, 2007; Koplín, Seuring y Mesterhram, 2007; Gernucks, Buchgeister y Schebek, 2007);
4. investigaciones que indagan sobre los beneficios reales que tiene el uso de vehículo con mayor eficiencia energética, sean éstos de motores de combustión interna tradicional, híbridos, eléctricos ó de FCV (Haan, Peter y Scholz, 2007; Lane y Potter, 2007);
5. estudios realizados para mejorar el diseño de sistemas de tráfico e infraestructura vehicular que permitan optimizar el funcionamiento de los

vehículos, en un horizonte de mayor eficiencia energética del producto (Vergragt y Brown, 2007), y, por último,

6. investigaciones relacionadas con el uso del automóvil al final de su vida útil, donde los conceptos de reciclaje y re-manufactura forman parte de la literatura que analiza su ocurrencia (Seitz, 2007; Duval y MacLean, 2007; Subramoniam, Huisingh y Chinnam, 2009).

Como podemos observar, el conjunto de investigaciones están centradas más en el diseño, que en los procesos de manufactura del automóvil; mientras que las investigaciones genéricas sobre innovación ambiental están más enfocadas en calibrar los vínculos causales que determinan su ocurrencia, en aras del diseño de políticas públicas que permitan apuntalar su desarrollo.

En este contexto, se hace necesaria una explicación mecanística que dé cuenta del fenómeno societal implícito en las regularidades empíricas observadas por la literatura. Específicamente, en lo relacionado con los mecanismos sociales inscritos en la formación de competencias ambientales en la manufactura del automóvil.

Bajo esta tesitura, la tesis tiene el objetivo general de analizar los mecanismos que relacionan la construcción de competencias y los procesos de aprendizaje con la ocurrencia de acciones de innovación ambiental (AIA), durante la manufactura del automóvil. Ello a partir de la consecución de los siguientes objetivos específicos: a) Estudiar el tipo de competencias ambientales en relación con el entorno formal de la empresa, b) Analizar el tipo de innovaciones tecnológicas que tienen un impacto significativo en el medio ambiente y la competitividad y, c) Estudiar las relaciones de cooperación ambiental entre la empresa de ensamble final y su red de proveedores.

A nivel nacional, la investigación cobra especial interés si se considera que la literatura sobre la transformación productiva del sector en México, no ha considerado los procesos de aprendizaje ambiental como parte de su senda evolutiva. En el plano internacional, el estudio intenta cubrir un vacío en lo que se refiere a la innovación

ambiental ocurrida durante la manufactura del producto; dada en condiciones limitadas debido a las restricciones tecnológicas y organizacionales que impone el ciclo industrial (de procesos estandarizados), bajo el cual opera la industria automotriz en México.

Por último, esta investigación se produce en un momento de crisis económica para el sector, donde a la reestructuración basada en la racionalización productiva, la generación de economías de escala y la diversificación en mercados segmentados, se agrega la innovación ambiental se agrega como parte de una estrategia asociada con la reducción de costos y el incremento de su competitividad.¹³

II.2 Convergencia de las Acciones ambientales en la Trayectoria Automotriz

Como se mostró en el capítulo 1, la transformación productiva del sector automotriz en México propició que el funcionamiento de las filiales (americanas, asiáticas y alemanas) fueran ganando un papel cada vez más preponderante en la estrategia global de sus corporativos; cumpliendo un doble papel como unidades eficientizadoras de costos y como garantes de oxígeno financiero para enfrentar la pérdida de sus principales mercados.

En este escenario, desde mediados finales de los ochentas, las acciones de innovación ambiental comienzan a tener un lugar dentro del funcionamiento de las empresas del sector. Según García (1999), durante ese periodo, se comienzan a observar acciones ambientales que van desde la creación de departamentos especializados hasta la implementación de medidas de monitoreo y control de residuos, aunque con el objetivo expreso de alinear su cumplimiento normativo.

¹³ Desde finales de los setentas, se han sucedido diversas estrategias para apuntalar el crecimiento estable del sector. Con diferentes matices, las armadoras han seguido una o la combinación de varias de las siguientes estrategias: a) desconcentración geográfica, b) racionalización productiva y reducción de costos operativos, que ha implicado la adopción generalizada de formas de organización del trabajo asociadas al modelo japonés; c) generación de economías de escala y diversificación combinada con segmentación de mercados, d) concentración de la producción, y e) un tímido desdoblamiento de las actividades intensivas en conocimiento desde los países tradicionales hacia economías de costos decrecientes en mano de obra calificada.

Ello ante la ola de críticas que recibió el sector por la aplicación de mayores regulaciones ambientales y para contrarrestar la crítica de grupos contrarios al TLC; quienes advertían de una migración potencial de empresas contaminantes hacia México por la existencia de un entorno de debilidad institucional; con la consecuente pérdida de empleos en Estados Unidos y Canadá.

Por otro parte, el hecho de que las empresas filiales funcionaran bajo un esquema donde el corporativo proyecta las características del producto y éstas se responsabilizaban de efficientizar la manufactura (con el presupuesto anual asignado por aquel), las acciones ambientales de las empresas comenzaron a operar dentro de la estrategia que éstas tenían como unidades de costo; vía incrementos en la calidad y productividad de sus actividades.

García-Jiménez documentó en el 2002 que las filiales transnacionales al orientarse en actividades de proceso (búsqueda de materias primas de menores costos, adaptaciones parciales al producto para ajustarlo a condiciones locales y, aplicación de formas de organización del trabajo) generaban mecanismos de aprendizaje orientados a la protección ambiental en una escala que, en principio, se canalizaba al cumplimiento normativo; pero que, al combinarse con formas específicas de organización del trabajo (sistemas de gestión de calidad y medio ambiente) provocaba que el medio ambiente fuera considerado como una inversión, más que como un gasto necesario.

Domínguez (2006), por su parte, mostró que a medida que las empresas automotrices invertían en acrecentar sus capacidades tecnológicas y las orientaban a solucionar problemas ambientales, les era posible contrarrestar el gasto ambiental como un ahorro en costo. De tal forma que, incluso, encontraba una relación positiva entre la productividad industrial y el gasto en medio ambiente.

No obstante las diferencias metodológicas de ambas investigaciones, éstas muestran que las acciones ambientales se fueron integrando a las estrategias de racionalización de procesos, por lo menos, desde finales de los ochentas.

Con los ataques terroristas del 11 de septiembre, se gesta la tercera crisis del sector (2008-2009), caracterizada por el colapso de los mercados financieros (en el segundo semestre del 2008), y una caída sin precedentes en la demanda de todas las armadoras del mundo (Begley, et al, 2009). Situación que, como vimos en el capítulo anterior, terminó por exacerbar los problemas operativos que ya venía arrastrando el sector (altos costos laborales, dependencia de modelos de baja eficiencia energética, sobrecapacidad instalada, economías de escala crecientes para sostener inversiones en capital, etc.)

En esta coyuntura, desde mediados del 2008 y hasta diciembre del 2009, las empresas del sector en México comenzaron a tomar medidas para disminuir sus costos operativos. La estrategia defensiva consistió en la reducción tanto de costos fijos (reducción de inventarios, volúmenes de producción, jornada laboral y paros técnicos) como de costos variables (reducción de trabajadores eventuales y no calificados, disminución de salarios durante los paros técnicos y, en ocasiones, del porcentaje de prestaciones laborales). Razón por la cual, las empresas están realizando esfuerzos importantes en el mejoramiento de procesos de manufactura, como medida central para responder a la caída de sus ventas.

En esta coyuntura, las acciones ambientales están convergiendo con la mejora de procesos debido al objetivo deliberado por reducir desperdicios, considerados éstos como producto de un uso ineficiente que genera costos adicionales de operatividad.¹⁴ De tal manera que, con esta crisis comienza a permear la percepción de que la protección ambiental se considerada como una oportunidad real de negocio para eficientizar el desempeño operativo y elevar la competitividad del sector.

En síntesis, dado que el sector automotriz empezó a jugar un papel importante en la estrategia global de las armadoras instaladas en el país (mediante la creación de una plataforma de exportación de vehículos hacia Estados Unidos), la implementación de

¹⁴ Como se mostrará en el capítulo 5, en paralelo a los procesos de manufactura también se están desarrollando investigaciones en el diseño automotriz, como fórmula para disminuir costos ambientales desde su concepción.

actividades de innovación ambiental se han ido constituyendo, paulatinamente, como parte de sus estrategias de eficientización de procesos de manufactura. En principio, para contener las críticas relacionadas con la emigración de procesos sucios hacia México por la firma del TLC, (fase de cumplimiento normativo), y después, para integrar la gestión ambiental en sus sistemas de calidad y diferenciación de producto (García-Jiménez, 2010).

Finalmente, debido a que la transformación del sector no ha ocurrido en forma endógena; sino que ha sido producto de la transferencia de funciones y requerimientos productivos, acorde con una estrategia corporativa de crecimiento (Arteaga, 2005), los procesos de aprendizaje para adaptar el funcionamiento del sector han generado competencias ambientales que han obedecido a requerimientos específicos del sector. En este sentido, se requiere documentar su naturaleza para estar en mejores condiciones de promover una política pública que potencialice las competencias ambientales alcanzadas durante su evolución y que apuntale su competitividad.

II.3 Prolegómenos del Debate: Arquitectura de la acción ambiental como objeto de estudio

Definiciones Básicas

Dada la naturaleza de las acciones ambientales observadas en el sector automotriz desde finales de los ochentas, en esta tesis una acción de innovación ambiental (AIA) es la adaptación de tecnología ambiental a las condiciones de proceso y diseño de producto, la cual es ejercida por ingenieros de una empresa e imbricada en su interacción social.¹⁵

En términos analíticos, la construcción sociológica de la innovación ambiental me remite a los enfoques teóricos que analizan la teoría de la acción económica, para

¹⁵ Las tecnologías ambientales consideradas son: a) Tecnologías de control de la contaminación, incluye tecnologías de tratamiento de aguas residuales, b) Tecnologías limpias de proceso: nuevos procesos manufactureros que disminuyen la contaminación y, c) Equipo para monitorear la contaminación.

observarla como un tipo específico de ésta. Por lo que, el enfoque básico que retomaré para construir el objeto de estudio de la AIA es producto de los debates entre la Nueva Economía Institucional y la Sociología Económica; sintetizados en la Nueva Sociología Económica Institucional (NSEI) desarrollada por Victor Nee, Paul Ingram, Richard Swedber y Mary Brinton.

Ante la necesidad de observar el fenómeno de la AIA en una perspectiva longitudinal, el aparato analítico que incorporo al enfoque de la NSEI para explicarla es la teoría de los sistemas complejos desarrollada en los trabajos de Jean Piaget, Rolando García e Ilya Prigogine. A partir de ello, en la siguiente sección realizo la construcción teórica del objeto de estudio para el análisis de la AIA en empresas del sector automotriz.

Discusiones Analíticas

En los debates contemporáneos de la explicación causal en ciencias sociales, el enfoque mecanístico surge como eje central de una perspectiva sistémica para el análisis de los fenómenos sociales (Bunge, 1972; 2000 y 2003; Byrne, 1998; Cortes, 2001; Cortes et al, 2008; Foster, 2006; García, 2000 y 2001; Gil Anton, 1997; Hedström y Swedberg, 1998; Piaget, 1973; Prigogine y Allen, 1982; Prigogine y Stengers, 1983; Reed y Harvey, 1992; 1996; Wallestein et al, 1996). Paralelamente, en las discusiones actuales de la Nueva Sociología Económica Institucional (NSEI) la explicación causal de la acción económica gira en torno al análisis de los mecanismos sociales que median entre las organizaciones sociales informales y las reglas formales de las estructuras institucionales; donde el aprendizaje de los actores tiene un papel fundamental en la organización del cambio institucional (Brinton y Nee, 1998; Coase, 1998; Nee, 2003; North, 1990; O'Hara, 2007; Pozas, 2006; Williamson, 2003). Teniendo como telón de fondo esas discusiones, el objetivo del capítulo es analizar el proceso formativo de la acción ambiental, como un caso específico de la acción económica.

Para ello, el capítulo se integra de dos partes; en la primera se construye la noción de las acciones de innovación ambiental (AIA) desde la perspectiva de la NSEI,

enfaticando las respuestas que este enfoque proporciona para su análisis. Esta parte del documento concluye subrayando los problemas teóricos de esta perspectiva cuando el objetivo es analizar procesos de evolución disruptiva de las AIA. En este sentido, una vez planteada la necesidad de incorporar la irreversibilidad del tiempo en el proceso formativo de la AIA, el interés analítico de la sociología económica de la innovación ambiental se orienta hacia el estudio de cómo la organización social de las agencias locales (ingenieros y técnicos) y su entorno se transforma para generar diferentes tipos de acciones de innovación ambiental en el tiempo (.

Dicho en otras palabras, cómo se transita de un tipo de organización para el medio ambiente a otro, cualitativamente diferente al anterior, y cuáles son los mecanismos sociales reguladores de sus múltiples desequilibrios y sucesivas reequilibraciones. Este planteamiento, justifica la conceptualización de la empresa como un sistema complejo para generar una explicación mecanística de la AIA.

Lo anterior, abre paso a la segunda parte del documento donde los trabajos de Prigogine y Stengers (1983:134-187), Jean Piaget (1978 y 1982) y Rolando García (1997 y 2000), me permiten exponer el comportamiento de los sistemas complejos para estudiar la evolución del proceso formativo de la AIA, en empresas constituidas por agencias locales que ejercen acciones ambientales imbricadas en su interacción social y bajo contextos de incertidumbre e información imperfecta de mercado.¹⁶

Dada la aplicación genérica en estudios de innovación del enfoque referido a los Sistemas Complejos Adaptables (SCA), en esta parte del documento realizo una diferenciación analítica de la teoría de los sistemas complejos que utilizo aquí, respecto a los SCA; principalmente en lo relativo a sus fundamentos epistémicos, sus herramientas de estructuración lógica y las consecuencias para el estudio de la “complejidad”.

Finalmente, en la tercera parte propongo un esquema interpretativo para el estudio de la AIA. Planteo que de la convergencia analítica de la NSEI y la teoría de los

¹⁶Por cuestiones de exposición, en lo sucesivo a la ciencia de la complejidad también se le nombrará teoría de los sistemas complejos.

sistemas complejos emerge un nuevo enfoque de estudio que denomino Sociología Económica de la Innovación Ambiental.

II.4 Acción Ambiental: Una Interpretación Evolutiva e Institucional

Como ya se mencionó, la innovación ambiental es vista como una acción ambiental ejercida por los ingenieros de una empresa automotriz e imbricada en su interacción social; la cual permite observar su comportamiento como un conjunto de adaptaciones de tecnología ambiental a las condiciones de proceso y diseño de producto, tendientes a disminuir su impacto ambiental.

En las empresas transnacionales, el estudio de la acción ambiental ha partido de una preocupación por entender los procesos mediante los cuales los agentes adoptan nuevas actitudes frente al medio ambiente. Desde la economía neoclásica, se ha explorado la naturaleza de los incentivos económicos necesarios para que las empresas asuman un comportamiento favorable a la protección ambiental. La explicación de dicha conducta parte del supuesto de que los agentes que toman decisiones ambientales cuentan con información perfecta acerca del conjunto de opciones que tienen a su alcance y, dado que poseen una racional ilimitada, ello les posibilita la elección de las iniciativas más óptimas para la protección ambiental.

Esta perspectiva adolece de una orientación que incluya la variable social en su análisis; lo cual limita sus recomendaciones debido a que los aspectos ambientales son de una complejidad que rebasa la esfera económica. Dados estos supuestos, los modelos que se derivan de esta corriente de pensamiento son estáticos y no consideran el proceso aprendizaje inmerso en el mejoramiento de decisiones ambientales. Estos elementos están detrás de la idea según la cual, el gasto ambiental tiene una incidencia negativa en el crecimiento de la productividad y, en general, sobre el desempeño productivo de la empresa (Domínguez, 2006:157)

Otro enfoque que puede ser utilizado para analizar la naturaleza de las acciones ambientales es la nueva economía institucional (NEI), cuyo supuesto central se basa en que los agentes económicos actúan según una racionalidad limitada y siempre bajo la sombra necesaria del oportunismo, dado que no tienen información perfecta sobre sus condiciones de interacción. En términos de sus elecciones para proteger el medio ambiente, ello supondría que los agentes no siempre eligen la mejor opción de protección ambiental debido al acceso limitado de alternativas que tienen a su alcance.

Aunque este enfoque descansa en supuestos más “reales” sobre la naturaleza de la acción ambiental de los agentes, mantiene el individualismo metodológico al suponer que la información imperfecta y la racionalidad limitada se supera constituyendo empresas verticalmente integradas para sortear la incertidumbre del mercado y disminuir sus costos de transacción, sin considerar la naturaleza de las interacciones sociales. Desde esta perspectiva, los procesos de aprendizaje quedan subsumidos en la noción de los costos de transacción debido a que funcionan como mecanismos de selección para decidir si la aplicación de acciones ambientales se internaliza al funcionamiento de la empresa o se subcontrata en el mercado.

A pesar de ello, bajo este enfoque los procesos de aprendizaje no son explícitamente señalados debido a que su planteamiento no tiene como punto de partida el cómo aprenden las agencias locales a ejercer acciones económicas; sino el cómo y por qué surgen las organizaciones del capitalismo que sustentan la coordinación económica. En otras palabras, las preguntas sobre el tipo de interacción social que posibilita, motiva y gobierna la AIA quedan soslayadas en el enfoque de la economía institucional.

En este escenario, me parece que la Nueva Sociología Económica Institucional (NSEI) elaborada por Víctor Nee (2003), Nee e Ingram (1998), Richard Swedberg (2003) y Mary Brinton (1998) es una perspectiva que aplicada al estudio de la AIA resulta novedosa para dar cuenta de la manera en cómo se combinan los determinantes del comportamiento ambiental. Por lo que, si se retoma este enfoque la AIA se produce en

condiciones de información incompleta y de racionalidad limitada por el contexto de su actuación; pero, a diferencia de los economistas institucionales, la NSEI daría cuenta también de los mecanismos de aprendizaje creados en la interacción del entorno contextual y las redes sociales que generan el proceso formativo de la acción ambiental.

Ahora bien, dado que la acción de innovación ambiental es un tipo específico de acción económica, me parece que la propuesta de NSEI alberga la promesa de integrar los supuestos de la acción propositiva de los agentes y el análisis institucional como eje central de una sociología orientada al estudio de la innovación ambiental. En términos del planteamiento del problema, esta perspectiva es útil debido a que:

- 1) permite concebir la acción ambiental como un tipo específico de acción económica dado los costos y beneficios implícitos en su actuación,
- 2) la AIA se produce en la interacción social de las agencias locales (ingenieros y técnicos) con su entorno, por lo que la empresa (el sistema) se convierte en un lugar de aprendizaje y de organización social para la construcción dinámica de rutinas y procedimientos, que son la base cognitiva sobre la cual se desarrollan las competencias ambientales a lo largo del tiempo,
- 3) dicho proceso de aprendizaje es generado tanto por el intercambio de información entre los ingenieros de la misma empresa (subsistema ingenieros), como entre éstos al interior de su red corporativa (subsistema red); y debido a que
- 4) la actividad productiva de las filiales transnacionales locales es producto de la imbricación entre los requerimientos impuestos a la empresa filial por la corporación y la regulación ambiental, y los mecanismos internos que las agencias locales utilizan para asimilarlos e implementarlos.

En la siguiente sección se muestran las implicaciones analíticas de estudiar las acciones de innovación ambiental desde el enfoque de la NSEI.

II.5 La Innovación Ambiental desde la Sociología Económica

Dado que la acción de innovación ambiental es un tipo específico de acción económica, se construye el objeto de estudio a partir del lente analítico de la NSEI de Victor Nee, Paul Ingram, Richard Swedberg y Mary Brinton. Desde mi punto de vista, la preocupación central del modelo explicativo de la NSEI es la forma bajo la cual se produce la interacción entre el entorno institucional y los distintos elementos involucrados en el intercambio económico. Este modelo se retoma porque permite dar cuenta de cómo dicha interacción construye el proceso formativo de la acción ambiental al interior de las empresas.¹⁷

Así, en un intento por incorporar en un solo esquema analítico la importancia de las instituciones y las relaciones interpersonales que generan confianza y evitan el oportunismo negativo, la NSEI adaptada para el análisis del proceso formativo de la acción ambiental implica: 1) superar el enfoque de la imbricación social en redes interpersonales de Granovetter y, 2) relacionar dicho planteamiento con el entorno institucional (Nee, 1998a; Nee & Ingram, 1998b y Nee, 2003).

Según la NSEI, ello es posible mediante una explicación que revele los mecanismos sociales que determinan las relaciones entre las organizaciones sociales informales, compuestas de redes de grupos muy cercanos, y las reglas formales de las estructuras institucionales que monitorean y obligan a cumplir las organizaciones formales, insertos en la ocurrencia de acciones ambientales (esquema 1).

Bajo esta tesitura, el modelo de la NSEI permite explicar los vínculos causales que generan la AIA en diferentes niveles analíticos, lo cual, aplicado al planteamiento del problema implica observar su ocurrencia a través de: (véase esquema 2)

¹⁷ Este planteamiento se nutre del debate entre la teoría de los costos de transacción de Williamson (1989 y 2003) y la sociología económica del *embeddedness* planteada por Granovetter en 1985. Para una consulta sobre la naturaleza de estos debates véase a García-Jiménez (2010)

- 1) un marco contextual situado en el campo institucional que establece tanto las reglas formales que monitorea y obliga a cumplir el Estado, como las restricciones impuestas por el mercado. En conjunto ambas configuran la estructura de incentivos y preferencias para la toma de decisiones económicas y ambientales. En este nivel se establece la normatividad ambiental y las instituciones encargadas de su cumplimiento, así como las restricciones impuestas por el mercado al desempeño ambiental corporativo.

A la luz del planteamiento del problema, ello implica que en el ámbito del mercado global, las megatendencias productivas que construyen las condiciones de competencia y criterios de especialización regional (tipos de aglomeración productiva), mediante los cuales las corporaciones definen, organizan y conducen sus estrategias a nivel mundial. Como lo mostré en el capítulo 1, el cambio en las condiciones de competencia internacional ha propiciado una reestructuración productiva en la red global de empresas automotrices, lo cual ha generado el surgimiento de nuevos tipos de aglomeraciones productivas de especialización regional, vía la transferencia de nuevas funciones de la matriz hacia sus subsidiarias.

En paralelo, los debates sobre políticas globales para mitigar los efectos ambientales del crecimiento económico han propiciado la firma de tratados internacionales para la calidad y la protección ambiental (por ejemplo, Tratado de Kyoto). En el ámbito de los negocios internacionales, ello se ha expresado en el establecimiento de estándares de gestión ambiental tipo ISO 14001 y su compromiso por mitigar la generación de gases de efecto invernadero.

Mientras que, en el ámbito de la regulación ambiental nacional ésta se ha estructurado a partir de la exigencia internacional de mejorar la aplicación y cumplimiento de normatividades ambientales. Todo ello, en un contexto de liberalización comercial donde la presión de grupos de interés han promovido la adecuación del marco institucional local, con la intención de evitar la migración de

empresas transnacionales con menores estándares de protección ambiental hacia países con un marco regulatorio débil. En el caso de México, el mejoramiento institucional para vigilar y monitorear el desempeño ambiental de las empresas se ha dado en el contexto de la negociación del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, además de la firma de los acuerdos paralelos en asuntos ambientales.

De tal manera que, a los criterios de calidad y diferenciación del producto basados en la estrategia de volumen y diversidad propios de la reestructuración del sector automotriz (Freysenett, 2009:17), también se ha agregado la dimensión ambiental como parte de su estrategia de competencia. Dichas tendencias globales son transmitidas desde la corporación hacia sus filiales con la finalidad de adaptar su funcionamiento productivo a sus estrategias competitivas globales.

- 2) *el marco organizacional* constituido por actores sociales agrupados en empresas o en asociaciones sin fines de lucro. Aquí Nee señala que, a pesar de que en este marco existe una tendencia natural de las empresas por realizar juegos para la obtención de ventajas frente a sus competidores según la lógica de sus propios intereses, éstos se realizan siguiendo las reglas del juego que marcan las pautas de competencia en el ámbito de los negocios. Ello les permite obtener legitimidad y prestigio, dentro de las reglas formales e informales del grupo de organizaciones al que pertenecen; fuera de las cuales no es legítimo obtener, ni realizar la maximización de las ganancias (Basado en Goffman, 1971). Según Powell y Dimaggio (1991:108), este proceso de conformidad con las reglas del juego y con las creencias culturales en el campo organizacional, crea y motiva la tendencia creciente en las empresas por homogeneizar sus prácticas (proceso de isomorfismo).

En nuestro objeto de estudio, tenemos a la empresa automotriz en el campo organizacional que desempeña un rol dentro de su red corporativa global, el cual

condiciona su funcionamiento y el tipo de relaciones que sostiene con proveedores y empresas de la misma compañía tanto las establecidas en México, como las localizadas en otras latitudes. (Esquema 2, pág. 67)

Así, el marco organizacional genera las pautas de comportamiento que las empresas transnacionales toman como referencia para ejercer sus acciones productivas y ambientales; al tiempo de proporcionarle márgenes de legitimidad aceptables producto del cumplimiento normativo y la producción con calidad. Según el modelo de la NSEI, las empresas al regir su comportamiento de acuerdo a las reglas de su entorno institucional aseguran su vigencia y rentabilidad en los mercados mundiales.

Powell y Dimaggio (1991), señalan que este proceso de conformidad con las reglas del juego y con las creencias culturales en el campo organizacional, crea y motiva la tendencia creciente en las empresas por homogeneizar sus prácticas. De tal manera que, tanto en el campo productivo como el ambiental, las decisiones serían tomadas por las empresas transnacionales en forma racional; pero circunscritas al conjunto de creencias y márgenes tecnológicos del sector, impuestos tanto por el paradigma tecnológico, el mercado y las condiciones de cumplimiento de la normatividad ambiental. Dicho en otras palabras, las condiciones del entorno tanto institucionales como tecnológicas establecen el alcance y naturaleza de sus AIA.

Me parece que este proceso está relacionado con el “the best way”, “best practice” o “bechmanking”, frases conocidas en el ambiente de negocios, las cuales estarían sosteniendo la creación de estándares de calidad y de gestión ambiental tipo ISO; cuya obtención es indispensable para toda la red de empresas transnacionales como criterio mínimo de competencia.

- 3) Por último, el proceso formativo de la acción ambiental al nivel de los grupos e individuos implica preguntarse sobre los mecanismos que hacen funcionar a la empresa transnacional; expresados a partir de las funciones específicas asignadas por su red corporativa y los mecanismos internos que las agencias locales utilizan para asimilarlos.

Ello implica conjeturar los mecanismos que subyacen a la manera en cómo los componentes de una empresa constituidos en redes generan procesos de aprendizaje y construcción de competencias organizacionales que, aplicadas para resolver problemas ambientales, facilitan, motivan y gobiernan las acciones de innovación ambiental.

Al nivel de los grupos y los individuos, la acción ambiental es sostenida por la transferencia de lineamientos corporativos (productivos y ambientales) a la empresa filial, mediante canales de comunicación específicos que permiten el intercambio de información entre los ingenieros de la misma empresa y de otras de la misma corporación. Por lo que, la acción de los ingenieros produce basamentos cognitivos y construcción de competencias ambientales, sintetizados en las rutinas y procedimientos de operación usados para la operatividad de la empresa automotriz. (Esquema 2, pág. 93)

En este sentido, la acción ambiental de los actores es motivada tanto por los intereses y preferencias de la corporación, como por las prácticas sociales establecidas al interior del grupo de ingenieros que generan confianza para el intercambio de información y la toma de decisiones ambientales. En la lógica del modelo de la NSEI, al igual que en el campo organizacional, los intereses y preferencias de los ingenieros se inscriben en normas cuyo desarrollo y mantenimiento sirve para darles certidumbre a su interacción cotidiana. En este caso, al igual que en el campo organizacional, su racionalidad es limitada por su contexto, aunque socialmente construida.

El desacoplamiento o la no conformidad con las reglas de interacción propicia la desconexión del individuo o el intento por modificarlas mediante la acción colectiva. Aunque, en principio, el cumplimiento de las normas ocurre de manera espontánea e informal debido al esquema de premios y castigos que las mismas relaciones interpersonales crean.

Así, tanto en el campo de la organización como en el de grupos e individuos, la concepción de normas y/o reglas, como una forma de capital, tiene la ventaja de

disminuir la incertidumbre porque permite hacer predecible el comportamiento ambiental de los agentes involucrados en la toma de decisiones y, por tanto, el desempeño esperado de organizaciones, grupos e individuos durante su interacción. En dichas normas se inscriben las reglas formales e informales que otorgan premios o castigos necesarios para mantener la cooperación, alejando la posibilidad del oportunismo.

En este escenario, la confianza (como forma de comportamiento cooperativo), es una acción que responde a los estímulos del contexto social porque permite la construcción de basamentos cognitivos y procesos de aprendizaje que conforman las competencias ambientales de la empresa filial.

En cuanto a la *transformación* de la acción ambiental, ésta se refieren a cómo en las empresas filiales los grupos sociales y los individuos a través de sus acciones e interacciones pueden generar cambios en el nivel macro (campo institucional). En el campo organizacional (nivel meso), ello implica preguntarse por los mecanismos mediante los cuales las empresas filiales, ya sea solas o representadas en organizaciones empresariales, ejercen actividades de cabildeo (acción colectiva) ante el Estado para procurarse normatividades ambientales acordes con sus intereses y necesidades (Esquema 2, pág 67 flecha hacia arriba).

Me apoyaré en Giddens (2001), para explicitar la *transformación* en el campo de los grupos e individuos.¹⁸ Teniendo como punto de partida que la actuación de los ingenieros es clave para la implementación de acciones ambientales, éstos son agentes competentes, estructurados y reproductores de los condicionamientos establecidos por la red corporativa y la normatividad ambiental; además de estructurantes como productores de procesos de aprendizaje al interior de la empresa transnacional. (Esquema 2, página 68).

Son agentes competentes en términos de que reproducen las reglas de la manufactura dadas por la red corporativa (campo institucional corporativo), a través

¹⁸ Para una exposición ampliada de la acción ingenieril a través del lente analítico de la teoría de la estructuración véase García-Jiménez, 2006.

del monitoreo reflexivo de su acción (punto 1 en esquema 2). Con el tiempo, ésta produce basamentos cognitivos mediante el intercambio de información entre los ingenieros de producción de la misma empresa y los ingenieros de manufactura al interior de su red corporativa; generando un proceso de aprendizaje y de construcción de competencias organizacionales necesarias para manufacturar un producto.¹⁹

En términos de la “dualidad de la estructura”, la reproducción de los requerimientos corporativos y la generación de procesos de aprendizaje implícitos en la acción ingenieril, generan condiciones para transferir nuevas funciones productivas de mayor complejidad; modificando de esa manera el papel que juega la empresa filial en su red corporativa (punto 2 en esquema 1).²⁰

II.6 Organización Social para la Innovación Ambiental: Hacia la Construcción de un Enfoque de Equilibrio Dinámico

En función de lo dicho en la sección anterior, podemos decir que la acción ingenieril reproduce tanto la estructura corporativa (EC), como también produce las condiciones cognitivas suficientes para un eventual cambio en los requerimientos productivos futuros que la estructura corporativa (reglas y recursos dados de la empresa global) imponga a su acción ingenieril.

La acción de los ingenieros como agentes productores (estructurantes) y reproductores (estructurados) de la EC se asocia con la evolución de competencias, creadores de senderos productivos (*path dependence*); a partir de los cuales se insertan las acciones ambientales como variables exógenas al funcionamiento de las transnacionales. En este tenor, la transformación de la acción productiva y ambiental se

¹⁹ La interacción de los ingenieros involucra la constitución y comunicación de significados, anclados en su formación profesional dentro de una misma disciplina.

²⁰ Sin embargo, la transferencia de funciones productivas de mayor complejidad también puede estar condicionada por la dinámica de la estrategia de negocios del corporativo (segmentación de mercados, diferenciación del producto, integración regional, etc.). En el planteamiento, implícitamente considero que el basamento cognitivo de los ingenieros y sus competencias generadas en sus procesos de aprendizaje forman parte de la ventaja competitiva de las regiones donde se asienta una filial transnacional (basado en Alonso y Carrillo, 1998; Alonso, Contreras y Kenney, 1996; Contreras y Carrillo, 2004).

producirá cuando exista un desacoplamiento entre los requerimientos corporativos y del entorno local, con las competencias organizacionales de la empresa para operacionalizarlos.

Sin embargo, cuando lo que interesa saber es cómo la organización social de las agencias locales y su entorno se transforma para generar diferentes tipos de acciones de innovación ambiental en el tiempo (, y cuáles son los mecanismos sociales reguladores de los múltiples desequilibrios y sucesivas reequilibraciones (generados tanto por la interacción de los componentes inter e intra empresa, como por las oscilaciones producidas debido a cambios en su entorno institucional), el modelo de la NSEI para estudiar la evolución de las acciones ambientales es limitado; pero no por carecer de consistencia explicativa, sino porque la flecha del tiempo se incorpora en umbrales de cambio continuo y no disruptivo.

Dicho en otras palabras, me parece que la NSEI proporciona un modelo explicativo de corte transversal y de cambio gradual; donde implícitamente se incorpora el tiempo, pero no como proceso sino como la comparación de dos situaciones basadas en momentos específicos: un punto en el pasado respecto a alguno del presente, sin explicitar los umbrales a los que estuvo sujeta la naturaleza del cambio.

En este sentido, cuando la pregunta sobre el proceso formativo de la acción ambiental cambia desde un qué, cómo, cuándo y por qué ocurre, hacia otra en la que lo fundamental es saber cómo la organización social de las agencias locales y su entorno se transforma para generar diferentes tipos de acciones de innovación ambiental en el tiempo y cuáles son los mecanismos sociales reguladores de su evolución disruptiva y gradual, en múltiples desequilibrios y sucesivas reequilibraciones, es necesario la construcción de un nuevo enfoque que integre al modelo de la NSEI, una perspectiva que permita explicar el cambio y la irreversibilidad del tiempo inscritas en la ocurrencia de toda AIA.

La mutación analítica es necesaria si consideramos que la acción ambiental y el cambio hacia nuevas formas de organización también es resultado de mecanismos de determinación estocástica. En este sentido, cuando añadimos la flecha del tiempo con procesos irreversibles al modelo de la NSEI será imperioso diferenciar claramente aquellas relaciones interactivas (entorno institucional-organismos-grupos de individuos) sujetas a una legalidad determinista (necesidad), de aquellas donde el azar y la probabilidad juegan un papel central en su desenvolvimiento.

En otras palabras, incluir la irreversibilidad del tiempo significa hacer una distinción analítica entre fases donde existe una relativa estabilidad estructural de legalidad determinista (reproducción), de otras etapas de inestabilidad estructural, donde los mecanismos dialécticos y estocásticos juegan un papel preponderante en los procesos formativos de la acción ambiental (producción, transformación, estructuración).

Lo anterior, abre la posibilidad de distinguir a aquellos estados en los que toda iniciativa individual de las agencias locales no afecta radicalmente el comportamiento ambiental, de aquellas fases donde sus acciones, una idea o un nuevo comportamiento pueden transformar el estado global del entorno institucional y de la empresa en cuestiones ambientales.

En síntesis, añadir la flecha del tiempo con procesos irreversibles como supuesto central al modelo de la NSEI, implica estudiar la ocurrencia de la AIA considerando la discontinuidad estructural generada por las diferentes contradicciones internas y externas a la empresa; delineando diferentes momentos evolutivos donde los componentes de la fase anterior se refuncionalizan con los nuevos para estabilizar el comportamiento ambiental de la empresa en nuevos contextos de actuación.

Lo anterior, nos aproximan a una agenda de investigación donde es necesario explicar cómo se genera la dinámica de transiciones multietápicas del proceso evolutivo de la acción ambiental. Para dar cuenta de este cuestionamiento, es necesario conceptuar a las organizaciones económicas llamadas empresas en términos

de sistemas complejos. Principalmente, porque el comportamiento de éstos explicita desempeños sistémicos con las mismas funciones y transformaciones a los que está sujeto el proceso formativo de la acción ambiental, a cuya naturaleza se refiere el modelo de la NSEI.

En este sentido, los aportes de la ciencia de la complejidad sobre el comportamiento de un sistema complejo son de gran utilidad analítica para enriquecer su estudio. Pero ¿de qué tipo de sistemas complejos estamos hablando?, ¿cuál vertiente de la ciencia de la complejidad es la idónea para complementar los aportes de la NSEI? Sucintamente, lo trato a continuación

Sistemas Complejos Adaptables vs Sistemas Complejos Abiertos

Hoy en día existen diferentes enfoques que abordan el estudio de los fenómenos económicos y sociales desde la perspectiva de la ciencia de la complejidad. El programa de investigación de los Sistemas Complejos Adaptables de John Holland (1996) tiene su fundamento epistémico en el rational choice y el positivismo lógico; utiliza la *analogía* como herramienta de estructuración lógica, mientras que la teoría de juegos y el lenguaje computacional son las herramientas operativas para construir su arquitectura teórica.

La explicación de los fenómenos está basada en la imputación de atributos semejantes entre el comportamiento de un sistema biológico complejo y un sistema socio-económico. En esta vertiente, lo “complejo” tiene dos acepciones: por un lado, la complejidad se mide según el número de tareas o funciones que un algoritmo de un sistema puede realizar y, por otro, según la cantidad de interacciones y flujo de información que compartan los elementos que lo integran.

Este enfoque se caracteriza por construir modelos formales para analizar fenómenos económicos en la forma de algoritmos (marbetes); que representan la manera en cómo los agentes codifican la información para adaptarse a condiciones de su entorno y tomar decisiones económicas. El objetivo último se centra en matematizar

los patrones de interacción bajo el supuesto de una racionalidad contextual de los agentes que interactúan y, en función de ello, identificar patrones óptimos según sea el objetivo del sistema (por ejemplo mayor innovación, mejores relaciones de pareja, etc.)

Por otra parte, existe otra vertiente de la teoría de los sistemas complejos que basa su utilización más como una metateoría explicativa, que con la formalización matemática de un fenómeno. Ésta reconoce que aun cuando la matematización es posible para encontrar asociaciones explicativas, no todas las estructuras lógicas del conocimiento de un sistema se circunscriben a aquella. Es decir, no todas las interacciones y asociaciones explicativas de los elementos (subsistemas) de un sistema social o económico son susceptibles de formalización matemática. Esta vertiente, se ha ido construyendo a partir del cuestionamiento al positivismo lógico mediante la epistemología genética desarrollada por Jean Piaget (1978) y Rolando García (2000). Utilizando la *homología* como herramienta de estructuración lógica, la construcción del sistema tiene como punto de partida no solo la explicación del qué, cuando y dónde de su comportamiento (explicitados en los modelos de Holland); sino, además, la búsqueda de explicaciones sobre cómo se transita de una fase a otra de evolución y cuáles son los mecanismos reguladores de sus múltiples desequilibrios y sucesivas reequilibraciones. En esta vertiente, el sistema se construye según el marco teórico y el material empírico disponible del fenómeno y no se da por dado, como en el enfoque de Holland.

Al mismo tiempo, un sistema no es complejo por el número de interacciones, información o funciones que realice; sino por la interdefinibilidad (interdependencia) de sus elementos o subsistemas. Ontológicamente, ninguno condiciona la existencia del otro en forma total, sino que su interacción crea propiedades emergentes en sistemas semi-descomponibles, analizados bajo la premisa de que éstos contienen propiedades emergentes que son más que la suma de sus partes.

Como se mostrará en el documento, dado que la acción ambiental tiene lugar en sistemas con interdefinibilidad sistémica (véase esquema 1 y 2), el lente analítico

asumido en esta tesis opta por la vertiente de sistemas complejos estudiados por Rolando García, Jean Piaget e Illy Progogine

La empresa automotriz como sistema complejo

Una vez establecido el enfoque de sistemas complejos elegido para este análisis, es necesario dar algunas razones del por qué la conceptualización de la empresa automotriz como un sistema complejo permite explicitar sus desempeños sistémicos con las mismas funciones y transformaciones a los que está sujeta la ocurrencia de la AIA en el modelo de la NSEI.

En primer lugar, debido a la posibilidad de estudiar la evolución de competencias productivas aplicadas a la protección ambiental, teniendo como punto de partida la delimitación de tres tendencias presentes en cualquier proceso evolutivo: 1) la continuidad funcional de las funciones de asimilación y acomodación, que operan bajo mecanismos de determinación dialéctica y estocástica, 2) la estabilidad estructural, dada por la solución interactiva de las contradicciones que presenta la empresa en relación a sus componentes internos y externos; tanto de aquellas vigentes como de las que se puedan presentar en una escala móvil de tiempo y, 3) la discontinuidad estructural, presente cuando dichas contradicciones rebasan el umbral fuera del cual es necesario un nuevo nivel de estabilidad estructural.

En términos explicativos, el enfoque de sistemas complejos nos aproxima a un tipo de explicación mecanísmica que supera la explicación científica basada en la subsunción a leyes generales establecidas de una vez y para siempre;²¹ aproximándonos más hacia a una explicación de la acción ambiental que explicita leyes sociales de carácter variable y mutable.²² Lo anterior, en virtud de que la explicación

²¹ Me refiero a la explicación científica de Hempel-Popper (1970 y 1973, respectivamente), la cual se basa en un modelo de cobertura legal, donde un hecho se explica cuando se demuestra que encaja en un patrón; subsumiéndolo en un enunciado legaliforme.

²² A diferencia de la explicación basada en leyes universales donde basta conocer la relación fundamental del fenómeno para predecir procesos reversibles; en la empresa inmersa en el caos determinístico, las

del proceso formativo de la acción ambiental se desenvuelve en un contexto multinivel (entorno institucional y redes de grupos de individuos), interdependiente, cambiante y sujeto a perturbaciones que dinamizan su comportamiento.

En este sentido, el modelo explicativo del comportamiento ambiental de una empresa no se ajusta a la búsqueda de un solo equilibrio estático y los mecanismos necesarios para volver a éste como lo plantea Williamson en la dicotomía Empresa vs. Mercado y Granovetter para recuperar la confianza de los lazos interpersonales; sino también al estudio de múltiples desequilibrios y sucesivas reestructuraciones de discontinuidad estructural, con funciones de asimilación y acomodación de continuidad funcional.

En tercer lugar, se reivindica el protagonismo de la organización social de las agencias locales al interior de la empresa. Con el lente analítico de los sistemas complejos, la NSEI está en la posibilidad de identificar el tipo de participación de los actores que potencialmente podría generar cambios en su entorno; lo cual, implica concebir el cambio institucional u organizacional en forma adaptativa, pero no solo en función de su marco contextual (cambio de reglas formales); sino también como producto del cambio en las organizaciones sociales informales, compuestas de grupos muy cercanos que conforman a las empresas.

En síntesis, el punto de partida para establecer la utilidad analítica de la ciencia de la complejidad es que: dado que todos los sistemas complejos están sujetos a las mismas funciones y transformaciones, la convergencia de la teoría de los sistemas complejos y la NSEI genera un nuevo enfoque que permite estudiar al proceso formativo de la acción ambiental como una propiedad emergente.²³

condiciones iniciales son mutables en el tiempo y claves para entender la emergencia de su novedad cualitativa. Su desenvolvimiento futuro es incierto y las condiciones de cambio están gobernadas por procesos aleatorios e irreversibles históricamente. Por lo que, el tipo de leyes sociales a las que hago referencia aquí son de naturaleza explicativa, enumeran posibilidades, pero nunca certezas.

²³ Aunque el estudio de los sistemas complejos aplicados a las ciencias sociales ha sido planteado por Jean Piaget (1983), Prigogine y Allen (1982) y Prigogine y Stengers (1983), no fue sino hasta la década de los noventa cuando surge un interés especial por su aplicación homológica en varias disciplinas. En Estados Unidos se han publicado algunos trabajos relacionados con las ciencias sociales y la ciencia de la complejidad, entre los que destacan Harvey y Reed (1994), Hayles (1990 y 1991), Reed y Harvey (1992 y 1996) y Byrne,

En este momento del documento resulta necesario preguntarse a cerca de ¿cómo la ciencia de la complejidad contribuye a enriquecer los planteamientos teóricos de la NSEI, respecto al proceso formativo de la acción ambiental? Para responder a esta pregunta, en la tercera parte del documento y a partir del trabajo Prigogine y Stengers (1983:134-187), Jean Piaget (1978 y 1982) y Rolando García (2001 y 2006), esbozo los aspectos analíticos que considero necesarios para enriquecer el modelo de la NSEI aplicados al estudio de la acción ambiental.

Principalmente en torno a: 1) el comportamiento evolutivo de la acción ambiental en las empresas, 2) la incorporación de la flecha del tiempo en condiciones de irreversibilidad aleatoria, y, 3) cómo la organización social de las agencias locales y su entorno se transforma para generar diferentes tipos de acciones de innovación ambiental en el tiempo (, pero con los mismos elementos de aquél reorganizados con los nuevos, surgidos para adaptarse a las nuevas condiciones de estabilidad estructural.

II.7 La Ciencia de la Complejidad y su aplicación al estudio de la Innovación Ambiental

Naturaleza del Modelo

El punto de partida para estudiar el proceso formativo de la acción ambiental en una escala de disrupción estructural continua es conceptualizar a la empresa filial como un sistema de propiedades emergentes, surgida por la interacción de: 1) sus componentes (subsistema ingenieros y subsistema red), 2) su entorno (requerimientos corporativos y

(1998). En la tradición de la economía evolutiva y de estudios del cambio tecnológico, figuran nombres como el de Peter M. Allen, Dorien DeTombe, Richard R. Nelson cuyos trabajos más representativos están publicados en Leydesdorff y Van den Besselaar (1994). En México, los trabajos de Fernando Cortés (1993, 2001 y 2008) y Rolando García (1997, 2000, 2001 y 2006) han trazado una ruta de elaboración teórico-metodológica para las ciencias sociales en nuestros países latinoamericanos. En otra vertiente de la teoría de los sistemas complejos, se ha observado una aplicación especial al ambiente de los negocios, la cual ha partido del trabajo de Holland (1996). Teniendo como concepto central el término "Sistemas Complejos Adaptables" (CAS, por sus siglas en inglés) ha sido utilizado en al menos: 1) el campo de la economía, por Andreson, et al (1988) y Foster (2006), 2) en la economía de los costos de transacción, por Foster, 2000; 3) en la literatura del "Knowledge Management", recientemente por Stacey (1996) y McElroy (2003); y, 4) en el análisis del comportamiento organizacional (Axelrod y Cohen, 2000)

de cumplimiento normativo), 3) su estructura interna y externa, es decir el tipo de relaciones que vincula a sus componentes entre sí y con su entorno (que pueden ser otros sistemas con los cuales interactúa) y, 4) los mecanismos de determinación que la hacen funcionar.

En segundo lugar, la empresa conceptualizada como sistema complejo es por definición una organización de aprendizaje. En este sentido, considero que existen por lo menos tres niveles: en el primero se encuentra la empresa como sistema, mientras que el nivel 2 está integrado por subgrupos de individuos, agrupados en subsistemas operativos, y el nivel 3 que corresponde al individuo. A la par con el modelo de la NSEI, estos niveles mantienen vínculos dados al amparo de un conjunto de elementos formales e informales que gobiernan sus relaciones sociales; dentro de los cuales los actores persiguen y arreglan los límites de su interés legítimo; proveyendo a su vez, las reglas de conducta para su acción colectiva al facilitar y organizar el interés de los actores.

De tal manera que, la acción ambiental en empresas transnacionales ocurre en el funcionamiento de por lo menos dos subsistemas: 1) el primero da cuenta de cómo las agencias locales (ingenieros y técnicos), procesan los requerimientos productivos y ambientales de su entorno tanto de la corporación a la que pertenece la empresa filial, como de aquellos relacionados con el cumplimiento normativo. y, 2) el subsistema red que abarca el tipo de relaciones establecidas entre los ingenieros ambientales de la empresa respecto a otros localizados en plantas de la misma corporación, de otras localizadas en México, o bien, con sus centros de investigación y desarrollo.

En tercer lugar, las agencias locales son los grupos de individuos que articulan sus intereses al interior de la empresa como organización social. Aquí, el supuesto conductual clave es que sus acciones ambientales se construyen socialmente mediante un proceso de aprendizaje y construcción de competencias organizacionales, las cuales permiten disminuir las condiciones de incertidumbre e información limitada y asimétrica para la toma de decisiones ambientales (Véase Cuadro 1).

Un par de supuestos adicionales sobre el proceso formativo de la acción ambiental es que, dado que cualquier actividad de protección ambiental tiene un costo económico externo a los gastos normales de una empresa: 1) Las decisiones sobre la implementación de acciones ambientales son consideradas en términos de su impacto sobre los costos de producción y, 2) En el mediano plazo, el costo ambiental se considera como un costo fijo dentro de los costos normales de una empresa.

En este escenario, ¿cómo aprenden a tomar decisiones los actores que ejercen acciones ambientales y cómo se dan dichos procesos cuando la empresa está sujeta a múltiples desequilibrios y sucesivas reequilibraciones, generados por fluctuaciones internas y externas a su operación?

Dinámica Explicativa

Los planteamientos anteriores centran el interés analítico en los procesos de aprendizaje de los actores que ejercen acciones ambientales en contextos donde la empresa está sujeta a múltiples desequilibrios y sucesivas reestructuraciones, generados por fluctuaciones inherentes al proceso de coordinación económica. Veamos ahora la manera en cómo la teoría de los sistemas complejos se aplica al esquema analítico de la NSEI para conducir una respuesta aproximada a estos cuestionamientos.

La ciencia de la complejidad de Ilya Prigogine, Jean Piaget y Rolando García plantea que el comportamiento dinámico de un sistema complejo está marcado por fases intermitentes de estabilidad (momentos de evolución) e inestabilidad estructural (momentos de transición). En diferentes grados, ambas fases dependen de fluctuaciones internas y externas, generadas, las primeras, por la interacción contradictoria de sus componentes al interior del sistema (vinculada a problemas relacionados con la manufactura del producto) y, las segundas, por las oscilaciones del entorno (cambio en la estrategia competitiva del corporativo o en las normatividades aplicadas a su funcionamiento). En ambas fases intermitentes se generan procesos de aprendizaje debido a la interacción entre los subsistemas de una empresa y su contexto

de operación; ambas con el objetivo de estabilizar su funcionamiento en niveles de productividad acordes con su red corporativa.

Aquí, cabe preguntarse acerca de cómo los actores que ejercen acciones ambientales reaccionan ante diferentes tipos de fluctuaciones (internas y externas), es decir, ¿qué sucede después de que la empresa como sistema pasa de un umbral de fluctuaciones a otras de mayor o menor magnitud?, y ¿cuáles son los mecanismos que determinan la selección de nuevas formas de organización social para estabilizar el proceso de aprendizaje de la acción ambiental, en otro nivel de estabilidad estructural?

Por un momento imaginemos el funcionamiento del sistema en la NSEI (esquema 1), donde el marco institucional se ajusta interactivamente al contexto organizacional y el de grupos e individuos, conformando AIA estables en el tiempo (reproducción). La reproducción continua del proceso formativo de la acción ambiental está asegurada en la medida que el desacoplamiento del conocimiento acumulado respecto a los nuevos requerimientos se procesa exitosamente con la organización social de las agencias locales en sus relaciones internas y con su entorno.

En otras palabras, la empresa como sistema tiene la capacidad de absorber tanto los desacoplamientos (fluctuaciones) de magnitudes ya presentes en su funcionamiento, como aquellas cuya magnitud no había estado presente con anterioridad. Situación que pasa debido a que los subsistemas que la integran mantienen suficientes canales de comunicación, además de que han desarrollado las competencias suficientes para resolver dichas fluctuaciones y mantener la estabilidad estructural sin cambios cualitativamente importantes.

Pero, ¿qué pasa cuando se genera un desacoplamiento entre las competencias aplicadas a las acciones ambientales y los requerimientos de su marco contextual?, ¿qué sucede cuando las nuevas exigencias no pueden ser procesadas por la organización social existente entre sus componentes y el entorno? Según el modelo de la NSEI, cuando esto sucede se operan cambios graduales en el tiempo, los cuales van ajustando dicho desacoplamiento. Sin embargo, el modelo no especifica los umbrales

críticos sobre cuándo ni cómo ocurrirán los cambios en cada fase de evolución (Véase esquema 1).

A la luz de la ciencia de la complejidad, dicho desacoplamiento se gesta cuando el sistema (la empresa) se encuentra más allá de un valor crítico de control de fluctuaciones (desacoplamiento estructural), no procesadas por la organización social existente en las agencias locales. En este caso, la empresa se enfrenta a una fase de inestabilidad creciente (momentos de transición), donde el proceso formativo de la acción ambiental tiene lugar al amparo aleatorio de múltiples desequilibrios y sucesivas reestructuraciones (puntos de bifurcación), después del cual, aparece una nueva forma de organización social que estabiliza y resuelve las contradicciones generadas por el desacoplamiento estructural del sistema en un nuevo nivel.²⁴ Esta etapa incorpora elementos del orden anterior; pero combinados en forma diferente con el posterior, las cuales en conjunto responden a las nuevas condiciones operativas del sistema, conformando una nueva fase de estabilidad estructural. (Véase esquema 3)²⁵

El funcionamiento de la discontinuidad estructural descrito es clave para estudiar el cambio continuo y disruptivo en forma relativa, nunca de manera absoluta ya que si bien la nueva organización social se encuentra en otro nivel ésta contiene elementos del anterior, reagrupados con los posteriores en una nueva estructura de relaciones.

Así, el proceso formativo de la acción ambiental en las empresas va cambiando a lo largo del tiempo en función de cómo vaya evolucionando su entorno o las

²⁴Si ello sucede estamos ante la presencia de retroalimentaciones que permiten ajustar y corregir dichos desacoplamientos, no considerados al inicio de esta fase particular de evolución. No obstante, también puede suceder que los componentes del sistema no incorporen en su actividad los desacoplamientos que enfrentan; permaneciendo en un sendero donde se refuerzan sus pautas de organización social; pero sin alcanzar una nuevo momento de estabilización.

²⁵ A este proceso Piaget (1978:35) lo denomina equilibración maximizadora, en la medida que ésta “no puede concebirse como una simple marcha hacia el equilibrio, ya que además (de ser) constantemente una estructuración orientada hacia un equilibrio mejor; ninguna estructura equilibrada permanece en un estado definitivo incluso si mas tarde conserva sus caracteres especiales sin modificaciones”; lo cual “(...) nunca señala un punto de detención, si no es a título provisional”. Por lo que, cada fase o momento evolutivo suscita nuevos problemas en la medida que resuelve los desacoplamientos precedentes, constituyéndose en la fuente de desequilibrios iniciales que harán crisis en el siguiente punto de bifurcación.

contradicciones no resueltas de sus componentes internos. Aunque los cambios sustanciales se gestarán solo cuando no puedan ser procesados por la organización social de las agencias en un nivel determinado de estabilidad estructural, generándose momentos de transición o puntos de bifurcación antes de pasar a otra fase de estabilidad. De tal manera que, cuando incorporamos la irreversibilidad del tiempo en la escala evolutiva de las empresas, nos encontramos con equilibrios dinámicos históricos, ajustados a diferentes fases de estabilidad estructural, organización social y arreglos institucionales específicos.

En síntesis, la cuestión de la estabilidad estructural y las bifurcaciones (discontinuidad estructural), plantea que el recorrido histórico del sistema se caracteriza por dos tendencias claramente definidas: a) una sucesión de fases de relativa estabilidad estructural, donde dominan las leyes deterministas, y b) un conjunto de fases inestables cerca de los puntos de bifurcación, donde el sistema “escoge” entre varios futuros posibles y donde los elementos del azar juegan un papel preponderante. Vista así, la evolución ambiental de la empresa se presenta como una combinación entre necesidad y azar, donde su comportamiento dinámico en el tiempo es resultado de lo que Prigogine y Stengers (1983:35-45) llaman un *orden por fluctuaciones*.

Hasta aquí, considero que la ciencia de la complejidad permite entender la discontinuidad estructural del proceso evolutivo de la acción ambiental planteado por la NSEI; con mecanismos de determinación específicos en cada fase de estabilidad estructural. Sin embargo, aun queda pendiente saber los mecanismos que determinan la selección de nuevas formas de organización social que estabilizan los procesos de aprendizaje de la acción ambiental en un nuevo nivel de estabilidad estructural.

Según Piaget (1978) y García (2000) dichos mecanismos tienen relación con la continuidad funcional de la evolución de un sistema complejo. De tal manera que, los procesos que median entre una equilibración y otra, es decir, entre una fase de estabilidad estructural y otra, son las funciones de asimilación y acomodación las cuales

operan bajo mecanismos de determinación dialéctica y estocástica. En conjunto, dichas funciones permiten a la organización social de las agencias locales reorganizarse cuando contradicciones o perturbaciones no puedan ser procesadas por éstas en el nivel anterior del sistema.

Aquí, los mecanismos dialécticos ocurren cuando el desacoplamiento del conocimiento acumulado respecto a los nuevos requerimientos no puede ser procesado por la organización social existente entre sus componentes y el entorno. Es decir, solo tienen lugar en aquellos casos donde se hace necesario construir nuevas organizaciones para resolver dicho desacoplamiento estructural (adoptado de Piaget, 1978 y 1982).

Así, en intervalos de estabilidad, la función de asimilación y acomodación se presenta también en la *reproducción* de la acción ambiental, tomando en cuenta los mecanismos de interacción entre los componentes de la empresa y su entorno. Mientras que, en fases de inestabilidad estructural, los mecanismos dialécticos y estocásticos producirán formas de organización social novedosas, donde la continuidad funcional de la asimilación y acomodación de los agentes locales generará la *producción* de nuevas formas de acciones ambientales (Véase Cuadro 1).

En este escenario, considero que la ciencia de la complejidad de Prigogine y Stengers es útil para enriquecer el modelo de la NSEI, específicamente en lo relacionado a:

- 1) El estudio de los mecanismos de determinación que ocurren entre un estado estructuralmente estable y otro, es decir, entre uno y otro punto de bifurcación, correspondiente a sus diferentes formas de determinación mecanística (i.e. mecanismos causales, por interacción, mecánicos, estadísticos, estructurales y teleológicos), según sea la acción ambiental estudiada,
- 2) El discernimiento de los elementos al azar, cerca de los puntos críticos de bifurcación, pero no para realizar una predicción exacta del comportamiento

futuro de las agencias locales que ejercen acciones ambientales; sino para analizar sus posibles tendencias en la búsqueda de una nueva estabilidad estructural de su desempeño ambiental,

- 3) La identificación de aquellas contradicciones o perturbaciones que puedan generar nuevos procesos de aprendizaje y construcción competencias organizacionales aplicadas a la acción ambiental. Fluctuaciones estas que, bajo ciertas condiciones de inestabilidad sistémica, pueden corresponder tanto a un conjunto de interacciones al interior de los componentes, como respecto a su entorno.
- 4) La tipificación de dos tendencias en la evolución del proceso formativo de la acción ambiental: a) la discontinuidad estructural, producto del salto de un nivel de estabilidad estructural a otro, cualitativamente diferente al anterior y, b) la continuidad funcional de la asimilación y acomodación, operando tanto en momentos evolutivos estables como en momentos de transición,

En función de lo dicho anteriormente, la ciencia de la complejidad integrada al modelo de la NSEI permite: a) estudiar las acciones ambientales en empresas con encadenamientos globales que trascienden el ámbito local y que están sujetas a procesos de creación y recreación de funciones productivas y ambientales; y b) aproximarnos a las relaciones entre lo productivo y lo ambiental no como una conexión estática y monolítica en el tiempo, sino como una interacción dinámica continua y disruptiva que corresponde a diferentes momentos de evolución en un lugar y tiempo determinados.

Por lo dicho hasta aquí, me parece que la convergencia entre el modelo de la NSEI y la ciencia de la complejidad aplicados al proceso formativo de la acción ambiental constituyen una propiedad emergente de un nuevo enfoque de estudio, que denomino Sociología Económica de la Innovación Ambiental.

Cuestiones para el Estudio de la Acción Ambiental

Teniendo como punto de partida que, el objetivo general de la tesis es analizar los mecanismos que relacionan la construcción de competencias y los procesos de aprendizaje con la ocurrencia de acciones de innovación ambiental (AIA), la pregunta central derivada de la construcción de nuestro objeto de estudio es: ¿cuál es la relación entre el desarrollo de competencias y la ocurrencia de AIA en empresas automotrices instaladas en México?

Como ya se mencionó anteriormente, el punto de partida de la investigación es conceptualizar a la empresa filial automotriz como un sistema de propiedades emergentes; por lo que, las preguntas secundarias emergen según los subsistemas necesarios para dar respuesta a la pregunta central. En primer lugar, me refiero al grupo de cuestionamientos que hacen referencia a cómo las agencias locales (ingenieros y técnicos) procesan los requerimientos ambientales de su entorno tanto de la corporación a la que pertenece la empresa filial, como de aquellos relacionados con el cumplimiento normativo.

De tal manera que, en el “subsistema ingenieros”, las preguntas específicas son: ¿cuáles son los procesos de aprendizaje y construcción de competencias necesarios para asimilar los requerimientos ambientales que la corporación impone a la operatividad de la empresa filial?, y ¿cuáles son los mecanismos a través de los cuales la aplicación de la normatividad, por parte de la autoridad, influyen sobre las acciones de innovación ambiental?

En el siguiente subsistema denominado “subsistema red” se analizan el tipo de relaciones establecidas entre los ingenieros ambientales de la empresa respecto a otros localizados en plantas de la misma corporación, de otras localizadas en México; o bien, con sus centros de investigación y desarrollo. Al respecto el estudio indaga sobre la naturaleza de sus redes, las cuales generan procesos de aprendizaje y construcción de competencias aplicadas en acciones de innovación ambiental. La construcción de ambos subsistemas trata de capturar la complejidad del conjunto de interacciones

mediante las cuales se generan procesos de aprendizaje de competencias ambientales.²⁶

Ahora bien, ante la necesidad de realizar estudios que analicen los procesos que enlazan los vínculos causales identificados en la literatura sobre innovación ambiental, se hace necesario incorporar la flecha del tiempo y, en consecuencia, preguntarse sobre la evolución de las acciones de innovación ambiental, identificando claramente cómo la organización social de las agencias locales y su entorno se transforma para generar diferentes tipos de acciones de innovación ambiental respecto a un tiempo previo (). A partir de la construcción teórica del objeto de estudio, las preguntas derivadas son:

- ¿Cuáles son las condiciones del marco contextual y organizacional que generan fases de estabilidad (momentos de evolución) e inestabilidad estructural (momentos de transición)?
- ¿Cuál es la relación entre los procesos de aprendizaje y construcción de competencias ambientales en fases de estabilidad e inestabilidad estructural de la empresa?,
- ¿Cuáles son los umbrales de los momentos evolutivos y de transición, establecidos por la transformación de los requerimientos corporativos y la normatividad ambiental local?
- En momentos de inestabilidad estructural, ¿cuáles son los senderos probabilísticos a escoger?

²⁶ Dada la convergencia entre la trayectoria personal de los ingenieros encargados de ejecutar los requerimientos corporativos y la trayectoria productiva de la empresa para el desarrollo de competencias específicas, en un tercer nivel se ubicarían los mecanismos a través de los cuales se integra la trayectoria laboral de los ingenieros con las necesidades operativas de las filiales en la aplicación de acciones de innovación ambiental. Mientras que, en una cuarta estaría incluidos las interacciones entre personal ambiental nuevo contratado por la empresa para proveer de un servicio novedoso a la organización. Pese a la riqueza analítica de ambas dimensiones, el análisis de los hallazgos empíricos se concentrará en los patrones de aprendizaje organizacional de la empresa, vista como un todo de interacciones agregadas entre el subsistema “ingenieros” y el subsistema “red”.

- ¿Cómo se refuncionalizan las competencias ambientales de un momento evolutivo previo (con las desarrolladas en el siguiente? ¿qué nuevos procesos de aprendizaje surgen como consecuencia de ello?
- ¿Qué acontecimientos, qué tecnología (s) desaparece (n) y que innovaciones se aceptarán presumiblemente para la organización ambiental de las empresas?, y,
- ¿Existe la posibilidad de que algún tipo particular de relaciones entre las agencias locales y su entorno puedan generar nuevos regímenes de coordinación ambiental?

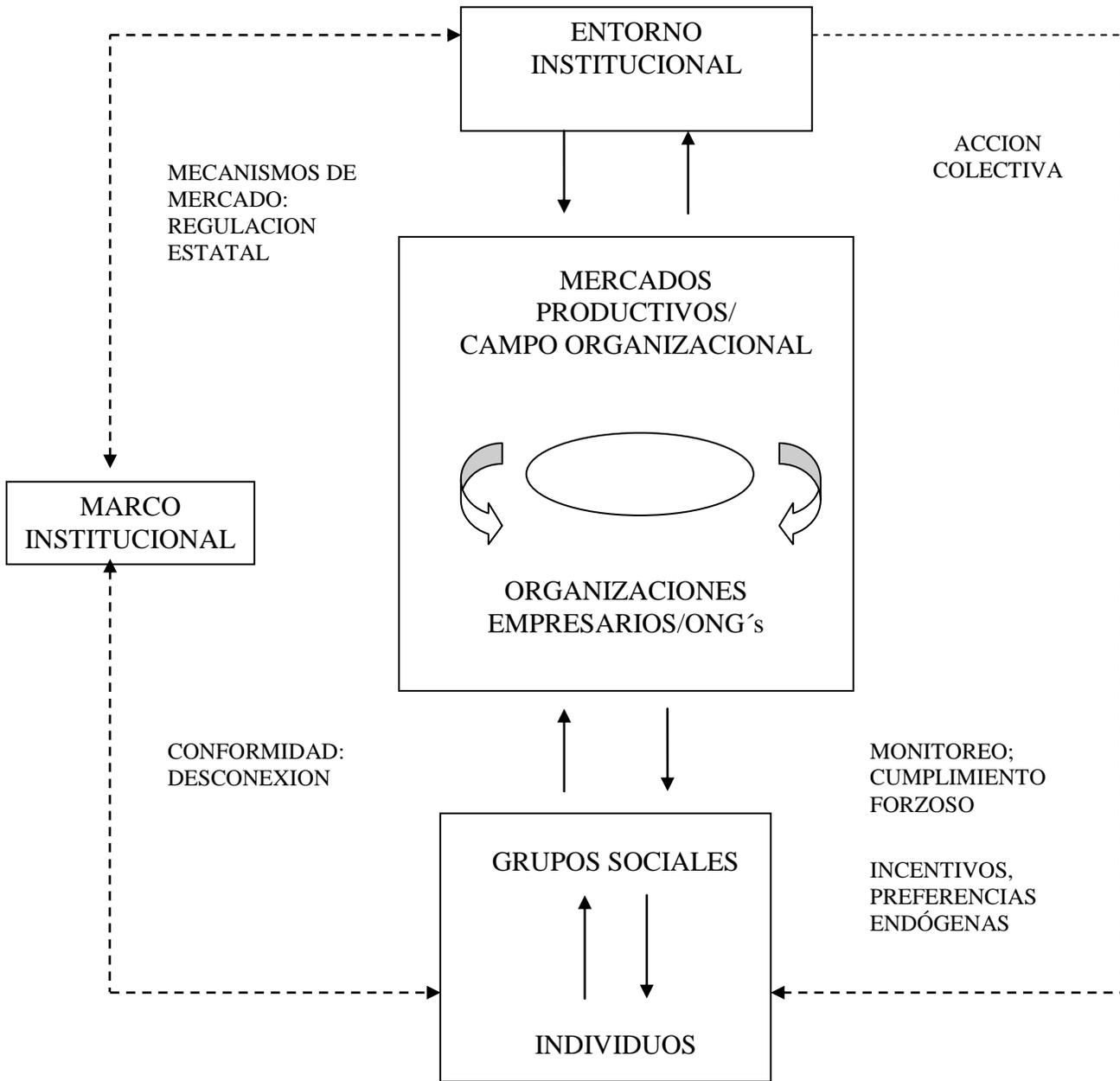
En síntesis, la conceptualización de la empresa filial como sistema complejo lleva consigo la necesidad de plantearse el conocimiento de los mecanismos sociales reguladores de los múltiples desequilibrios y sucesivas reequilibraciones insertas en la transformación de la organización social para las AIA; necesidad que da origen a la sociología económica de la innovación ambiental como nuevo enfoque de estudio.

Cuadro 1. Convergencia entre la Ciencia de la Complejidad y la NSEI: Elementos Emergentes de la Sociología Económica de la Innovación Ambiental

Características	Sociología Económica de la Innovación Ambiental
Interés Analítico	Procesos de aprendizaje de los actores que ejercen acciones ambientales, en contextos donde la empresa esta sujeta a múltiples desequilibrios y sucesivas reestructuraciones, generados por fluctuaciones internas y externas, propias de su dinámica de coordinación económica
Supuesto Conductual	La AIA es construida socialmente
Actores	Organizaciones son actores; individuos son agentes que articulan intereses dentro de las organizaciones y sus redes
Definición de Institución	Conjunto de elementos formales e informales que gobiernan sus relaciones sociales; dentro de los cuales los actores persiguen y arreglan los límites de su interés legítimo; proveyendo a su vez, las reglas de conducta para su acción colectiva al facilitar y organizar el interés de los actores.
Relación Funcional de la Acción de Innovación Ambiental	AIA = f (mecanismos sociales que determinan las relaciones entre las agencias locales y su entorno, cuyo funcionamiento genera procesos de aprendizaje) Esquema Relacional: Véase Esquema 1 y 3
Tipo de Modelo	Discontinuidad Estructural con Equilibrios Dinámicos Sucesivos y de Continuidad Funcional
Mecanismos de determinación de la AIA	Fase de Estabilidad Estructural, mecanismos de: a) determinación causal o causación, b) determinación por Interacción, c) determinación estadística, e) determinación estructural, y, f) determinación teleológica. En Fase de discontinuidad Estructural, existe continuidad de las funciones de asimilación y acomodación (continuidad funcional), operando bajo Mecanismos de determinación Dialéctica y Estocástica.

Fuente: Elaboración Propia

Esquema 1. La acción ambiental en la Nueva Sociología Económica Institucional

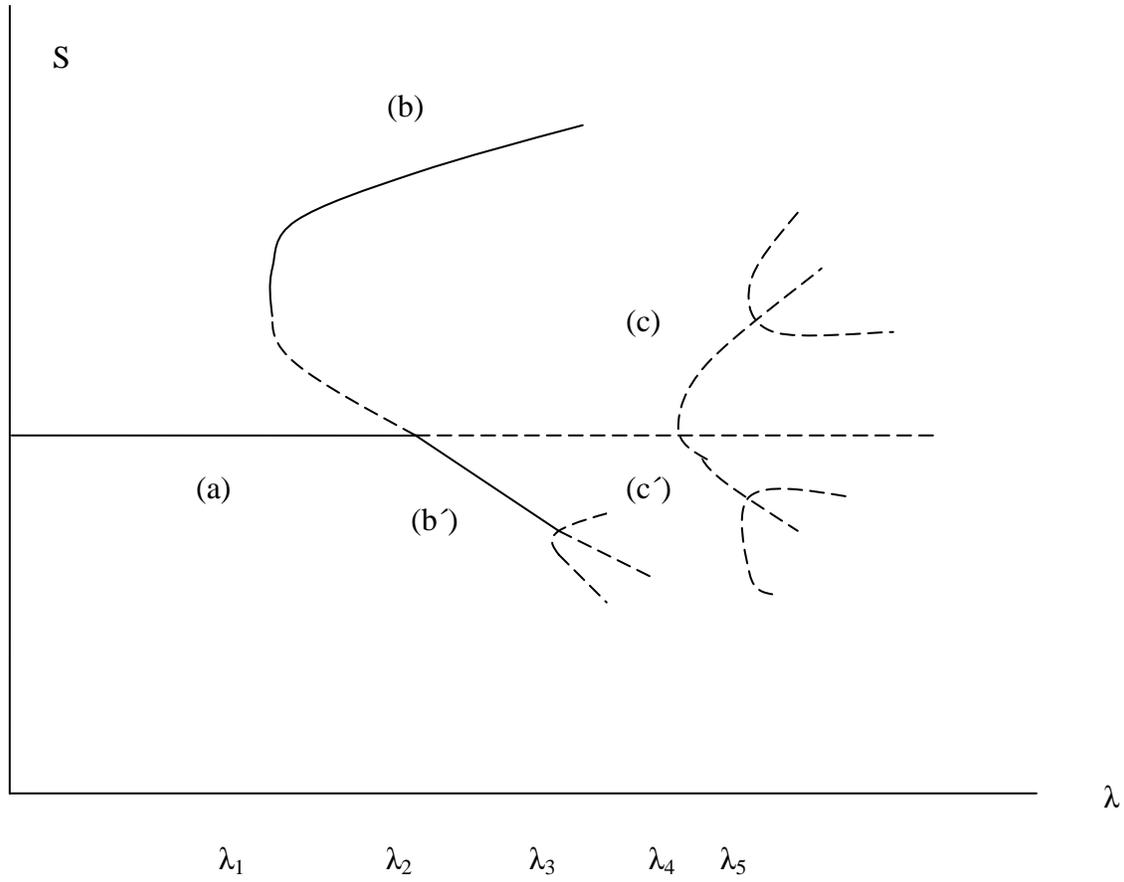


↓ Mecanismo Situacional y Formativo de la Acción Económica

↑ Mecanismo Transformativo de la Acción Económica

Fuente: Basado en Nee, 2003:26

Esquema 3. Diagrama de Fases de Estabilidad Estructural y Continuidad Funcional en el Proceso Formativo de la Acción Ambiental



S = Soluciones

λ = Parámetro de Bifurcación: Desacoplamiento Estructural

Para $\lambda < \lambda_1$ ocurre una fase de estabilidad estructural estacionaria, este conjunto de estados forma la rama (a). Para $\lambda = \lambda_1$ son posibles otros dos conjuntos de estados estacionarios (rama b y b'). Los estados de b' son inestables, pero pueden hacerse estables para $\lambda = \lambda_2$ mientras que los estados de la rama "a" se hacen inestables. Para $\lambda = \lambda_3$, la rama b' es inestable y aparecen otras dos ramas estables. Para $\lambda = \lambda_4$ la rama inestable "a" alcanza un nuevo punto de bifurcación, de donde surgen dos nuevas ramas que serán inestables hasta $\lambda = \lambda_5$

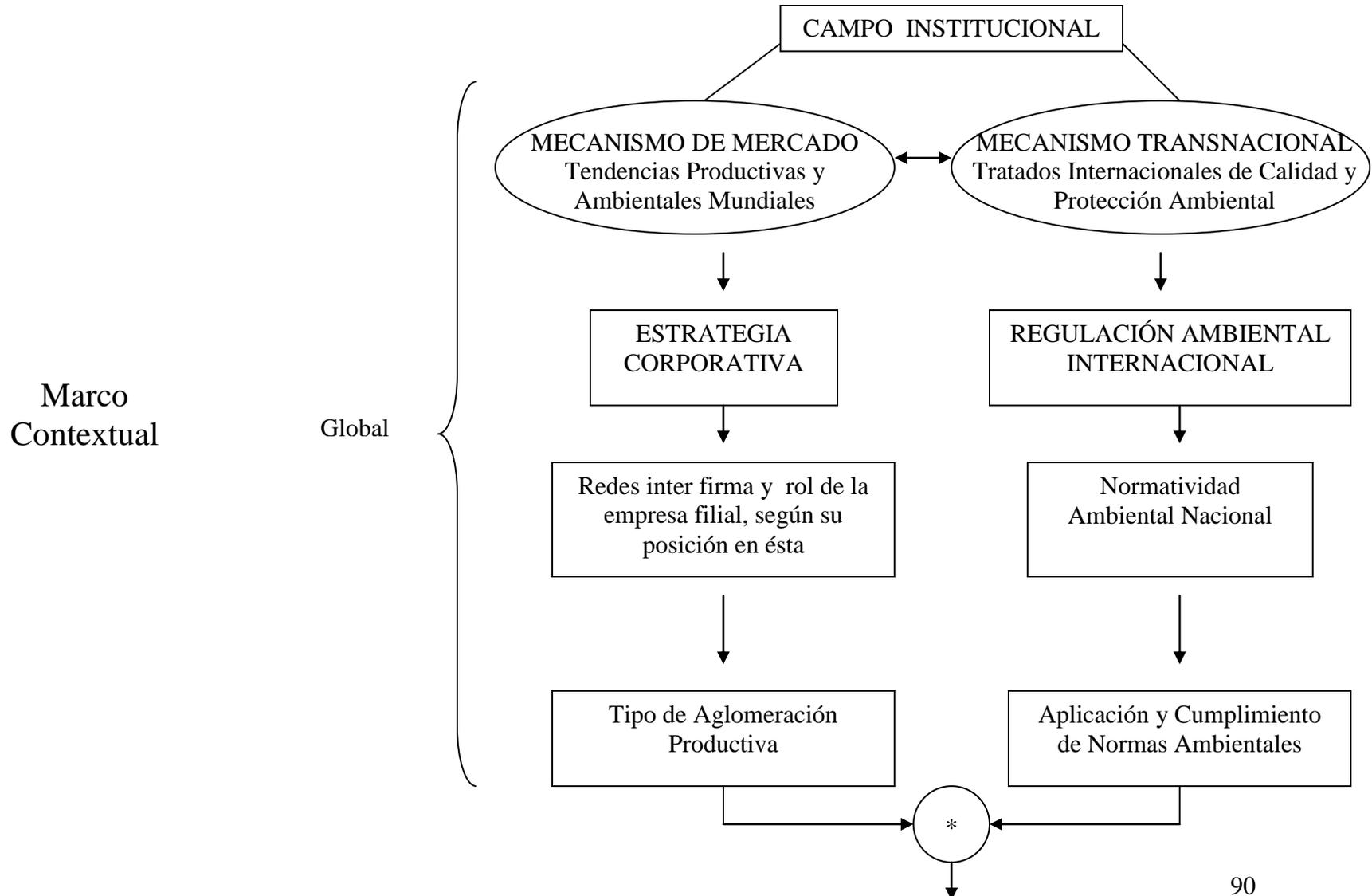
Fuente: Adoptado de Prigogine y Stengers, 1983: 160

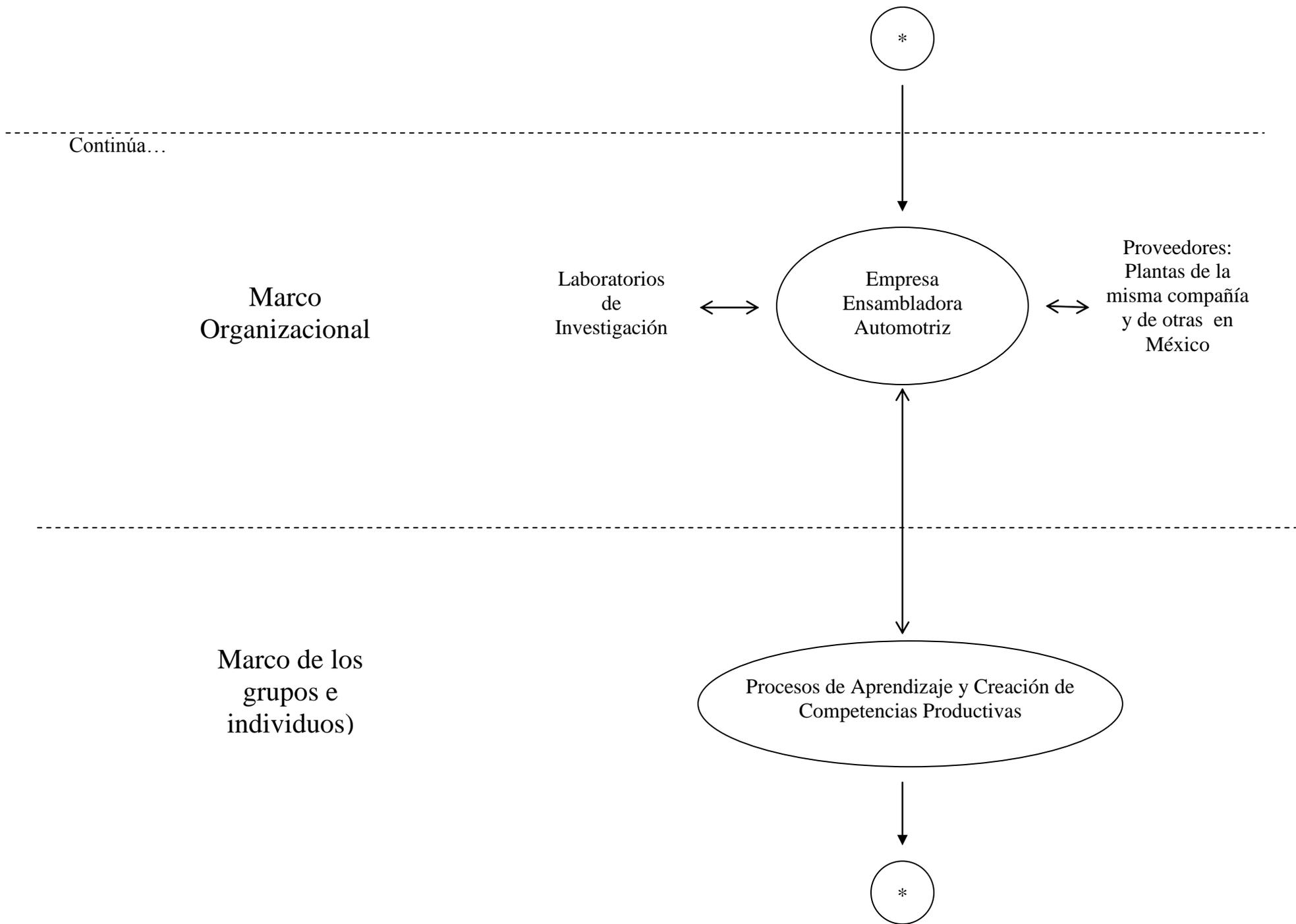
Esquema 2

Mecanismos Asociados al Comportamiento Ambiental de Empresas Automotrices en México

NIVELES DE ANÁLISIS

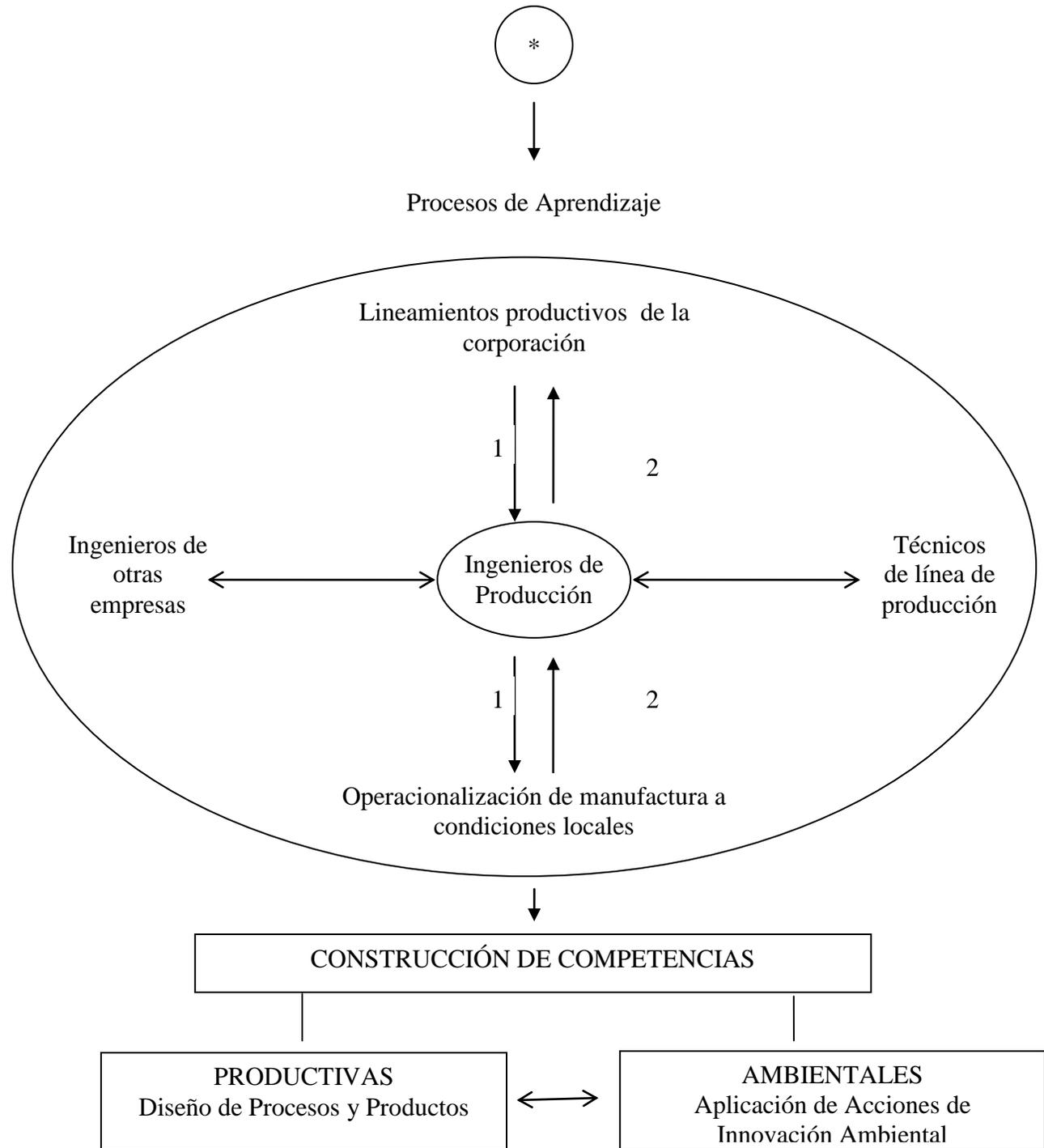
NATURALEZA DE SUS RELACIONES SIGNIFICATIVAS





Continúa...

Marco de los grupos e individuos)



Capítulo III

Aspectos Metodológicos o la Arquitectura Formal de un Sinuoso Proceso

III.1 Lineamientos Generales

Como lo mostré en el capítulo anterior, el modelo explicativo de la NSEI es de corte transversal y de cambio gradual; donde implícitamente se incorpora el tiempo, pero no como proceso sino como la comparación de dos situaciones basadas en momentos específicos: un punto en el pasado respecto a alguno del presente, sin explicar los umbrales a los que estuvo sujeta la naturaleza del cambio.

En este sentido, cuando la pregunta sobre el proceso formativo de la acción ambiental cambia desde un qué, cómo, cuándo y por qué ocurre, hacia otra en la que lo fundamental es saber cómo la organización social de las agencias locales y su entorno se transforma para generar diferentes tipos de acciones de innovación ambiental en el tiempo y cuáles son los mecanismos sociales reguladores de su evolución disruptiva y gradual, en múltiples desequilibrios y sucesivas reequilibraciones, es necesario conceptualizar a la empresa filial como un sistema complejo donde la aplicación homológica de la ciencia de la complejidad gesta el nacimiento de la Sociología Económica de la Innovación Ambiental (SEIA).

Bajo esta tesis, ¿cuáles son lineamientos generales para construir una estrategia metodológica que permita dar cuenta del desarrollo interno de una empresa y su contexto para explicar las sucesivas desestructuraciones y reestructuraciones; pensando que su evolución depende tanto de su propia dinámica como de las fluctuaciones en su ambiente de selección (entorno)? Y más aun, si consideramos el rol que juega la acción del actor individual en relación al accionar del actor colectivo.

En primer lugar, me parece que lo que más se modifica con este cambio de perspectiva es lo relacionado con la noción de evolución, concebida no como un carrera lineal inexorable, sino como un proceso de fases de estabilidad e

inestabilidad estructural, donde el salto de un nivel a otro es de naturaleza aleatoria y donde su explicación no toma como partida una ruta predefinida por su *path dependence*; sino por todos los ensayos que existieron antes de estabilizar el sistema en otro nivel.

En segundo lugar, considero que al asumir esta perspectiva es necesario reconstruir la historia de la empresa delineando claramente las fases de estabilidad y discontinuidad estructural, distinguiendo sus umbrales y las condiciones de cambio o estabilización al que hubiere estado sometida a lo largo de su evolución ambiental.

En tercer lugar, identificar aquellos subsistemas y actores clave que le otorgan estabilidad o discontinuidad estructural a la acción ambiental; ubicando también la manera en cómo se estabiliza (o desestabiliza) el sistema ante fluctuaciones de magnitudes ya presentes en su funcionamiento, por un lado, y ante aquellas cuya magnitud no había estado presente con anterioridad, por el otro.

En términos del rol que juega la acción del actor individual en relación al accionar del actor colectivo, considero que ello es posible al hacer una distinción entre aquellos estados del sistema donde sus relaciones son insignificantes, de aquellas en que sí podrían tener un papel fundamental en el cambio de las reglas formales de las estructuras organizativas, para la toma de decisiones ambientales. Por lo que, al nivel de los actores individuales es viable identificar a aquellos que, bajo ciertas circunstancias de discontinuidad estructural, podrían modificar la acción ambiental de las empresas y su entorno.²⁷

²⁷ Éstos pueden ser las mismas que en una situación de estabilidad estructural no tienen relevancia, pero que pasado el umbral de fluctuaciones permitidas por el sistema, podrían tener un papel importante en el establecimiento de nuevo un entorno institucional. La dinámica de orden por fluctuaciones aplicada a la interacción entre el entorno institucional y los componentes involucrados en el intercambio económico, no presupone ninguna distinción a priori entre lo funcional o disfuncional respecto al proceso formativo de la acción ambiental. Lo que en un momento dado puede parecer una desviación insignificante con respecto al comportamiento normal (por ejemplo, una innovación tecnológica u organizacional), puede en otros casos constituir la causa de crisis y renovación en el rol jugado por la empresa en su coordinación económica y ambiental.

En cuarto lugar, la identificación de fases de estabilidad estructural hace posible discernir los mecanismos de determinación (i.e. causales, por interacción, mecánicos, estadísticos, estructurales, teleológicos ó dialécticos), insertos en la dinámica del proceso formativo de la acción ambiental, según el tipo de empresa que se analice.

En esa misma dinámica operativa, al establecer un umbral crítico fuera del cual la estabilidad estructural se hace inestable y se transita a otra fase de estabilidad (orden por fluctuaciones), se puede estar en condiciones de prefigurar los futuros hacia donde posiblemente se encamine la evolución del proceso formativo de la acción ambiental; no para realizar una predicción exacta de su comportamiento futuro, sino para analizar sus principales tendencias. En este sentido, más que definir certezas en su evolución, predomina un enfoque de construcción de escenarios futuros, dado el rol que tiene el azar en los puntos de bifurcación de las fases inestables de la empresa.

Esto último tiene una connotación especialmente importante para el tipo de explicación causal derivada de la perspectiva de los sistemas complejos, ya que con ésta se echa por tierra la explicación ligada a la predicción. Ello en virtud de que, si bien es posible especificar los mecanismos de determinación en las fases de estabilidad estructural, el orden por fluctuaciones solo nos permite explicar la dinámica del cambio en los procesos formativos de la acción, pero no predecir con exactitud su comportamiento futuro.²⁸

Ahora bien, teniendo en cuenta los lineamientos anteriores ¿cuál es el sistema de hipótesis que sustentan el planteamiento del estudio y cuál es la estrategia metodológica que corresponde a la conceptualización de nuestro objeto de estudio? En las próximas secciones delinearé específicamente los elementos que sustentan la operacionalización del enfoque mecanístico elegido para la SEIA.

²⁸ Puesto en otras palabras, explicar y predecir no serán ya más categorías similares; sino que la explicación mecanística de los fenómenos contendrá una parte legal, pero también otra aleatoria en el tiempo. Aproximándonos, por tanto, a la concepción sociológica weberiana donde se definen medios y umbrales para el estudio de los fenómenos sociales y donde su ocurrencia es de carácter probabilístico y aleatorio (Weber, 1984).

Sin embargo, antes es necesario explicitar sus características y por qué la mecanística es una forma particular de la explicación causal cuando la empresa se conceptúa como un sistema complejo. En la siguiente sección se abordan estos cuestionamientos.

III.2 Los Procesos de la Acción Ambiental: Una Reflexión Epistemológica

La búsqueda de los vínculos causales que le dan sentido a las AIA ha sido una preocupación constante de la literatura relacionada con la innovación. Como lo veremos en la sección 4.1, la intencionalidad del conjunto de lecturas relacionadas con el tema busca explicar por qué ocurren las innovaciones ambientales, calibrando el peso y direccionalidad de cada una de las variables analizadas.

En general, la bibliografía destaca que una combinación de Sistemas de Manejo Ambiental (tipo ISO 14001) y una regulación gubernamental proactiva genera innovaciones ambientales en diferentes grados de intensidad, tanto en el diseño del producto, como en su proceso de manufactura. No obstante, pese al empleo riguroso de modelos de análisis multivariado, aun no existe consenso en cuanto a la direccionalidad univoca de estos vínculos. En parte, ello se debe a la temporalidad específica bajo el cual se han conducido los estudios (principalmente en países de la comunidad Europea), además del tipo de datos que sustenta la medición de sus variables.

En este sentido, vale la pena preguntarse si la innovación ambiental es realmente una consecuencia de las variables presentes y si existen otras que aun no ha sido consideradas en la literatura; o bien, si son éstas son el factor que explica la ocurrencia de innovaciones ambientales. De cualquier forma, como veremos, una explicación causal tendría que dar cuenta no sólo de los vínculos causales, sino también de los mecanismos que están por detrás de dichas relaciones.

Bajo esta tesitura, cuando lo que se necesita es ubicar el por qué las empresas implementan AIA, una discusión sobre la causalidad y su distinción respecto a la explicación causal es necesaria para dilucidar la perspectiva

mecánica de esta investigación. La discusión es clave porque con base en ella derivaré un diseño de investigación mediante el cual: 1) se identifiquen las causas del entorno con la ocurrencia de innovaciones ambientales, mediante un procedimiento adecuado de control de variables y, 2) se expongan las técnicas apropiadas para estimar los efectos causales dados por los estudios de innovación.

Para distinguir la causalidad de la explicación causal, en primer lugar, me parece oportuno mencionar el principio de determinación causal simple, planteado por Bunge (1972:59), el cual es un enunciado lógico del tipo: “Si ocurre C, entonces (y solo entonces) E es siempre producido por él”. Para Bunge, este enunciado es mucho más que una relación, es una categoría de conexión genética y, por tanto de producción eficiente; es decir, “una forma de *producir* cosas nuevas aunque solo sea en número, a partir de otras cosas”. Mientras que la frase “entonces y solo entonces” plantea la univocidad de C sobre E.

Si tomara este enunciado lógico como referencia para construir el vínculo causal del proyecto, la causalidad simple de éste excluiría la posibilidad de que las acciones ambientales fueran resultado de otros factores inmersos en su ocurrencia, por ejemplo, que éstas solo se derivaran del cumplimiento de la regulación ambiental, manteniendo constante (controladas) la aplicación de sistemas de gestión ambiental y la construcción de competencias que de ello se deriva.

Por lo que, dada su univocidad, este enunciado de causación simple mostraría evidentes limitaciones para dar cuenta de la hipótesis general del proyecto; la cual, sucintamente plantea que la acción de innovación ambiental se genera cuando se aplican las competencias productivas al control y/o prevención de la contaminación (competencias ambientales) en una relación causal observada como posible más que determinante en sus efectos.

En este escenario, el planteamiento del proyecto se aproxima más a la ocurrencia aleatoria de causas que generan las acciones ambientales, que a la ocurrencia univoca de una sola causa sobre éstas. Ello plantea abandonar el dominio de la determinación causal simple para ubicarnos bajo el ámbito de la

determinación causal estadística, más propia de las ciencias sociales, en general, y del planteamiento del proyecto, en particular.

Con esta modificación en el enfoque, la pregunta causa-efecto ya no sería ¿cuáles son las acciones ambientales generados por la aplicación de sistemas de gestión ambiental o por la normatividad ambiental?; sino ¿cuál sería la diferencia entre la proporción de empresas que realizan acciones ambientales si tienen un cierto nivel de competencias ambientales y están sujetas a un régimen inflexible de cumplimiento normativo, en relación a las que no tienen dichas condiciones?

Pese a ello, el problema explicativo de las acciones ambientales sigue demandando una respuesta causal, dado que la pregunta de determinación probabilística no elimina el por qué las acciones ambientales son producto de la articulación entre la construcción de competencias, la aplicación de la normatividad ambiental y las funciones productivas realizadas por la filial. Lo cual, plantearía la necesidad de diferenciar a las empresas donde ocurrieron innovaciones ambientales por estas causas, de aquellas en las que éstas ocurrieron por otras razones (diseño experimental).

En este escenario, se requiere de una explicación que proporcione información acerca de los mecanismos del vínculo causal dados por la literatura de innovación ambiental. Al respecto, la bibliografía especializada da cuenta de tres tipos de explicaciones causales. La primera fue planteada por Popper y sistematizada por Hempel; la cual establece que “dar una explicación causal de un acontecimiento [significa] deducir un enunciado que lo describe a partir de las siguientes premisas: una o varias leyes universales y ciertos enunciados singulares –las condiciones iniciales–” (Popper K. 1962:57). Por lo que, la descripción del fenómeno empírico (explanandum) puede ser explicado por deducción lógica a partir de un conjunto de enunciados que contengan leyes generales (explanans) y enunciados de condiciones iniciales.

Según Bunge (2000:96) este tipo de explicación no es más que la subsunción de particulares en generalidades; es decir, no existe explicación sino sólo la posibilidad de predecir el curso de los acontecimientos mediante la referencia a

leyes generales.²⁹ Esta explicación causal solo hace referencia a una relación gnoseológica (relación de ideas), sin considerar que el vínculo causal es más bien un rasgo propio del mundo fáctico, es decir, una relación ontológica (Bunge, 1972:16-17).

En lugar de ello, Przeworski y Teune (1982:19), por un lado, y Bunge (2000 y 2003), por el otro, proponen que una explicación científica debe hacer referencia a los mecanismos que vinculen las relaciones dadas en la explicación propuesta por Popper-Hempel. Es decir, dilucidar los procesos que están por detrás de las regularidades identificadas mediante la subsunción de enunciados singulares en leyes generales. Surge así la segunda explicación causal que la literatura ha identificado como el enfoque de la mecanística; la cual implica que aquella debe hacer referencia explícita a los procesos conocidos o supuestos que vinculan la causa con los efectos (Bunge 2000:97)

Si tenemos en cuenta que los acontecimientos ocurren en una o más formas definidas y que tales formas de devenir no son arbitrarias sino legales; es decir son determinadas según leyes objetivas,³⁰ la estrategia de investigación propuesta por el enfoque de la mecanística es “no es sustituir leyes por mecanismos o por narrativas causales, sino preferir los enunciados legales que incorporen mecanismos de algún tipo” (Bunge, 2000:97); ubicando las diferentes formas o pautas de determinación en cualquiera de sus categorías: causales, estadísticos, dialécticos, mecánicos, teleológicos o estructurales.³¹

²⁹ De aquí se deriva la confusión que ubica a la explicación como sinónimo de predicción.

³⁰ En esta concepción las leyes nada establecen de una vez y para siempre, sino que son *formas o pautas* de determinación del fenómeno. Lo cual implica que la legalidad de los fenómenos no exige que todos ocurran del mismo modo, ya que estos se determinan según leyes y no por leyes, por lo que es posible encontrar excepciones particulares. Me parece que esto cuestiona una visión muy arraigada y fuente de crítica errónea hacia el enfoque causal en ciencias sociales.

³¹ Aquí, me refiero al concepto de determinación planteado por Bunge (1972:19), que designa tres aspectos involucradas en su definición: a) el de *propiedad* o característica, b) el de *conexión necesaria* y c) el de *proceso*, mediante el cual un objeto ha llegado a ser lo que es (cursivas del autor). En este sentido, las leyes deterministas se ubicarían en las siguientes categorías de determinación: “1) determinación causal o causación: determinación del efecto por la causa eficiente (externa), 2) Interacción (o causación recíproca o interdependencia funcional, determinación del consecuente por acción recíproca, 3) determinación mecánica: del consecuente por el antecedente, por la general con la adición de causas eficientes y acciones mutuas, 4) determinación estadística: del resultado por la acción conjunta de entidades independientes o semiindependientes, 5) determinación estructural (o totalista) de las partes por el todo, 6) determinación teleológica: de los medios por los fines u objetivos y, 7)

En síntesis, a la explicación causal basada en la subsunción del explanandum en el explanans de Popper-Hempel (como una relación causal gnoseológica), Bunge agrega la necesidad de que ésta también se refiera a los mecanismos supuestos o conocidos que operan en el plano de la experiencia (relación ontológica); pero sin que ello implique el abandono de la estructura lógica del explanans; sino más bien que se integre el mecanismo vinculante de sus relaciones; siempre que éste sea “concreto, sujeto a regularidades legales y escrutable” (Bunge, 2000:98).

Según Cortes (2008:108) en la medida que la subsunción para vincular los enunciados teóricos con los de la observación se enriquece con la inclusión de la experiencia, es necesario explicitar las relaciones de ésta con aquellos. En este sentido, la distinción entre el plano empírico y teórico es clave para construir explicaciones causales.

Aquí, los trabajos de Jean Piaget y Rolando García son una respuesta ante dicha necesidad. Al estudiar el proceso de desarrollo del conocimiento, mediante la psicogénesis y la historia de la ciencia como herramientas analíticas, estos autores dan cuenta de la vinculación del plano teórico con el de la experiencia. Desde esta perspectiva, los enunciados teóricos del *explanans* no son más que regularidades observadas, producto de sucesiones temporales repetidas, que conducen, por generalización inductiva, a formular leyes generales que tienen carácter descriptivo pero no explicativo, siendo dichas regularidades una manifestación externa de las relaciones causales existentes en el mundo de los objetos (García 2000:204, citado en Cortés 2008:108).

En este escenario, los trabajos de la psicogénesis establecen una distinción clave entre aquellos casos en los que el sujeto *aplica* sus construcciones operatorias para establecer regularidades empíricas (clasificación, numeración, ordenación, seriación), donde los objetos se dejan tratar por el sujeto (revelando sucesiones temporales, pero no vínculos causales observables); de aquellos casos en donde el sujeto *atribuye* a los objetos las relaciones necesarias (establecidas en

determinación dialéctica (o autodeterminación cualitativa) de la totalidad del proceso por la lucha interna y por la eventual síntesis subsiguiente de sus componentes esenciales opuestos”(Bunge, 1972:29-31)

sus construcciones teóricas), donde aquél se somete a los hechos de éstos pero “manteniendo su propia actividad”.³²

Desde este punto de vista, existe una continua correspondencia entre el dominio empírico y el teórico en grados y aproximaciones sucesivas. A un avance en las *aplicaciones* del sujeto (sobre los cómo de un fenómeno), le sucederán nuevas *atribuciones* (sobre los por qué) que busquen dar significado a los fenómenos descritos que apreciamos en su regularidad (Gil, 1997).³³

En este sentido, la explicación causal de los hechos observados en el plano de la experiencia variará según la complejidad del sistema de relaciones (teoría) desde el cual se realiza la atribución (Gil, 1997:207), siendo ésta siempre una contraparte ontológica del dominio empírico desde el cual parten las regularidades observadas (García, 2000:207).

Desde esta perspectiva, la evolución de los ajustes entre el dominio empírico y teórico (en grados y aproximaciones sucesivas), tiene lugar bajo la forma de procesos de equilibración dinámica; caracterizada por fases de discontinuidad estructural acompañadas por secuencias funcionales de asimilación y acomodación; propios del desarrollo de estructuras cognitivas (Piaget, 1978); las cuales le permiten al sujeto: 1) construir sus instrumentos de observación, y, 2) reorganizar las relaciones entre el dominio empírico y teórico, cuando contradicciones o perturbaciones sean de tal magnitud que impidan una correspondencia entre ambos.

En síntesis, Piaget y García proponen la necesidad de una explicación causal no a partir de la integración del plano ontológico (de la experiencia), en la estructura lógica del modelo de cobertura legal Hempel-Popper; sino a partir de las transformaciones que han producido los efectos observados y la novedad resultante respecto a sus estados iniciales (Piaget, 1971; citado en Gil, 1997:204-

³² “Cuando una composición operatoria es atribuida (...)” el sujeto “conserva su propia actividad, o sea que una operación atribuida es siempre, simultáneamente, aplicada y atribuida al objeto (...)” “por ejemplo, diez guijarros no son diez a no ser que un sujeto los enumere por su correspondencia con otros conjuntos (aplicación), en tanto que un movimiento se transmite sin la intervención del sujeto (atribución)” (Piaget y García, 1971:39; citado en Gil, 1997:206)

³³ Aquí, la construcción de un sistema de relaciones para dar cuenta de las regularidades empíricas implica superar lo observable al recurrir a enlaces inferidos desde la teoría.

207); contruidos por la atribución de relaciones necesarias a los objetos, en continua interacción con el dominio empírico del fenómeno.³⁴ A la concepción de causalidad como fenómeno ontológico del segundo tipo de explicación, se agrega la evidencia de que la “atribución” de relaciones causales se encuentra en la teoría, vinculada con la experiencia.

Implícitamente, este tercer tipo de explicación causal plantea que la búsqueda de los mecanismos (que están por detrás de los efectos observados), se debe conjeturar no en función de las percepciones del fenómeno, sino por la atribución del sujeto según el sistema de relaciones elegido para dar cuenta de dichos mecanismos.

A partir de esta discusión, queda claro que la causalidad es la identificación de regularidades empíricas en la forma de vínculos causales; mientras que la explicación causal tiene relación con la búsqueda de mecanismos que explican dichas relaciones, a partir de teorías científicas vinculadas con la experiencia. Por lo que, en primer lugar, es necesario identificar las regularidades de los vínculos causales que el estado del arte ha mencionado para el estudio de la innovación ambiental (sección 4.1) y; en segundo lugar, explicar dichas regularidades a través de los mecanismos o procesos que existan en los vínculos causales (sección 4.2), conjeturados a partir de la construcción teórica del objeto de estudio (capítulo 2).

Dicho en otras palabras, y de acuerdo a la construcción teórica del objeto de estudio, es plausible analizar los mecanismos que vinculan la ocurrencia de las acciones de innovación ambiental a partir del análisis de dos tendencias presentes en cualquier proceso evolutivo: 1) mecanismos presentes en fases de estabilidad estructural (de determinación estocástica, teleológica o de causalidad externa), y 2) mecanismos conjeturados en fases de inestabilidad (de determinación dialéctica y estadística).

³⁴ “Este concepto de atribución a las relaciones empíricas, de las conexiones necesarias que se verifican en las estructuras lógico-matemáticas de las teorías científicas, constituye la base más sólida para fundamentar la construcción del concepto de realidad” (García, 2000:207)

Ahora bien, una vez realizada la distinción entre causalidad y explicación causal ¿cómo se operacionalizan metodológicamente los nexos causales en esta investigación?

III.3 El Diseño Cuasi-Experimental en el Análisis de la Acción Ambiental

La discusión previa sitúa la búsqueda de explicaciones causales que subyacen en la ocurrencia de AIA; es decir, los mecanismos que están por detrás de los vínculos causales identificados en la literatura sobre innovación ambiental.

Como lo señala Cortes (2008:111), a nivel metodológico el concepto de “casualidad” está conectado con la investigación experimental; donde se calibra la influencia de variables (identificadas como causales), se establecen criterios claros para el control de otros factores y se evalúa el efecto ocurrido con o sin variable experimental en dos grupos (el experimental y el contrafáctico).

Sin embargo, debido a que en ciencias sociales la ocurrencia de los fenómenos es de naturaleza aleatoria, la estimación de sus efectos causales mediante el diseño de grupos experimentales y de control puede contener sesgos por su propia aplicación (por ejemplo, diferencias en cada grupo debido a la cooperación de sus integrantes y retiros del grupo experimental), que comprometan la validez externa del estudio.³⁵

Dada esta evidencia, el control tenderá a generarse no mediante el supuesto de esperanzas estadísticas entre grupos experimentales y de control; sino a partir del conocimiento acumulado como mecanismo para controlar el efecto de las variables intervinientes. En este escenario, el diseño cuasi-experimental planteado por Donald Campbell y Julian Stanley (1966) es una herramienta útil para tener observaciones en condiciones aproximadas al modelo experimental, subyacente al concepto de causalidad.³⁶ Este planteamiento metodológico permite, también,

³⁵ Para una mayor discusión sobre el enfoque experimental y sus implicaciones para las ciencias sociales, véase Cortés 2008:111-123

³⁶ “Son muchas las situaciones sociales en que el investigador puede introducir algo similar al diseño experimental en su programación de procedimientos para la recopilación de datos (p. ej., el *cuándo* y el *quién* de la exposición y la capacidad para aleatorizarla), aunque carezca de control total acerca de la programación de estímulos experimentales (el *cuándo* y el *quién* de la exposición y la capacidad de

aplicar el conocimiento teórico de nuestro objeto de estudio en la atribución de procesos que conectan los vínculos causales de la literatura de innovación ambiental.

En función de lo dicho anteriormente, la investigación se enfoca en la empresa automotriz, sea ésta de ensamble final de vehículos (OEMs) o proveedoras de autopartes (OESs), instaladas en México; mediante la realización de un diseño cuasi-experimental asociado con la “comparación con un grupo estático”, el cual “es un diseño en el cual un grupo que ha experimentado X se compara con otro que no lo ha hecho” (Campbell y Stanley, 1966:29).

Por lo que, se realiza un análisis comparativo de empresas automotrices según la variabilidad conceptual de las variables que intervienen en la ocurrencia de acciones de innovación ambiental (esquema 1). Este criterio también define el número de casos necesarios para dar cuenta de la diversidad explicativa propuesta por los vínculos mecanísmicos de nuestra explicación causal.

Siguiendo dichos lineamientos se hará una selección intencional de empresas automotrices teniendo en cuenta las siguientes características: 1) empresas certificadas en ISO 9001, ISO TS16949, ó ISO 14001:2004, 2) Que tengan por lo menos 500 empleados y como mínimo 100, y 3) que hayan implementado formas de organización del trabajo constituidas (como plataformas de competencia) asociadas con el JIT en inventarios y procesos, círculos de calidad, manufactura celular y control estadístico de procesos. En conjunto, los criterios señalados anteriormente prefiguran un análisis comparativo según los momentos de evolución de las AIA's propuestas por nuestro modelo hipotético.

En este escenario, se propone un estudio diacrónico que dé cuenta de la manera en cómo los gerentes ambientales (constituidos bajo redes formales e informales al interior de la empresa), operacionalizan las condiciones del entorno (i.e tendencias de mercado, régimen tecnológico, ciclos de innovación e instrumentos de política ambiental); observando las capacidades tecnológicas y los

aleatorizarla), que permite realizar un autentico experimento. En general tales situaciones pueden considerarse como diseños cuasi-experimentales” (Campbell y Stanley, 1966:70)

procesos de aprendizaje involucrados en la construcción de competencias ambientales.

El carácter diacrónico del estudio implica incorporar la flecha del tiempo y preguntarse sobre la manera en cómo se transita de un tipo de coordinación ambiental a otra; es decir, la manera en cómo un patrón de interacción particular (entre los gerentes ambientales y su entorno), se transforma para generar un tipo de AIA diferente respecto a un tiempo previo (). Lo anterior, también nos conduce a preguntarnos sobre los mecanismos sociales reguladores de los múltiples desequilibrios y sucesivas reequilibraciones de las agencias locales que genera tal o cual AIA. En esto consiste el análisis mecanístico de los vínculos causales de nuestro modelo hipotético. Ahora bien, ¿cómo vamos a operacionalizar esto?

En primer lugar, el estudio conceptualiza a la empresa automotriz como un sistema complejo. Principalmente, porque el comportamiento de éste explicita desempeños sistémicos con las mismas funciones y transformaciones a los que está sujeto el proceso formativo de la AIA. Aquí es oportuno preguntarse sobre la delimitación de la empresa automotriz como sistema complejo y las conexiones necesarias que lo componen (subsistemas).

Para ello, tomo como punto de partida el hecho de que la empresa automotriz surge de la interacción de redes formales e informales entre sus componentes (ingenieros ambientales) y de la forma en cómo interactúan con su entorno (i.e gerentes de la corporación, funcionarios de gobierno, líderes comunitarios, etc.). Por lo que, en la empresa filial, me interesa analizar las interacciones agrupadas bajo los siguientes subsistemas:

Subsistema 1. Denominado “Subsistema Ingenieros” Relacionado con la manera en cómo las agencias locales (ingenieros ambientales) procesan los requerimientos productivos y ambientales de su entorno. Ello en términos de la formación de preferencias e incentivos para instrumentar tal o cual AIA en la empresa filial.

Las preguntas centrales de este subsistema son: ¿cuáles son los procesos de aprendizaje y construcción de competencias necesarios para asimilar los requerimientos ambientales que la corporación y la normatividad impone a la operatividad de la empresa filial?, y ¿cuáles son los mecanismos a través de los cuales la aplicación del programa Industria Limpia influye sobre las acciones de innovación ambiental?

Subsistema 2. También llamado “Subsistema Red”, se refiere al tipo de relaciones establecidas entre los ingenieros ambientales de la empresa respecto a otros localizados en plantas de la misma corporación, de otras localizadas en México, o bien, con sus centros de investigación y desarrollo. Al respecto, el estudio indaga sobre las redes (formales e informales) que generan procesos de aprendizaje y construcción de competencias aplicadas a las acciones de innovación ambiental.

En conjunto, las interacciones de ambos subsistemas generan procesos de aprendizaje que construyen competencias ambientales que, bajo ciertas condiciones del entorno, generan AIA diferenciadas en el tiempo.

Una vez establecido lo anterior y con la intención de analizar los mecanismos implícitos en los vínculos causales, en segundo lugar se hace una distinción analítica entre fases donde existe una relativa estabilidad estructural (momentos evolutivos) del sistema, subsistemas y su entorno, de otras etapas donde éstas son inestables (fases de transición). Ello es relevante porque me permite identificar el tipo de mecanismos de determinación que están presentes en cada una de estos periodos, además de distinguir el (los) momento (s) donde los elementos del azar y la probabilidad juegan un papel preponderante en los procesos formativos de la AIA.

Aquí, tomamos como punto de partida el trabajo de Cortés y García (1993) para construir una base de datos útil para analizar las trayectorias ambientales. Teniendo como criterio central la periodización de cambios estructurales experimentados por la empresa; según los parámetros de control (variables independientes del **cuadro 1**) y los eventos críticos delineados en su trayectoria

ambiental (**cuadro 2**), analizo el (los) periodo (s) bajo los cuales tuvieron lugar las transiciones (puntos de bifurcación) y la manera en cómo se estabilizaron las contingencias ocurridas entre cada fase de estabilidad estructural.

Los parámetros de control para identificar los cambios en las competencias ambientales se construyen con base en: a) sus capacidades tecnológicas, b) el aprendizaje organizacional, c) el rol de la empresa automotriz en su red corporativa (véase el apartado A y B de la sección 4.1); mientras que, las condiciones del entorno se observan a partir de las entrevistas a profundidad con gerentes ambientales, o bien, a través de la revisión de fuentes secundarias vinculadas a la empresa (documentos internos sobre desempeño ambiental, informes en páginas web, archivos de la autoridad ambiental correspondiente, etc.)

Por otro lado, el planteamiento de Campbell y Stanley (1966) permite identificar sistemáticamente las fuentes de invalidación del estudio, que advierten sobre los posibles sesgos que afectan la naturaleza mecanística del vínculo causal. La relevancia de ello es que permite considerar otros elementos que enriquecen el contexto de decisiones ambientales bajo el cual opera la ejecución del estudio. Me refiero concretamente a las siguientes fuentes de invalidación interna:

- a) Historia previa de las empresas seleccionadas, la cual, vista como proceso evolutivo define las competencias contenidas en sus rutinas operativas, ya sea como producto de sucesivas reestructuraciones en su trayectoria debido a cambios en su entorno, o bien, por contradicciones internas de su propio desarrollo. Esta fuente de invalidación se mitigará, aunque no se eliminará del todo, en el estudio diacrónico
- b) Selección de las empresas en la muestra, si hay diferencias en los grupos de empresas observados ello puede deberse a su reclutamiento diferencial, es decir, por la facilidad de acceder ciertas empresas y no a otras debido a contactos cercanos al investigador. Aquí, se corre el riesgo de sobredimensionar la validez analítica de las variables independientes consideradas en el modelo analítico. Dada las contingencias que todo trabajo de campo tiene, esta fuente de invalidación será de difícil control.

Sin embargo, se mitigó su efecto porque se tuvo acceso a las plantas mediante diferentes canales: la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) del Consejo Coordinador Empresarial, Iniciativa GEMI y bases de datos de la PROFEPA, entre otras fuentes.

- c) Instrumentación, relacionado con la eficiencia al momento de levantar la información (sesgos en la entrevista a profundidad), en la medida que el instrumento de campo no incluya otros elementos para verificar nuestra hipótesis, o bien, por errores involuntarios del entrevistador y, finalmente,
- d) Mortalidad experimental o la reducción de empresas, ello es posible porque si en una empresa se recolecta información parcial sobre su evolución ambiental, ésta tendrá que salir de la muestra. Aquí, la exhaustividad de la aplicación del instrumento de campo y la habilidad del investigador para enganchar al entrevistado con el proyecto, son elementos que permitirán disminuir la posibilidad de sacar a una empresa de la muestra por falta de información relevante para el estudio.

III.4 Variabilidad Conceptual y Conjeturación de Observables

En función de lo dicho en secciones anteriores, la construcción del sistema de hipótesis la realizó a partir de dos momentos analíticos: a) por un lado, la identificación de regularidades empíricas en la forma de *vínculos causales* que, para el caso del estudio, implica la identificación de los determinantes de la innovación ambiental acorde con el planteamiento del problema, y, 2) la atribución del mecanismo que subyace a dichas regularidades empíricas (*explicación causal*), conjeturados según la diseño teórico de nuestro objeto de estudio, por el otro.

Vínculos Causales ³⁷

Dado que el objetivo principal del estudio es analizar el proceso formativo de la acción ambiental en dependencia con la construcción de competencias ambientales y los procesos de aprendizaje asociados; las regularidades empíricas detectadas por la literatura de innovación vinculadas a nuestro objeto de estudio son: a) las presiones del mercado, relacionadas con el papel de los Sistemas de Manejo Ambiental tipo ISO 14001, b) la aplicación de la normatividad ambiental, c) las competencias ambientales, y, d) el aprendizaje organizacional. A continuación se muestra la arquitectura hipotética que se deriva de los vínculos causales observados en la literatura (**Esquema 1**).

A. Variables Independientes de Contexto

A1. El papel de los Sistemas de Manejo Ambiental, tipo ISO 14001

Los Sistemas de Manejo Ambiental tipo ISO 14001 son una herramienta crecientemente difundida en el sector automotriz como plataforma de competencia. Su importancia ha sido identificada por diversos estudios para la ocurrencia de innovaciones ambientales (Mazzanti y Zoboli, 2006; Frondel, et al., 2007; Renning et al, 2006; Horbach, 2008).

Sin embargo, no existe consenso sobre la naturaleza de sus bondades reales. En Europa se han realizado investigaciones empíricas para evaluar los beneficios de este tipo de certificaciones sobre el desempeño ambiental. Mucha de esta

³⁷ El estudio analítico de esta parte del proyecto fue producto de dos fuentes de investigación: a) una revisión bibliográfica de la literatura sobre los determinantes de la innovación ambiental, realizada con información obtenida en la Organización Holandesa para la Investigación Científica Aplicada (TNO) localizada en Delf, Holanda; durante los meses de agosto-diciembre del 2008; y, b) entrevistas en profundidad exploratorias con gerentes de producción y de medio ambiente en plantas automotrices, ubicadas en la región Saltillo-Ramos Arizpe, realizadas entre enero y marzo del 2009. La estancia en Holanda fue gracias al apoyo del Centro de Estudios Sociológicos y una beca especial del CONACYT; mientras que las entrevistas exploratorias se lograron gracias al apoyo del proyecto “Empresas Multinacionales en México: practicas de empleo, innovación y cadena de valor”; realizado por El Colegio de la Frontera Norte, El Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, El Colegio de México y una red internacional de académicos provenientes de Canadá, Reino Unido, España y Australia. El estudio recibió financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, proyecto No. 55108).

literatura empírica analiza los efectos formales e informales de los sistemas ambientales, focalizándose en las mejores prácticas ya sea a través de estudios de caso, o bien, mediante de la aplicación de modelos econométricos.

Las evidencias que surgen de dichos estudios no son unívocas. Según Iraldo et al (2009), los estudios basados en la búsqueda de mejores prácticas (Fresner y Engelhardt, 2004; Hillary, 2004 y Newbold, 2006), encuentran una relación positiva entre la aplicación de sistemas de manejo ambiental tipo ISO 14001 ó EMAS y su desempeño ambiental; mientras que otros estudios revelan que tales beneficios en algunas ocasiones están muy lejos de ser cuantificables o realmente percibidos (Ghisellinia y Thurston, 2005). Incluso otras investigaciones cuestionan la dirección de causalidad positiva entre los sistemas de manejo ambiental y las innovaciones ambientales tecnológicas, demostrando empíricamente que éstas no son el resultado de aquellos sino al revés (Ziegler y Nogareda, 2009)

A pesar de ello, me parece que en la literatura existe consenso sobre los beneficios que un sistema de manejo ambiental tiene sobre el desempeño ambiental, pero acotado a la maduración del sistema (Renning et al., 2006; Mazzanti y Zoboli, 2006; Wagner, 2007; Iraldo, et al., 2009); donde el desarrollo de capacidades internas es clave para determinar los efectos de las certificaciones ambientales y donde la ocurrencia de innovaciones tecnológicas está mediada por procesos de aprendizaje que evolucionan con el tiempo.

En este sentido, el análisis longitudinal es necesario para dar cuenta de los mecanismos que median en el vínculo casual que la literatura ha identificado como relevantes en la relación sistemas de manejo ambiental-ocurrencia de innovaciones ambientales-desempeño ambiental. Dadas estas evidencias, se propone que la hipótesis secundaria que guiará el análisis de los hallazgos empíricos es la siguiente:

H₁ = Las organizaciones con una certificación ambiental tienen un efecto positivo y diferenciado sobre las innovaciones ambientales, según la temporalidad de su aplicación.

La batería de preguntas de esta parte del instrumento de campo tiene el objetivo de proporcionar evidencia sobre las relaciones positivas entre la madurez del

sistema ambiental y las prácticas de innovación ambiental. Las preguntas realizadas para captar dicha información son:

1. Existe alguna presión de la corporación (o de los clientes) para modificar sus procesos hacia otros que tengan menor impacto ambiental. Buscar razones.
2. La demanda por adoptar la ISO 14001 impulsa la adopción de tecnologías limpias de proceso o el rediseño de la manufactura, ¿de qué manera?
 - a. Describir el proceso de certificación, cuando empezó y quiénes participaron en su elaboración
 - b. Madurez del sistema de manejo ambiental... En qué etapa se encuentra actualmente y cuáles fueron las fases anteriores. Ello con base en sus principales indicadores de desempeño ambiental.
 - c. Operacionalización del sistema ambiental en relación con la instrumentación del ISO 9000 u otro relacionado con la calidad del proceso
 - d. Detallar el proceso de reorganización de procesos y responsabilidades dentro de la empresa para reducir el impacto ambiental de la manufactura.
 - e. Mostrar proyectos que ejecuten los procedimientos de la ISO para el mejoramiento continuo.

A2. Aplicación de la normatividad ambiental

La literatura de los determinantes de la innovación ambiental le otorga un rol importante a la regulación ambiental. La primera oleada fue de estudios inspirados en la teoría económica neoclásica y en la aplicación de modelos de equilibrio general computable, los cuales destacaron la preeminencia de los instrumentos de mercado por encima de la regulación para impulsar la innovación ambiental (Frondelet al., 2008).

Posteriormente, se realizaron investigaciones con enfoques alternativos a la ortodoxia económica que reconocían que los agentes tienen capacidades cognitivas limitadas para procesar información, relajando el supuesto de competencia

perfecta. Derivados de ello, se fue construyendo un consenso sobre la importancia de la regulación para generar innovaciones ambientales.

Sin embargo, no fue sino hasta el trabajo seminal de Porter y van der Linde (1995) que se reconoció plenamente que una regulación ambiental estricta podría impulsar la innovación; principalmente debido a que ésta crea la necesidad para que las empresas busquen continuamente la disminución de sus costos de cumplimiento, propiciando así la obtención de ventajas ambientales absolutas respecto a otras firmas no sujetas a regulaciones ambientales similares.

En esta línea, se han realizado estudios de carácter econométrico que relacionan la estricta aplicación de la regulación y la innovación ambiental (Jaffe y Palmer, 1997 y Brunnermeier y Cohen, 2003) quienes utilizan los gastos ambientales de las empresas como una variable proxy de la estricta aplicación normativa. Aquí, nuevamente, se ha generado discrepancia sobre la naturaleza de dicha relación; pues mientras los primeros no encuentran evidencias empíricas claras de asociación, los segundos obtienen un impacto significativo de los gastos ambientales sobre la innovación ambiental.

Una visión adicional, cercana a los planteamientos de Porter y van Der Linde, lo presentan aquellos estudios basados en la teoría de los recursos (Resource-based view approach), la cual establece que la competitividad de las empresas depende de la calidad y cantidad sus recursos disponibles y por la capacidad de la empresa para optimizarlos. Desde esta perspectiva, la regulación ambiental como instrumento de política industrial mejora la competitividad de las empresas, en la medida que impulsa la generación de innovaciones ambientales; provechosas tanto para la sociedad, como para la estrategia de negocios de la empresa (Fouts y Russo, 1997; citado por Iraldo, et al., 2009).

Dentro de esta línea, Chappin et al., 2009 ha realizado estudios de corte transversal y longitudinal, en los cuales se puede apreciar con mayor claridad el rol que tienen los instrumentos de política en la difusión de tecnologías ambientales y el impacto que tiene la regulación sobre la innovación ambiental. A partir de la acumulación escalonada de instrumentos de política a lo largo del tiempo y en

relación con factores internos de la empresa para la toma de decisiones ambientales, esta investigación muestra que la combinación de instrumentos económicos y políticos aplicados en grados diferenciados a lo largo del tiempo propicia la adopción de innovaciones ambientales.

A pesar de estos hallazgos, me parece que, en la controversia sobre si la regulación puede ser o no un conductor de la innovación, se simplifican los procesos de aprendizaje generados en la empresa durante el cumplimiento normativo y la internalización de sus costos ambientales como parte de su estrategia de competencia. En México, a excepción del trabajo de García-Jiménez (1999) y Domínguez (2006), no existen estudios que consideren el efecto de los procesos de aprendizaje en la ocurrencia de la innovación ambiental, vía el cumplimiento normativo y las capacidades tecnológicas.

En particular, dentro del sector automotriz los estudios se han focalizado en aquellas relacionadas con el desempeño del automóvil como producto (principalmente respecto a los límites para la generación de emisiones), pero poco se ha explorado respecto a la influencia que los instrumentos de política tienen sobre las innovaciones ambientales de proceso.

En nuestro país, el sector automotriz está fuertemente influenciado por la aplicación combinada de instrumentos de comando y control con los de cumplimiento voluntario. Esto último mediante la aplicación del Programa de Industria Limpia de la Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PROFEPA), en el que están inscritos casi la totalidad de empresas automotrices instaladas en territorio nacional.

Dadas estas evidencias, el análisis de los hallazgos empíricos tiene el objetivo de dar cuenta de los procesos de aprendizaje orientados a la generación de innovaciones ambientales, derivados de la aplicación de instrumentos de cumplimiento voluntario, como es el caso del programa de Industria Limpia. La hipótesis que enmarca dicho objetivo es:

H₂ = El programa de industria limpia genera innovaciones ambientales diferenciadas, según su grado de maduración.

La batería de preguntas para recolectar información empírica en este rubro es:

1. Reconstruir la trayectoria que la empresa ha tenido con las autoridades encargadas del cumplimiento normativo, con base en:
 - a) Desarrollo del programa Industria Limpia. Fechas de certificación y refrendos
 - b) Relación del programa Industria Limpia con la ISO 14001 e ISO 9001 u otro certificado de calidad en la industria automotriz
 - c) Principales tecnologías ambientales y medidas organizacionales implementadas a lo largo de las fases de aplicación del programa de Industria Limpia.

B. Variables Independientes Endógenas a la Empresa

B1. Capacidades Tecnológicas

Ahora bien, en el contexto operativo de las empresas automotrices en México, ¿cuáles son las capacidades tecnológicas específicas necesarias para generar innovaciones ambientales?, ¿Cuáles serían sus parámetros de referencia?

En cuanto a las capacidades tecnológicas específicas necesarias para generar innovaciones ambientales, Montalvo, (2002, 2004 y 2008) plantea en su modelo del comportamiento planeado de la firma, que las capacidades para avanzar hacia un nuevos paradigma de tecnologías limpias están relacionadas con: a) la aplicación del análisis de ciclo de vida del producto (ACVP), como herramienta para optimizar el desarrollo de tecnologías limpias a lo largo de su cadena de producción, b) la cooperación de la empresa con proveedores y clientes en la implementación de una cultura ambiental limpia, c) la detección de oportunidades tecnológicas en materias primas, insumos y componentes que permitan disminuir el impacto ambiental de sus actividades, y, d) la implementación de medidas de mejoramiento continuo en aquellas partes ambientalmente críticas del diseño del producto y de su proceso de producción.

Dados los alcances de este proyecto, las capacidades para efectuar un ACVP se observaran a partir de la evolución de las habilidades necesarias para orientar la innovación ambiental en procesos de manufactura. Específicamente, las habilidades para:

- i)* elaborar un flow chart del proceso de manufactura para focalizar las fases críticas y ubicar los componentes e insumos con miras a intervenirlo para disminuir su impacto ambiental,
- ii)* implementar actividades tendientes a la elaboración de una lista de insumos y componentes usados en la manufactura,
- iii)* identificar las posibles fuentes de intervención para mejorar el desempeño ambiental, y,
- iv)* reconocer las oportunidades tecnológicas referidas al ciclo natural de reemplazo del stock de tecnologías ambientales, utilizadas en sus procesos.

B2. Aprendizaje Organizacional

Según Montalvo (2008:S10), para que la adopción y desarrollo de nuevos procesos con enfoque ambiental puedan ser operacionalizados, las empresas deben tener la capacidad de integrar conocimiento nuevo y flexibilizar su estructura organizacional a las condiciones de su contexto. En otras palabras, el aprendizaje organizacional, como se le conoce a este proceso en la literatura de la innovación, se refiere a la capacidad de integrar conocimientos novedosos y cambios organizacionales para el rediseño de procesos orientados a la protección ambiental.

Siguiendo a Montalvo, los elementos analíticos para dar cuenta de los procesos de aprendizaje organizacional, orientados al medio ambiente serán:

- 1) la resolución de problemas, que consiste en observar las habilidades desplegadas para conducir el conocimiento a través de diferentes barreras

- funcionales y cognitivas de los integrantes de una empresa en relación al medio ambiente,
- 2) habilidades necesarias para integrar la especialización funcional, la diversidad cognitiva y las preferencias metodológicas en procesos integrales de manejo ambiental, y,
 - 3) habilidades para implementar los cambios productivos una vez que los objetivos ambientales están claramente establecidos.

La hipótesis que propongo al respecto es:

H_3 = La habilidad y necesidad de implementar AIA se asociada con el nivel de capacidades tecnológicas y procesos de aprendizaje organizacional orientados al medio ambiente.

La batería de preguntas para dar cuenta de lo anterior son:

1. Describir el proceso de transferencia de requerimientos productivos que la ensambladora final establece hacia esta empresa.
2. ¿Cómo se integran los grupos de trabajo que operacionalizan y resuelven problemas en la manufactura del producto? ¿Tienen atribuciones para introducir nociones de reuso/reciclaje de insumos o componentes en el proceso de manufactura?
3. ¿Existe personal con habilidades relacionados con el diseño industrial y ambiental? ¿Cómo se relacionan con la ingeniería de producción?,
4. ¿existe personal que, aun cuando no tenga suficiente preparación técnica, tenga poder de influencia para impulsar acciones productivas que mejoren el desempeño ambiental de la empresa?
5. ¿Existe un staff que continuamente recolecte información sobre tecnologías ambientales y nuevas técnicas de Management? ¿de qué manera se trasmite esta información a la gerencia para implementar acciones que mejoren la productividad y el desempeño ambiental de la empresa?

6. ¿existen mecanismos organizacionales que permitan disminuir la resistencia al cambio y el aprendizaje de nuevas técnicas entre los empleados de la empresa?
7. ¿se implementan mecanismos que permitan traducir los diferentes lenguajes profesionales en la resolución de problemas en forma despersonalizada?
8. ¿se asegura una atmosfera creativa en la integración e implementación de dichos mecanismos?
9. En función de las preguntas 5 a 8, ¿es posible para esta empresa implementar una cultura que disminuya los residuos (sólidos, aguas residuales) y promueva el ahorro de energía

Vínculos Mecanísticos

Una vez que se identificaron las regularidades empíricas de la innovación ambiental, es necesario explicitar los procesos que median en los vínculos causales que la literatura ha establecido para nuestro planteamiento.

Siguiendo la construcción teórica del objeto de estudio, los mecanismos de la innovación ambiental se analizan a partir de dos tendencias, presentes en cualquier proceso evolutivo: 1) mecanismos ocurridos en fases de estabilidad estructural,³⁸ y 2) mecanismos en fases de inestabilidad (de determinación dialéctica y estadística). Todo ello, con el objetivo explícito de entender la manera en cómo influye la evolución de competencias ambientales y los procesos de aprendizaje sobre las AIA, es decir, la forma en que las agencias locales adquieren o no la capacidad de

³⁸ Los mecanismos en esta fase son de determinación: a) *interactiva*, (también llamado como de causación recíproca o interdependencia funcional), debido a que los procesos de aprendizaje que construyen competencias se generan en redes formales e informales tanto al interior de la empresa, como de ésta en relación con su entorno; b) *teleológica*; de los medios por los fines u objetivos en tanto el objetivo de la empresa filial como unidad de costo es la eficientización de procesos de manufactura; y, c) de determinación causal o causación: del efecto por la causa eficiente (externa) en la medida que las AIA son consecuencia del cumplimiento de la regulación ambiental o de presiones de mercado.

procesar los condicionamientos ambientales del entorno para la implementación de AIA.

La hipótesis mecanísmica indica que las empresas filiales han transitado por tres momentos de evolución ambiental, los cuales expresan diferencias respecto a los procesos de aprendizaje, construcción de competencias y aplicación diferenciada de acciones de innovación ambiental. La progresión de momentos evolutivos tiene un carácter acumulativo y no lineal en el tiempo.

En el momento evolutivo I tenemos a empresas automotrices que funcionaban en un mercado cerrado, sin ninguna necesidad de homogeneizar sus prácticas ambientales con las mejores a nivel internacional. Al tener un mercado cautivo, el rol que estas empresas jugaban en su red corporativa era la de tener presencia en el mercado nacional, con una producción limitada al número de modelos permitido por los decretos automotrices. Aquí, el corporativo transnacional aportaba la maquinaria, la materia prima y el diseño del proceso, mientras que la empresa filial se encargaba de ensamblar los productos y manejar las cuestiones administrativas ligadas a su funcionamiento (i.e pago de salarios, renta, luz, trámites burocráticos, etc.)

En un mercado cautivo el tipo de relación establecida matriz-subsidiaria se sustentaba en la transferencia de ganancias de ésta a aquella, vía el pago por uso de patentes; medido por la retribución que la empresa filial realizaba a la matriz según la cantidad de automóviles ensamblados y vendidos en el mercado nacional. En este sentido, la estrategia competitiva de estas empresas se basaba en la disminución de costos administrativos (v.gr. vía la utilización de mano de obra barata) y en la producción del mayor número de unidades en el menor tiempo posible.

En estas condiciones la instrumentación de acciones ambientales tendían a elevar sus costos operativos, erosionando su ganancia dada por su principal competencia. En este contexto, los ingenieros se inclinaban por el cumplimiento mínimo de la normatividad ambiental para no afectar su estructura de costos y

mantener la continuidad de sus actividades, reduciendo el impacto sobre sus ingresos por la introducción de medidas ambientales.

Con la liberalización comercial y el fortalecimiento institucional de las agencias gubernamentales encargadas de aplicar la normatividad, las empresas del sector automotriz se vieron en la necesidad de homogeneizar sus prácticas ambientales con las que la corporación mantenía a nivel mundial. Ello implicó la creación de una estructura organizacional enfocada al cumplimiento normativo.

Dados los elevados costos para cumplir con la normatividad y en un momento en que las empresas automotrices participaban para complementar la demanda de su principal mercado, su desempeño ambiental se va incorporando en la estrategia de eficientizadora de procesos. De tal manera que, el cumplimiento normativo se refuncionaliza en la estructura organizacional al incorporarse con sus actividades de manufactura. Ello significa un cambio cualitativamente importante respecto al momento I, pues en éste las funciones ambientales no sólo se enfocan al cumplimiento normativo; sino también se integran con la calidad y la entrega justo a tiempo.

El mecanismo detrás del momento II es que, dado que las empresas automotrices funcionan como filiales éstas se constituyen como unidades de costo que reciben un presupuesto anual corporativo; cuya responsabilidad de manejo está a cargo de las agencias locales de la planta. En este esquema el corporativo solicita el producto y la empresa se responsabiliza de organizar el proceso de manufactura; cumpliendo con sus obligaciones administrativas, requerimientos de calidad (por ejemplo ISO 9001 y 9002) y diferenciación del producto. Aquí, su estrategia competitiva se basa en la calidad y la eficientización de procesos, mediante la disminución de costos unitarios, control de inventarios y reducción de tiempos muertos en la línea de producción. Por lo que, las agencias locales (ingenieros, técnicos y operadores) intervienen con mayor intensidad en los procesos mediante la aplicación de mayores niveles de conocimiento manufacturero en actividades ambientales. Así también, las formas de organización

para resolver problemas específicos del proceso de producción, se enfocan al cumplimiento de metas ambientales.

En este escenario, la principal fuente competitiva de este tipo de empresa es la eficientización de procesos, vía incrementos en la productividad y calidad del producto; lo cual implica que la reducción de costos unitarios sea una parte importante de su fuente de ganancias y que la disminución de costos administrativos sea menos relevante. Aquí, los costos del control ambiental son observados de una manera menos nociva respecto a su principal competencia, debido a que éste se distribuye sobre la base del costo unitario, es decir, permite tolerar un mayor costo administrativo asociado con el control ambiental, por un lado, e incorpora el desempeño ambiental como una más de sus metas de racionalización de procesos.

Dicho en otras palabras, el nuevo rol asignado a las empresas automotrices como plataformas de exportación genera, a la par con el cumplimiento de la normatividad ambiental, la necesidad de implementar proyectos de protección ambiental según su tasa de retorno. De tal manera que, la racionalización de las acciones de innovación ambiental se empieza a diseñar con base en el rendimiento promedio que éstas tienen sobre su estructura de inversión. En este momento evolutivo, las acciones ambientales se observan como una ventana de oportunidad para eficientizar el uso de sus recursos.

Aquí, el medio ambiente más que un gasto se empieza a considerar como un ahorro. Los diseños de proyectos ambientales se realizan con cálculos de recuperación específicos en tiempo y forma. Dentro de esta fase de la industria automotriz entran todas las acciones relacionadas con reciclaje, uso de agua, y ahorro de energía y, dentro del proceso manufacturero, las relacionadas con la disminución de desechos de producción (scrap) como un criterio de eficiencia productiva.

Sin embargo, el cumulo de rediseños en proceso y de actividades para eficientizar el desempeño ambiental tienen un umbral crítico en el régimen tecnológico del automóvil. Por lo que, si se quiere seguir reduciendo los costos

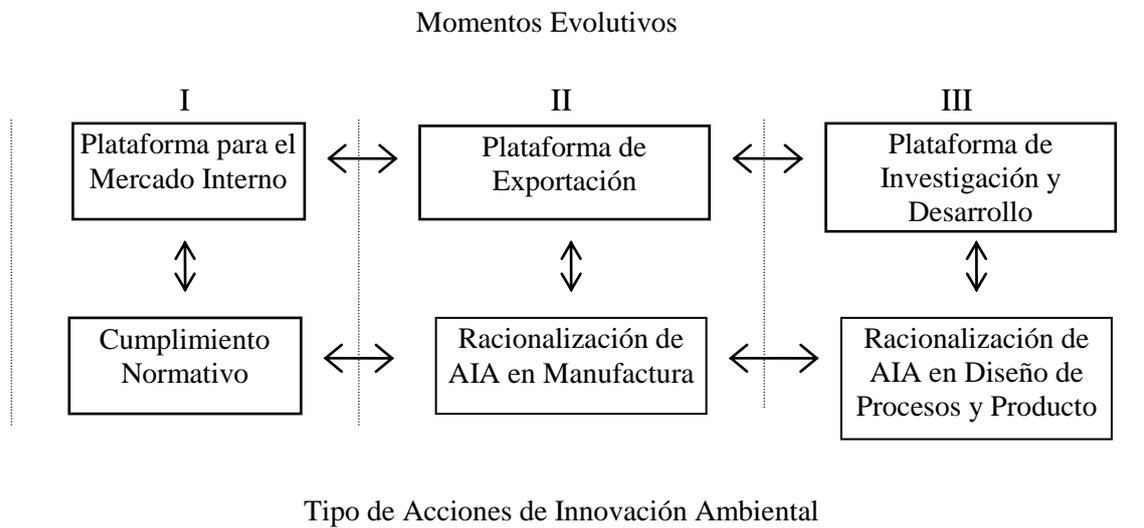
asociados a su flujo de residuos es necesario diseñar la arquitectura del producto desde su concepción; aprovechando las competencias alcanzadas por la transferencia de funciones de investigación y desarrollo.

En su relación con su casa matriz, ésta envía las especificaciones ambientales del producto y la filial local se encarga de operar el proceso; pero con un grado mayor de libertad para adatar cambios en el diseño del producto. Realizado éste en su centro de investigación y desarrollo; siempre según los requerimientos específicos de sus clientes y ajustada a las normas de ensamble del sector automotriz.

En esta dinámica dos elementos son críticos: por un lado, el establecimiento de nuevas relaciones cliente-proveedor mediante la interacción directa de los ingenieros de diseño con los clientes y, por otro, los canales internos de comunicación entre los departamentos de calidad, producto y proceso que gestan lo que se conoce como la ingeniería concurrente. De acuerdo con este esquema de operación, su principal fuente competitiva consiste en hacer eficiente tanto el diseño del producto como del proceso, mediante la disminución del tiempo en la realización de los proyectos sobre nuevos productos. Por lo que, las acciones de innovación ambiental se refuncionalizan desde el diseño del producto, con miras a minimizar la generación de residuos y disminuir costos de disposición durante su manufactura.

En síntesis, dado que las empresas automotrices han transitado por diferentes momentos de evolución, las acciones de innovación ambiental asociadas a cada fase son: 1) cumplimiento normativo, 2) control en manufactura con plataformas competitivas y 3) Control con investigación y desarrollo en procesos y productos **(esquema 2)**

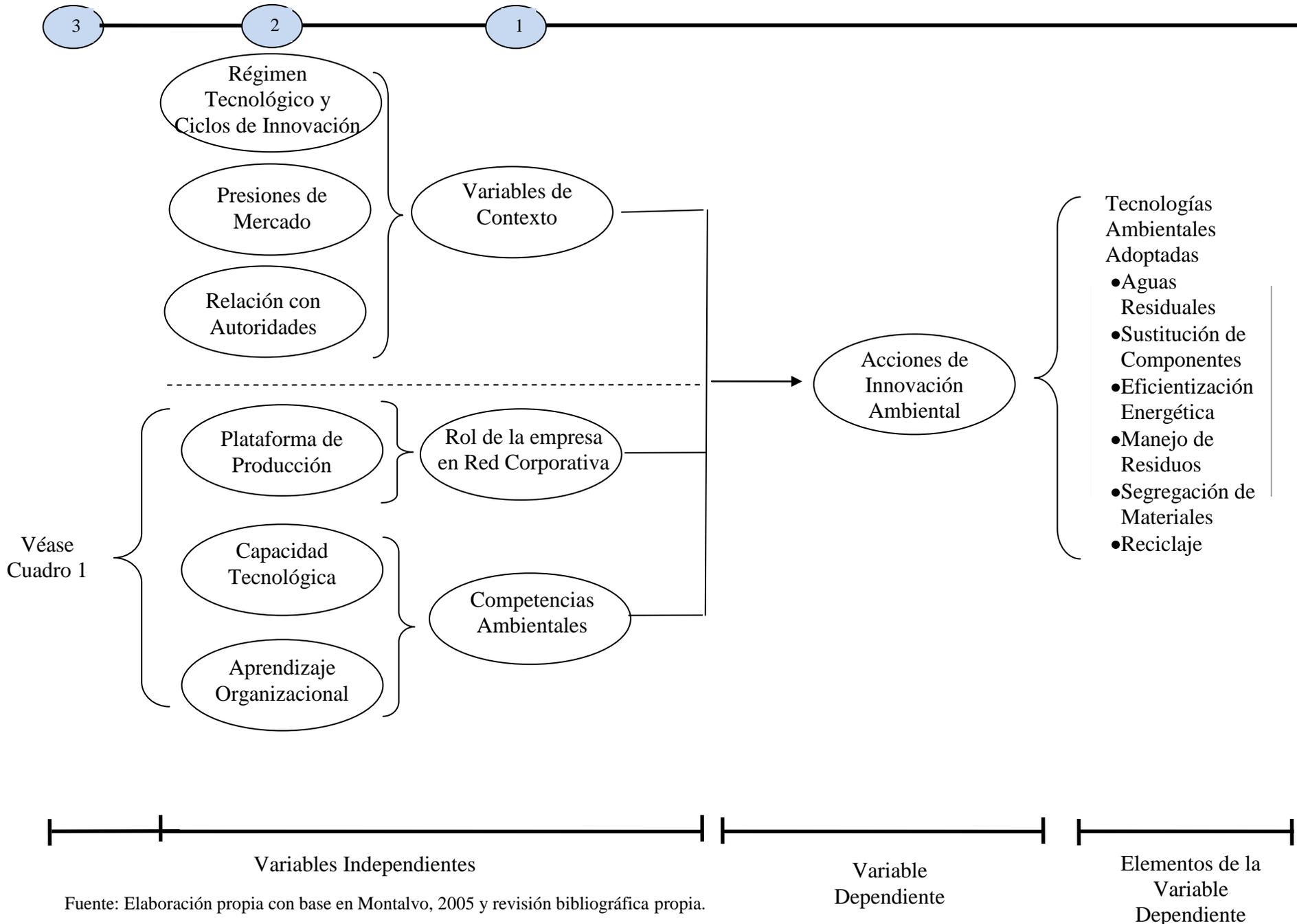
Esquema 2
Asociación de momentos de evolución productiva y tipos de acciones de innovación ambiental (AIA)



Fuente: Adaptado de García, 2002 y análisis preliminar de trayectorias ambientales de empresas automotrices.

Esquema 1

Niveles Explicativos de la Innovación Ambiental de Proceso del Sector Automotriz en México



Cuadro 1. Aspectos a observar en variables independientes

Capacidades Tecnológicas	Aprendizaje Organizacional	Rol de la Empresa Filial
Análisis del proceso manufacturero aplicado a la reducción de residuos: elaboración de flow chart para identificar fases críticas del proceso	Resolución de problemas diferenciada según momento evolutivo	Plataforma de Producción para el Mercado Doméstico
Contexto de Oportunidades sobre Tecnológicas Ambientales	Integración de especialidades funcionales en formas de organización del trabajo	Plataforma de Exportación con eficientización de proceso
Administración de la tecnología	Integración de conocimiento y habilidades para implementar cambios ambientales	Investigación y Desarrollo de Nuevos Prototipos de Producto

Cuadro 2
Eventos Críticos que definen Momentos de Evolución Ambiental

MOMENTOS	Aprendizaje Organizacional			Competencias Ambientales		Rol de la empresa en su red corporativa
	Distribución Organizacional	Tipo de problemas Resueltos	Integración de especialidades	Habilidad (el saber hacer)	Conocimiento (saber)	
I	Departamento Ambiental sin vinculación	De Cumplimiento Normativo	Ingenieros Químicos	Recomendaciones de cumplimiento	Normatividad Aplicada al proceso de producción	Shelter/Filial
II	Departamento Ambiental vinculado a producción, calidad y mantenimiento	Eficiencia de desempeño ambiental. El M.A como forma de optimizar el presupuesto y buscar de nuevos insumos	Ingeniería Química vinculada con ingeniería de producción y mecánica	Elaboración de un flow chart, focalizando fases críticas de la manufactura para intervenirlo	Características de la manufactura, derivada de la experiencia en la adaptación y cambio de procesos	Filial
III	Departamento Ambiental vinculado a diseño de procesos y productos	Investigación de diseños en producto, con el objetivo de disminuir los residuos en sus procesos	Ingeniería Concurrente entre Mecatrónica, Nanotecnología, Química y Física en el diseño de productos y procesos	Recomendaciones para optimizar el diseño del producto, enfocado en la disminución de residuos y en el no uso de sustancias restringidas	Conocimiento sobre las características físicas y químicas de los insumos requeridos para el diseño del producto	

Capítulo IV

Procesos Sociales de la Acción Ambiental

Como mencioné en el capítulo 2, el análisis del proceso formativo de la acción ambiental tiene como punto de partida la conceptualización de la empresa automotriz como un sistema de propiedades emergentes, surgida por la interacción de: 1) sus componentes (subsistema ingenieros y subsistema red), 2) su entorno (requerimientos corporativos y de cumplimiento normativo), 3) su estructura interna y externa, es decir el tipo de relaciones que vincula a sus componentes entre sí y con su entorno (que pueden ser otros sistemas con los cuales interactúa) y, 4) los mecanismos de determinación que la hacen funcionar.

Como también ya se mencionó, las empresas automotrices están inmersas en procesos de transferencia de funciones ambientales, donde éstas buscan adaptar su funcionamiento a las estrategias globales y al cumplimiento normativo local. En dicho proceso de transferencia, se articulan por lo menos dos elementos: por un lado, las formas en que las corporaciones definen, organizan y conducen sus estrategias a nivel mundial y, por otro, la evolución de competencias ambientales de los agentes locales (ingenieros, técnicos y operadores de producción) para adaptar las funciones transferidas.

Desde esta perspectiva, la actividad de las filiales es producto de la imbricación de requerimientos ambientales (locales y globales), y la manera en cómo las agencias locales los asimilan y adaptan a su contexto productivo. Por lo que, la acción de éstas produce basamentos cognitivos, generados tanto por el intercambio de información entre los ingenieros ambientales de la misma empresa (subsistema ingenieros), como entre los ingenieros de manufactura al interior de su red corporativa (subsistema red).

En el tiempo, la interacción de ambos subsistemas constituye un proceso de aprendizaje organizacional que permite integrar conocimientos nuevos en la manufactura, orientada hacia la protección ambiental. Lo cual, a su vez, permite la

construcción de capacidades basadas en el análisis manufacturero y la detección de oportunidades tecnológicas que habilitan las acciones ambientales.

En este sentido, la evolución de competencias ambientales supone la construcción de habilidades y saberes para atender tanto los requerimientos impuestos por la corporación, como las exigencias del cumplimiento normativo. Por lo que, la empresa automotriz es una entidad caracterizada por competencias ambientales implícitas en sus rutinas organizacionales; cuyo desarrollo se da según el rol que juega dentro de su red global y el grado de aprendizaje alcanzado por las agencias locales para adaptarse a las exigencias ambientales de su entorno.

Bajo esta tesitura, el análisis del proceso formativo de la acción ambiental conjetura la existencia de diferentes momentos de evolución de competencias ambientales (Véase **Cuadro 2 del capítulo 3**). Los cuales, no sólo forman parte de una construcción sucesiva de habilidades y saberes (en el sentido de que cada uno es a la vez el resultado de las posibilidades abiertas por el precedente y condición necesaria para la formación del siguiente), sino que, además, cada nuevo momento evolutivo siempre comienza por una reorganización, a otro nivel, de las principales adquisiciones logradas en los momentos anteriores. De lo cual resulta que, para explicar la integración evolutiva hasta los estadios presentes (en cuanto a la naturaleza de sus vínculos), este capítulo analiza los momentos evolutivos elementales.

En este escenario, cuando una empresa encuentra una perturbación externa o interna (cambios en el entorno y contradicciones endógenas) se abren ante ella dos posibilidades: 1) la conservación de ésta como sistema se hace imposible y ocurre el cierre de operaciones, (aunque quizá logre permanecer con un comportamiento inestable), o bien, 2) sus componentes promueven modificaciones compensadoras para adaptarla a un nuevo momento de evolución.

De ello se deriva que, como ya se mencionó en el capítulo 2, los únicos factores realmente omnipresentes en cada momento sean de naturaleza funcional y no estructural. Dichos factores están vinculados con la asimilación de lo que es nuevo a las estructuras precedentes, y con la acomodación de estas últimas a las

nuevas adquisiciones realizadas. El primero significa la incorporación de un elemento exterior (objeto, acontecimiento, etc.) en la estructura organizacional de la empresa; mientras que la acomodación representa la necesidad bajo la cual se encuentra la asimilación de tener en cuenta las particularidades propias de los elementos que hay que asimilar. De tal manera que, la transformación de la acción ambiental (continua en cada momento evolutivo), procede por reorganización y reequilibración con actuaciones paralelas de continuidad funcional y discontinuidad estructural.

En función de lo dicho anteriormente, este capítulo hará una distinción analítica entre fases donde existe una relativa estabilidad estructural (momentos evolutivos) del sistema, subsistemas y su entorno, de otras etapas donde éstas son inestables (fases de transición), y, los mecanismos de determinación que dan forma a las sucesivas equilibraciones y reequilibraciones para cada momento de evolución temporal de las AIA's.

De acuerdo al planteamiento teórico, en cada momento subyacerá una razón sistemática de desequilibrio que disminuirá conforme nuevas contradicciones sean incorporadas a la dinámica de cada momento de evolución. Como veremos empíricamente, el desarrollo de competencias ambientales en cada momento temporal representará una equilibración progresiva, que tenderá hacia un mejor equilibrio respecto al anterior (tanto en la estructura organizacional como en su campo de aplicación.

Así, en cada momento evolutivo se dará cuenta de las fluctuaciones internas (interacción contradictoria de sus componentes al interior del sistema, vinculada a problemas relacionados con la manufactura del producto), y las fluctuaciones externas (relacionadas con las oscilaciones del entorno). Las preguntas que guiarán la caracterización de cada momento serán:

- A. ¿Cuáles son las condiciones del marco contextual y organizacional que generan cada fase de estabilidad (momentos de evolución)?
- B. ¿Cuál es la relación entre los procesos de aprendizaje y construcción de competencias ambientales en fases de estabilidad estructural de la

empresa?, En otras palabras, ¿cómo es el proceso formativo de la acción ambiental en el momento evolutivo I, II y III?, y ¿cómo se reproducen?

C. ¿Cuáles son los umbrales de cada momento evolutivo (fase de estabilidad estructural)?

Por su parte, en los momentos de transición se expondrán las fluctuaciones (tanto externas como internas), que no pudieron ser procesadas exitosamente por la estructura organizacional establecida en el momento evolutivo previo. En la medida que dichas fluctuaciones corresponden a magnitudes no presentes en la fase anterior, se hará referencia a dos procesos: a) por un lado, al conjunto de ensayos que ocurrieron para estabilizar la estructura organizacional ante fluctuaciones que no habían estado presentes y, b) por otro, a los eventos que ocurrieron para estabilizar la estructura organizacional en un nuevo momento de evolución.

A partir de ello, se procederá a estudiar los mecanismos dialécticos y estocásticos a que da lugar dicho momento de transición; haciendo referencia a la manera en cómo los componentes de la fase anterior se refuncionalizan con los nuevos para estabilizar el comportamiento ambiental de la empresa al nuevo contexto interno y externo.

Dicho en otras palabras, se dará cuenta de las relaciones interactivas (entorno institucional-organismos-grupos de individuos) sujetas al azar y la probabilidad, exponiendo las razones por las que el sistema eligió la regularidad empírica observada y bajo qué condiciones hubiera elegido otra.

Las preguntas que guiarán la exposición de esta parte de los hallazgos empíricos se relacionan con las anteriores, agregándoles las siguientes:

- A. En momentos de inestabilidad estructural, ¿cuáles son los senderos probabilísticos a escoger?
- B. ¿Cómo se refuncionalizan las competencias ambientales de un momento evolutivo previo (con las desarrolladas en el siguiente? ¿qué nuevos procesos de aprendizaje surgen como consecuencia de ello?

- C. ¿Qué acontecimientos, qué tecnología (s) desaparece (n) y que innovaciones se aceptarán presumiblemente para la organización ambiental de las empresas?,

IV.1 Temporalidad de Trayectorias Ambientales

Rasgos generales de empresas visitadas

Durante la investigación se realizaron entrevistas en profundidad con gerentes de manufactura encargados de la gestión ambiental (Véase **Anexo 2**). La muestra abarcó 9 plantas (Véase **Cuadro 1**), de éstas una opera en México desde los sesentas; tres de los ochentas y el resto funcionan desde hace más de 20 años. La totalidad de las empresas son de capital extranjero; la mitad de Estados Unidos (dos ensambladoras y dos autopartes), el resto alemanas (tres de autopartes) y dos ensambladoras de capital japonés. Como casi la mayoría de las empresas del sector automotriz, su principal mercado de exportación es Estados Unidos y su planta laboral oscilaba entre los 5,000 y 300 trabajadores promedio al momento de la entrevista (agosto-diciembre del 2009).

Unidades básicas de análisis y temporalidad por grupo de trayectorias

Con la finalidad de definir las unidades básicas de análisis, realice una revisión temporal de la evolución de competencias ambientales. Ello con base en el desarrollo de las capacidades tecnológicas y el grado de aprendizaje organizacional involucrado con las acciones de innovación ambiental de las empresas visitadas (véase **Cuadro 2 del capítulo 3**).

Como se puede observar en el **Esquema 1** de las nueve empresas analizadas 6 se encuentran o han pasado durante su trayectoria ambiental por el momento I, siete han iniciado o pasado alguna vez por el momento II; mientras que una se encuentra en transición del momento I al II, y una más ha pasado desde el I al momento III.

Para caracterizar a cada grupo de empresas tomaré aquellas que durante su vida productiva transitaron por algún momento evolutivo. En la medida que se cuente con información sobre el momento en cuestión, la anexaré para caracterizarlo. Mientras que, para realizar el análisis de trayectorias en momentos de transición, la unidad de estudio serán todas aquellas que hayan pasado a través de los momentos evolutivos. Del **Esquema 1** se identifican cinco trayectorias básicas, las cuales son:

Trayectoria 1. Se ubican las empresas que iniciaron actividades y permanecen dentro de las características del momento evolutivo I.

Trayectoria 2. Son empresas que nacieron en el momento I y que se encuentran en fase de transición hacia el momento II.

Trayectoria 3. En ésta se incluyen empresas que por sus características productivas nacieron en el momento evolutivo I, pero que ahora se encuentran en el momento II.

Trayectoria 4. Abarca empresas que iniciaron su vida productiva en el momento II desde su nacimiento y que aún siguen en él.

Trayectoria 5. Se ubican las empresas que han transitado por los tres momentos evolutivos. La empresa I es la única que se encuentran en esta condición.

Hasta aquí se han ubicado las trayectorias ambientales según el momento evolutivo de sus competencias ambientales, pero ésta es una presentación agregada que no refleja su aparición cronológica. Por lo que, es necesario discutir la temporalidad específica de cada trayectoria ambiental con la finalidad de vislumbrar su evolución temporal. Visto así, podemos observar que las empresas han entrado a cada momento en diferentes temporalidades.

En el **Esquema 2**, se puede observar que las empresas que iniciaron su trayectoria en el momento I aparecen en tres tiempos diferentes: las primeras durante la década de los sesentas (empresa F), otro conjunto que inicio a finales de los setentas y la primera mitad de los ochentas (empresas C, E, I), y una tercera colección que inicia a finales de los noventas y principios del nuevo siglo (empresas A, B, D). A su vez, las plantas del momento ambiental II aparecen desde mediados

de los ochentas (planta G) y durante la década de los noventa (resto de empresas de trayectoria 4 y 5).

Por último, la trayectoria 5 representa la única empresa que ha transitado por los tres momentos evolutivos identificados en la evidencia empírica. El esquema también muestra que la trayectoria 1 y 4 no ha evolucionado hacia otros momentos desde su fundación, se trata de empresas que han permanecido en el I y II, respectivamente.

De este conglomerado de empresas es importante señalar la temporalidad de los momentos de transición. En este caso, las del momento I al II han tenido lugar desde mediados de la década de los noventa (empresas C, D, E, F e I), y ya entrados en la primera década del siglo XXI solo la empresa B. Mientras que, la transición del momento II al III sólo ha tenido lugar en la empresa I durante el año 2003. Visto así, el **Esquema 2** nos muestra la coexistencia diferenciada de distintos momentos evolutivos entre las empresas estudiadas.

IV.2 Momentos de Evolución Ambiental

Momento I. Fase Primigenia de la Innovación Ambiental

Para exponer la estabilidad estructural de este momento de evolución ambiental, se retoman las empresas que durante su trayectoria han transitado alguna vez por el momento I. Concretamente, me refiero a las empresas agrupadas en la trayectoria 1, 3 y 5. Como lo podemos observar en el **Esquema 2**, los tiempos en que cada una de éstas ingresa al momento I son diferentes, lo cual propicia que su entorno temporal genere formas diferenciadas respecto a la manera en cómo las agencias locales asimilaron y adaptaron acciones de innovación ambiental en el tiempo.

Podemos observar tres grupos de empresas: las primeras que iniciaron durante la década de los sesentas (empresa F), otro conjunto que inicio a finales de los setentas y la primera mitad de los ochentas (empresas C, E, I), mientras que una tercera colección de finales de los noventas y principios del nuevo siglo (empresas A, B, D). Prestar atención al entorno diferenciado que cada una las empresas

enfrentó nos permite calibrar las similitudes y discrepancias respecto al tipo de competencias ambientales desarrolladas en este momento evolutivo.

En cuanto al primer grupo, su contexto está marcado por el inicio de la industria automotriz en México con el decreto de 1962 que, al imponer exigencias de contenido nacional a las armadoras para vender autos en el mercado doméstico, propició que durante esta década no sólo la empresa F decidiera establecer una fábrica de ensamble, sino también sus principales competidores de origen estadounidense.

Como se mencionó en el capítulo 1, dado lo limitado del mercado interno para absorber las economías de escala requeridas por la dinámica productiva del sector, las empresas instaladas operaban con costos operativos muy por encima de lo que ocurría en sus países de origen (García, 1996; Arteaga, 2005). Lo cual, implicó la diversificación de líneas y modelos ajustada a una escala reducida (respecto a lo que potencialmente se podría producir) con pocas fábricas y altos niveles de ineficiencia respecto a su estructura corporativa (Arteaga, 2005). En paralelo, el medio ambiente y el aprovechamiento de los recursos no era una variable en la estrategia de negocios de las empresas automotrices de aquella época (sesentas y setentas), pues las exigencias de la normatividad ambiental y de las corporaciones eran mínimas o nulas.

Por su parte, el segundo grupo inició sus actividades cuando la estrategia de sus corporativos se orientaba hacia la expansión de sus operaciones en México, ello como medida para solventar las demandas de su principal mercado a bajos costos operativos. Dicha estrategia coincide con una política automotriz que tenía por objetivo la disminución del déficit comercial (generado por la creciente importación de autopartes para la producción local de automóviles), vía la promoción de exportaciones del sector (Decreto de 1977 y 1983).

Como se documentó en el capítulo 1, el patrón de localización estuvo marcado por el traslado de plantas ensambladoras de autopartes (motores de bajo cilindraje y arneses diversos), en una primera fase (1979-1982) y, por la instalación

de fábricas de unidades completas (1986-1988); ambas destinadas a complementar la producción demandada en EUA.

En cuanto al tercer grupo, el escenario de su nacimiento se da cuando la política de promoción hacia el sector es de franca liberalización comercial y en medio de un boom de inversiones hacia el sector que consolidan a México como plataforma de exportación de vehículos ligeros y pesados (1994 y 2009). Éstas se orientan tanto a la creación de una nueva estructura productiva, como hacia la reconversión de plantas cuya producción era destinada al mercado interno.

En este escenario, ¿cómo se asimilaron y adaptaron las acciones de innovación ambiental? Según entrevista con el ingeniero ambiental en la empresa F, durante ese tiempo la empresa se mantuvo en niveles básicos de cumplimiento ambiental, más relacionado con las actividades de mantenimiento de la maquinaria que en labores de protección ambiental.

La convergencia de la primera crisis económica en México (1982) y el súbito aumento competitivo de las armadoras japonesas en EUA (que se gesta al amparo de los choques petroleros de 1973 y 1979); propiciaron que esta empresa comenzara un lento proceso de transformación; el cual, iría acompañado de un plan corporativo de inversión que implicaba la instalación de una fábrica más de ensamble, en la región centro occidente del país.

Aun cuando la vocación de la empresa F seguiría enfocada hacia el mercado interno, su corporación inició por aquellos años un plan que implicaba modernizar sus prácticas productivas. En paralelo con dicha tendencia, en 1982 la empresa recibió una de sus primeras auditorías ambientales que le solicitaban el cumplimiento de la recientemente aprobada normatividad ambiental (Véase **Cuadro 2**).

En aquella coyuntura, la empresa F recibió instrucciones de su corporativo para crear un departamento ambiental, adscrito al área de ingeniería de mantenimiento, que permitiera ejecutar las observaciones que habían recibido sobre las no conformidades de la auditoría gubernamental. Con el inicio de operaciones de su otra planta de ensamble (1984) y ante la necesidad de unificar

las actividades ambientales de ambas, en 1989 los ingenieros que habían participado en los primeros cumplimientos normativos diseñaron, junto con sus pares corporativos, un Plan Ambiental para sus plantas ubicadas en Norteamérica.

En el plano normativo, esos años (finales de los ochenta) coincidieron con la transformación del aparato institucional encargado de vigilar las actividades ambientales del sector automotriz. Ante la expectativa de la firma de un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá y de que las empresas transnacionales traerían procesos sucios al país por la debilidad del marco normativo; en 1991 se promulgó la Ley del Equilibrio Ecológico Federal (LEEGEPA) y se creó una entidad encargada para aplicar la nueva normatividad (PROFEPA), elevando las funciones ambientales a rango de Secretaría de Estado mediante la creación de la SEMARNAT.

Así, durante los ochentas y principios de los noventas, el tipo de problemas que la estructura organizacional resolvió (creada en 1982 y consolidada en 1989) fue la de atender los requerimientos de cumplimiento de la normatividad aplicada en sus procesos. Específicamente, lo relacionado con: el confinamiento de residuos peligrosos y no (1990), pre-tratamiento de aguas residuales (1991), remediación de sitios contaminados (1991). Véase **Cuadro 2**.

El conocimiento de los ingenieros de este primer grupo que conformó el departamento ambiental era relacionado con materiales, mantenimiento y técnicos a nivel de la línea de producción. De formación profesional en ingeniería química, sus actividades se limitaban al cumplimiento normativo sin intervenir en las actividades del proceso de manufactura.

El segundo grupo de empresas que transitaron por este momento evolutivo comparten el mismo contexto y algunas similitudes con la empresa F. Por ejemplo, la empresa C, que había iniciado operaciones en 1979, creó su departamento ambiental como entidad independiente de ingeniería de planta en 1988, la E lo hizo en 1990 y la I en 1994 (véase **cuadro 3, 4 y 5**, respectivamente). Todas ellas comparten la imposición de multas y recomendaciones como consecuencia de las

inspecciones que la autoridad realizó como evento precedente de la organización y contratación de personal especializado en cuestiones ambientales.

No obstante, dicha sucesión evolutiva no es del todo homogénea dada la temporalidad de los eventos relacionados con su aprendizaje organizacional y las consecuencias no previstas en que derivó dicho proceso. En el caso de la empresa C, la imposición de una multa por su no cumplimiento motivó la necesidad de agruparse con empresas de su mismo giro instaladas en la región.

Según nos comentó, el ingeniero entrevistado “ello lo hicimos para intercambiar experiencias sobre cómo dar cumplimiento a ciertas normas que no estaban muy claras”; abriendo un canal de comunicación no sólo para comentar experiencias sino también para actuar conjuntamente en la elaboración de normas a nivel estatal. Lo cual, coincidió con la directiva de su corporación por obtener el certificado ISO 14001, como requerimiento para seguir siendo proveedor de primera y segunda línea de sus clientes ensambladores. Por lo que, la movilización de recursos que se había realizado para dar cumplimiento a las no conformidades de la auditoría gubernamental, también sirvió para integrar los equipos de trabajo necesarios para la ISO 14001 (1992), aunque su certificación se obtuvo 10 años después.

Por su parte, en la empresa E la implementación de esquemas operativos de control y la contratación de personal especializado en cumplimiento normativo sirvió de base para que, a principios de 1991, se elaborara un plan ambiental corporativo. El cual, se agregó a los requerimientos que tenía que cumplir la nueva fábrica a construirse en aquella década.

Sin embargo, en la empresa I la imposición de multas por haber contratado a una empresa que no confinó adecuadamente sus residuos peligrosos, derivó en una multa de varios miles de pesos (1993). Lo cual, fue evidencia de que la estructura organizacional no era operable para la nueva circunstancia; iniciando con ello un periodo de transición que analizaremos en la siguiente sección.

El último grupo de empresas que transitaron por este momento evolutivo son aquellas que iniciaron actividades a finales de los noventas y primera mitad de

este siglo; las cuales, se caracterizan por haber comenzado en poco tiempo su transición hacia el momento II (un año respecto a los 15 de los grupos anteriores). Lo anterior, puede estar asociado al hecho de que, para cuando estas empresas inician operaciones, la liberalización comercial, junto con una estrategia de negocio enfocada hacia la eficientización de procesos de productos exportables hacia Estados Unidos, opera al lado de un esquema donde la protección ambiental forma parte de sus prácticas legítimamente reconocidas, como requisito para permanecer en la cadena productiva del sector.

Es el caso de la empresa B (que inició operaciones en el 2003 como ensambladora de camionetas en una región de poca tradición automotriz), requirió de la asesoría de un despacho de consultoría para realizar los trámites normativos para la operación de sus instalaciones (manifestaciones de impacto ambiental, uso de suelo, etc.), pero que, conforme fue ampliando operaciones (a partir del 2004) transfirió las prácticas y enfoques ambientales de su corporación; llegando en muy poco tiempo a la fase de transición que expondré más adelante (Véase **Cuadro 6**).

Por último, tenemos a la empresa A que pese haber iniciado operaciones en el 2000, cuando las prácticas isomórficas del sector en materia ambiental ya se habían instituido en su contexto de negocios, plantea su funcionamiento a partir de una estructura organizacional identificada con las primeras etapas de la maquiladora de finales de los setentas y principios de los ochenta, la empresa tipo Shelter (Véase **Cuadro 7**). Dicho en otras palabras, la empresa A utiliza a otra para que ésta le preste los servicios administrativos necesarios para su funcionamiento. Principalmente, lo relacionado con los servicios contables del manejo de sus recursos humanos (pago de nomina, prima de seguro, etc.) y el cumplimiento de sus obligaciones normativas en materia ambiental.

Para este tipo de empresas, la relación Shelter-filial se sustenta en el pago de ésta según el número de trabajadores que aquella le maneje y los costos de la renta del local donde opera. Aquí, la particularidad es que no existe propiamente un departamento ambiental, sino más bien un representante del Shelter en la empresa filial. Esta persona coordina las áreas relacionadas con el manejo

ambiental y la seguridad e higiene. Llama la atención que, en este caso, dicha persona sea también el médico de la empresa A, con una enfermera de auxiliar.

Ello, marca una diferencia cualitativamente importante respecto al conocimiento del personal de medio ambiente sobre las actividades de proceso que, como veremos en la sección siguiente, es clave para iniciar la transición al momento II; donde se observa un mayor involucramiento del personal ambiental en las actividades de manufactura. En este sentido, no es extraño encontrarnos con que la empresa A continúa en el momento I.

Ante los cambios frecuentes en los procesos de producción en la empresa A y debido a que la principal fuente de ingreso del Shelter es el mantenimiento de las labores administrativas y el cumplimiento normativo, surgen conflictos entre ésta y el Shelter debido a que los servicios ambientales que proporciona sólo contempla un stock mínimo, de acuerdo a un proceso sin demasiadas variaciones en el tiempo.

Otra fuente de conflicto que lleva al límite la operación de este esquema ocurrió en el momento que la empresa A necesitaba certificar sus actividades en ISO 14001. Aquí, debido a que dicha certificación proviene de una entidad privada ajena al Shelter, éste sólo realiza el diagnóstico con los formatos de la autoridad federal (PROFEPA) y negocia con la empresa filial el precio de los nuevos servicios necesarios para alcanzar el certificado ambiental tipo ISO. Dadas estas restricciones, es entendible por qué esta forma de operacionalizar el cumplimiento normativo tiene serias limitaciones en una empresa automotriz sujeta a fuertes presiones competitivas por homogeneizar sus prácticas ambientales.

En síntesis, dado los cambios en el marco institucional de la aplicación ambiental y las modificaciones en la estrategia competitiva del sector ante la apertura comercial, el tipo de problemas que resuelve este momento de evolución es de carácter normativo, sin una necesidad clara para intervenir sobre las actividades de manufactura (**Cuadro 8**).

Así, aunque las competencias ambientales se homogeneízan a lo largo del sector, la coexistencia de procesos de aprendizaje organizacional diferenciado

perfila mecanismos de interacción que propician la composición de estructuras organizacionales integrales, con procesos cognitivos divergentes.

Este tipo de equilibración desarrolla las competencias ambientales suficientes para que las empresas implementen AIA's ligadas con: el manejo y confinamiento de residuos peligrosos, la instalación de plantas pre-tratadoras de aguas residuales y la remediación de sitios contaminados.

Sin embargo, dado que dichas competencias se asimilan en sus rutinas organizacionales, su aplicación temporal es el germen de la siguiente perturbación. Ello en la medida de que, si bien se empieza a resolver el problema de cumplimiento normativo, se dejan fuera de control los problemas originados por el exceso de residuos, ya sea por cambios en la manufactura del producto o por aumentos en los stocks de producción.³⁹ Dicho en otras palabras, ahora se tiene capacidad administrativa para manejar normativamente la disposición de los residuos, pero no se tienen controladas sus cantidades en proceso, lo cual, con el paso del tiempo se va convirtiendo en un aspecto crítico debido a los costos crecientes de disposición.

Este desequilibrio no se puede resolver con las competencias ambientales desarrolladas al momento I debido a que dicha perturbación no es evidente al inicio de su existencia. Solamente su aplicación en el tiempo exhibirá los vacíos de carácter manufacturero que subyacen en la actividad ambiental de ese momento, cuando su ausencia provoque una situación, en la cual, sea necesario no solo cumplir la normatividad; sino también hacerlo al menor costo posible.

Así, ante las ausencias de conocimiento manufacturero para eficientizar los costos de cumplimiento, se iniciarán una serie ensayos (de errores y fracasos) de los ingenieros ambientales para disminuir el flujo de residuos; generando las condiciones para evolucionar hacia el momento II.

Como veremos en la siguiente sección la recurrencia temporal de dichos errores y fracasos, en un ambiente de prácticas orientadas hacia la calidad del producto, crea las condiciones para que surja una conciencia organizacional hacia

³⁹ La carencia de conocimiento sobre la manufactura de los ingenieros ambientales genera dificultades para el cumplimiento normativo, dado los cambios continuos en la manufactura.

la rentabilidad del cumplimiento normativo, vía el involucramiento del personal ambiental en actividades de manufactura.

Ahora bien, debido a que la adquisición de una nueva rutina no ocurre de manera automática (porque supone numerosos tanteos que corresponden tanto a repeticiones de lo que ya se hacía con anterioridad, como a correcciones derivadas de los errores y fracasos de la actividad ambiental), surgen los momentos de transición, donde se gestan las nuevas equilibraciones que estabilizaran el comportamiento ambiental de la empresa en un nuevo momento de evolución. En la siguiente parte del capítulo mostraré cómo se dio este proceso en las empresas que transitaron del momento I al II.

Momento de Transición (I-II): El camino sinuoso de la innovación ambiental en actividades de proceso

Con la finalidad de exponer las contradicciones que desembocaron en la re-equilibración del momento II, se toma como unidad de análisis a dos grupos de empresas arrojadas en las trayectorias 1, 2, 3 y 4 (**Esquema 1**). En el primer conjunto se encuentran las empresas que nacieron en el momento I y que han transitado hacia el dos; mientras que, en el segundo grupo se retoma la experiencia de las plantas que nacieron con las competencias ambientales del momento II y que todavía continúan en él.

Como se puede observar en el **Esquema 2**, existen cuatro años críticos de transición: 1994 para las empresas C, F, e I; 1997 para E; y, 1999 planta D; mientras que una se encontró en tránsito al momento de la entrevista (empresa B); aquellos años estuvieron marcados por la consolidación de México como plataforma de exportación hacia Estados Unidos y la aplicación de una política ambiental orientada hacia la autogestión.

La diferenciación en cuanto a los años que tardaron en iniciar la transición es relevante porque nos da una visión del tiempo que a cada una le tomo transitar hacia competencias ambientales que integraran conocimientos de manufactura.

Además de que, nos dan una muestra sobre la flexibilidad o rigidez de las estructuras organizacionales hacia el cambio a lo largo del tiempo.

En cuanto a los años que tardaron las empresas en comenzar su transición desde el inicio de operaciones, tenemos un promedio de 13 años; con una variabilidad alta considerando que las oscilaciones se ubican en un valor máximo de 34 y mínimo de 2 años.

Dicha variación viene marcada por el contexto productivo y ambiental de la empresa al momento de arrancar actividades. Pues aquellas cuyo inicio ocurre a finales de la década de los noventa y primera del 2000, con un entorno de liberalización comercial y de difusión consolidada de prácticas ambientales, comienzan su transición más pronto (entre 2 y 6 años, empresas D y B), que aquellas que nacieron en la década de los sesenta y finales del setenta, con una política de producción orientada al mercado interno y casi nulo requerimiento ambiental (entre 34 y 17 años, empresas C y F). Aquí es importante destacar que, a excepción de la empresa G, después de mediados de los noventa la mayoría de empresas de nuestra muestra se encuentran orientando sus competencias ambientales hacia el control de residuos en procesos de manufactura.

Ahora bien, en cuanto a los años que dura dicha transición el promedio disminuye y los márgenes de variación se reducen significativamente. Exceptuando la empresa B, la media es de 5 años y medio con 8 y 2 años de valor máximo y mínimo. El acortamiento de los años en que dura la transición hacia el momento II es reflejo de las presiones competitivas del sector y de su consolidación como plataforma de exportación.

El evento inicial de la transición varía entre empresas, aunque se pueden identificar algunos rasgos comunes: desde la corrección interactiva de los niveles de cumplimiento ambiental, -por el aumento de instalaciones y para no recibir multas adicionales- (empresa C), pasando por la iniciación de los trabajos para obtener la certificación en industria limpia de la PROFEPA (empresa D, E, F e I), hasta el traslape operativo entre programas de cumplimiento específico y la

integración de equipos de trabajo para obtener la certificación ISO 14001 (empresas B y E).

Como se puede observar en el **Cuadro 8**, todas las empresas inician la fase de transición con las competencias ambientales necesarias para planear el cumplimiento normativo. Pero ¿por qué dichas actividades se convierten en una perturbación interna que las impulsará hacia la incorporación del medio ambiente en actividades de proceso? Dicho en otras palabras, ¿en qué momento las competencias ambientales alcanzadas dejan de ser suficientes para estabilizar el desempeño ambiental?

Al final de la sección anterior, sugerí que el elemento clave había sido el incremento en los costos de confinamiento de sus residuos de proceso. A lo largo de las entrevistas fue quedando claro que su existencia no era evidente al inicio de esta transición; pero que, con la aplicación temporal de una estructura organizacional orientada hacia el cumplimiento normativo, la eficientización de sus costos fue creando la necesidad de incorporar las funciones ambientales a la principal fuente de competencia de este tipo de empresas: la eficientización de procesos de manufactura. ¿Cómo se fue dando esta dinámica en las empresas visitadas? es materia de lo expuesto a continuación.

Desde finales de los ochenta, las empresas empezaron a recibir inspecciones federales para verificar sus niveles de cumplimiento normativo. Hasta ese momento, el enfoque de la autoridad era el relacionado con medidas de “comando y control”. Sin embargo, arrancado el nuevo sexenio y con la finalidad de promover el cumplimiento normativo, la política ambiental cambió de orientación, pues aun cuando siguió conservando el asunto de las inspecciones y las multas por incumplimiento, desde mediados de los noventa creó un programa de autogestión ambiental (llamado “Industria Limpia”), cuyo principal atractivo para las empresas consistía en la promesa de no recibir inspecciones en el tiempo que durará el programa, además de que si se detectaban no conformidades durante el diagnóstico situacional hubiera oportunidad de que fueran resolviéndose a través de fases de cumplimiento sucesivo hasta alcanzar el 100% de cumplimiento. Ello sin

mediar la imposición de multas en el tiempo que la empresa estuviera en el programa. Al final de dichas fases, la autoridad otorgaba una certificación que la acreditaba como “Industria Limpia” y la promesa de recibir inspecciones cada dos años.

En este contexto, las empresas firmaron convenios dentro del programa “Industria Limpia” con la PROFEPA en 1994 (excepto las empresas de autopartes C y D). Entre las no conformidades detectadas en los diagnósticos previos a la firma de dicho acuerdo, destacan las siguientes: Recipientes Sujetos a Presión, composición química de las descargas de aguas, colocación de filtros de emisiones en procesos críticos, implementación de programas de evacuación, etc.

De las anteriores, se detectaron tres eventos críticos de transición que tuvieron relevancia tanto desde el punto vista normativo, como de la dinámica de eficientización de sus costos: 1) el uso y confinamiento de aguas residuales, 2) el confinamiento y reciclaje de residuos (peligrosos y no) y 3) la racionalización de la energía eléctrica.⁴⁰ En relación a estos temas, a continuación daré cuenta de los diferentes ensayos que las empresas visitadas exploraron antes de estabilizar su comportamiento ambiental en el momento II.

El Agua: la apropiación de un recurso escaso

El agua es el recurso natural más crítico utilizado en los procesos de las empresas visitadas. Su disponibilidad bajo ciertas características químicas (niveles de PH y salinidad) son claves para lograr la manufacturabilidad del producto automotriz; desde el troquelado y corte de autopartes, hasta el ensamble y pintura de la unidad completa. Es por esta razón que, en un contexto de necesario cumplimiento ambiental (mediado siempre por negociaciones entre la empresa y la autoridad en sus tiempos de aplicación), el confinamiento de las aguas residuales moviliza una

⁴⁰ Aunque el involucramiento del departamento ambiental para generar ahorros de energía en las actividades de manufactura fue evidente en los hallazgos empíricos. Dicha actividad no tiene una relación directa con la disminución de los impactos ambientales, dado que su principal motivación es de naturaleza enteramente económica. Por esta razón se omitirá su exposición.

cantidad suficiente de recursos económicos y humanos especializados en su tratamiento.

En este caso, la intensidad demandada por la manufactura impone ritmos diferenciados tanto en el tipo de tecnologías utilizadas para el tratamiento de aguas, como en la estructura organizacional necesaria para operarlas. En este sentido, la socialización de las habilidades alcanzadas para operar el cumplimiento normativo traspasa las fronteras de la empresa en sí misma, superponiéndose con el uso de otras capacidades organizacionales ya desarrolladas al momento que surge la necesidad de implementar acciones de tratamiento de aguas. Aquí, me refiero a los esquemas de trabajo relacionados con sistemas de gestión de la calidad (serie ISO 9000, TS1669) propios de la serie de prácticas isomórficas del sector automotriz. Aunque no exentas de una serie de errores y fracasos para conducir el cumplimiento normativo, principal fuente de perturbaciones internas al esquema de competencias ambientales desarrolladas al momento I.

En el caso de la empresa F y C, la primera fase de tratamiento contempló la instalación de desnatadoras con la intención de hacer una separación primaria del aceite del agua utilizada en sus procesos (1990 y 1991, respectivamente), acción que no logró niveles satisfactorios de cumplimiento normativo (**Cuadro 2 y 3**, respectivamente).

Por lo que, 3 años después (en ambas plantas) el problema trata de resolverse con la construcción de sistemas paralelos de drenaje y la instalación de un planta de pre-tratamiento con procesos de floculación y tratamiento biológico con el mismo objetivo: separar el agua del aceite para confinar éstos últimos y verter el resto al drenaje municipal, ya sin los componentes químicos expresamente prohibidos por la norma.

En el caso de la empresa E, de 1988 a 1989 se implementan tecnologías basadas en la filtración físico-química, y ya para 1991, ante el incremento en el flujo de aguas residuales por sus procesos del tren motriz, del ensamble y pintado de vehículos, se aplicaron sistemas biológicos de aguas para cumplir con la normatividad (**Cuadro 4**).

Aquí, es necesario enfatizar que estas medidas por estar orientadas estrictamente al cumplimiento normativo son del momento I, pero que ante la emergente necesidad de eficientizar su uso por la escasez en las regiones donde operan las empresas automotrices; éstas inician toda una plétora de respuestas para solventar su tratamiento, el cual va desde invertir lo necesario para cumplir la norma, hasta el involucrar en el cuidado del recurso el rediseño de sus procesos.

Por ejemplo, en 1994 ante la necesidad de cavar pozos más profundos y obtener agua para su planta de ensamble y pintura, la empresa E mandó realizar un estudio hidrológico para determinar la viabilidad de los acuíferos en la zona. El análisis estimó que, de continuar los niveles de consumo de entonces, le quedaban solo siete años de agua. Cuestión que alarmó a los directivos de la empresa, por lo que se inició la implementación de una estrategia enfocada tanto a la búsqueda de tecnologías de tratamiento (que aseguraran niveles óptimos de re-uso), como a la implementación de acciones de rediseño en manufactura que permitieran disminuir su utilización.

En paralelo, se tuvo que trabajar en el pre-tratamiento del agua antes de proceso, pues ya para ese momento la dureza química del agua había generado problemas en la calidad del pintado. Por lo que, también se decide en aquel año generar sistemas para potabilizar sus aguas residuales. Como lo mencioné antes, este tercer proyecto llega con la firma del convenio con la PROFEPA para incorporarse al programa Industria Limpia.

Según el gerente entrevistado, se realizaron inversiones en plantas potabilizadoras, con un rendimiento inicial de sólo 66% por cada 100 litros de agua que extraían de sus pozos; con un margen de desperdicio suficiente (34%) para justificar ante el corporativo la búsqueda de soluciones tecnológicas de mayor envergadura, vía la disponibilidad adicional de recursos humanos y financieros. Con ello en mente, para 1996 se había incorporado un sistema de tratamiento específico para los 34 litros restantes, cuyo objetivo era optimizar el re-uso en todas las fases de su proceso de producción.

En ese momento se inició un proceso de intercambio de información entre los ingenieros ambientales y su corporación en EUA. De tal manera que, a lo largo de 1996 y 1997 se experimentaron diferentes opciones tecnológicas, hasta que en 1998 se logró sintetizar una tecnología de recuperación de concentrados, que incluía un sistema de micro filtración (ya implementado en el 88), combinado con el tratamiento de membranas. Según nos comentó el gerente ambiental, con esta tecnología se logró incrementar el nivel recuperación (de un 66% al 95%) del agua extraída de sus pozos para sus procesos de producción.

Sin embargo, por aquellos años hubo un cambio en la regularización de la Comisión Nacional del Agua, la cual incorporaba un parámetro de conductividad de mil microgramos por descarga, no establecido en sus anteriores cumplimientos. Por lo que, para 1998 se tuvo que iniciar la implementación de un nuevo proyecto (que se adecuaba a los ya existentes), el cual consistía en la instalación de pilas de evaporación solar. Aquí, es importante mencionar que para ese año, la empresa E había logrado la certificación de Industria Limpia de la PROFEPA, por lo que la disponibilidad de recursos para labores de cumplimiento ambiental ya se había establecido como una partida especial en el presupuesto asignado a las filiales del corporativo en México.⁴¹

El propósito básico de esta tecnología era el de eliminar las sales y minerales de las aguas residuales (de 25,000 a 1,000 micros); mediante su concentración en depósitos expuestos al sol para que su evaporación precipitase los componentes no deseados antes de verterlos al drenaje.

En la realización de este proyecto, el departamento ambiental de la planta intercambio información con expertos de su matriz en EUA y de una filial de Australia (que ya había implementado un proceso similar), además se autorizaron recursos adicionales para iniciar la construcción de fosas y de celdas de

⁴¹Con la finalidad de que este proyecto fuera aprobado por la división corporativa en México, éste no debía superar el millón de dólares, por lo que fue necesario adaptarse a las condiciones locales de la planta. Razón por la cual, aunque se importaron los aditamentos básicos, el resto se desarrollo con recursos locales (descompensadores, tinas de agua y material de construcción adicional) y la utilización de las habilidades de los ingenieros ambientales que participaron en el proceso. En total, la inversión final fue de 950 mil dólares.

confinamiento para evitar filtraciones hacia el acuífero de la planta. Todo ello en un terreno de 6.8 hectáreas alrededor de la planta.

El resultado de todas estas medidas se vio reflejado en una disminución del uso del agua por unidad producida; de 30 en 1983 pasó a 2 en el 2008. La racionalización del agua no fue solo producto de las inversiones realizadas por la corporación, sino también por la implementación de un intenso programa de capacitación dirigido al personal de la planta para concientizarlos sobre su utilización.

Una medida adicional que empezó a realizarse en 1999 fue el rediseño de uno de los procesos de mayor utilización del recurso: el proceso de pintura. Ello en la medida de que la unidad laminada debe pasar por cinco tanques de agua, con los químicos necesario de recubrimiento para protegerla de la corrosión. De hecho, según nos comentó el ingeniero, “el orgullo de todas las automotrices es la calidad de pintura (...) porque es lo primero que ve el cliente”; de ahí la necesidad de que el auto tenga un proceso de pintura impecable “que el carro brille como un diamante y que no tenga un granito de basura”, además de que la pintura sea capaz de aguantar su nitidez el mayor tiempo posible.

Entre cada uno de los recubrimientos mencionados “la unidad tiene que ser lavada y enjuagada”. Aquí, el principal cambio al proceso consistió en eliminar los enjuagues innecesarios, eliminación de espreas (30% del total) y reúsos de agua, principalmente de aquella desechada en las últimas inmersiones del proceso. También, el cambio de los componentes de la pintura (de base solvente a base agua) y la instalación de brazos robóticos para evitar su dispersión y tener mayor adherencia a la unidad, como medidas implementadas desde el diseño del proceso.

42

⁴² Esta práctica también fue observada en la empresa F y G debido a la incorporación de nuevos modelos, con stock de producción crecientes. Las medidas de proceso incluyeron la optimización de espesores de pintura, el control químico de su consistencia y la instalación de tuberías áreas; con el objetivo último de aprovechar al máximo el agua en sus procesos, dada su escasa disponibilidad. En ambas empresas, la integración entre el departamento ambiental y el área de pintura se produce mediante la transversalidad ya que, mientras los primeros se siguen encargando del cumplimiento ambiental de los residuos generados en procesos, los segundos adaptan su funcionamiento a las condiciones locales y las exigencias de calidad del producto; pero con un enfoque de protección ambiental.

Adicionalmente, gracias a las desalinadoras puestas en operación en el 98, fue posible reutilizar una porción importante del agua tratada, para crear un ambiente artificial de humedad en la fase final de pintura. Dicha condición se hizo necesaria cuando el componente principal de la pintura se sustituyó a uno con base agua, debido que éste requería alcanzar niveles de humedad que no pueden alcanzarse en un ambiente desértico.

Para terminar de documentar la experiencia de la planta E, es necesario mencionar que lo que propició también el inicio de los rediseños de procesos para disminuir el flujo de aguas residuales, fue que la tecnología de tratamiento implementada hasta el momento podría ver comprometido su desempeño cuando se incrementaran los niveles de producción. En este sentido, la disminución de aguas residuales y su potabilización para su re-uso en el proceso de pintura impulsaron un mayor involucramiento de la ingeniería de producción en actividades ambientales. Llegando con ello al momento II en el desarrollo de competencias ambientales.

En cuanto a la empresa D, se observó una práctica parecida a la planta E en cuanto a las primeras fases de tecnologías de tratamiento; aunque éstas se presentaron desde finales de los noventa y primeros años del nuevo siglo (**Cuadro 9**). Por la especificidad de sus procesos (troquelado y corte de partes metálicas), la empresa D continuó aplicando interactivamente solo la separación de aceites de sus aguas residuales y no fue, sino hasta el año 2001 cuando los costos por disposición de dichos aceites empezaron a ejercer presión sobre la estructura de costos de las plantas tratadoras existentes.⁴³

Por esta razón, a diferencia de la empresa E, la necesidad de implementar cambios en el diseño de procesos ocurrió debido a que los parámetros de desempeño ambiental corporativos tenían que cumplirse con un menor presupuesto dada la restricción de su principal mercado.

El esquema de trabajo que sigue la empresa D es mediante la realización de proyectos; los cuales se plantean por el equipo que aglutina la aplicación de la ISO

⁴³Presión que aumento debido a que en aquel año hubo una reducción drástica de sus órdenes de venta.

9001 (1999), la 14001 (2000) y la seguridad e higiene laboral (2009). Cualquier diseño de proyecto sobre tratamiento de aguas se construye en función de los requerimientos del proceso de manufactura, con una estructura organizacional orientada a la eficientización del presupuesto asignado por la corporación.

En este sentido, desde el 2004 ante la escasez de agua en la región, la filial se impuso niveles de consumo de agua menores en sus procesos. A partir de ese momento, el personal de mantenimiento y de ingeniería ambiental iniciaron la búsqueda de una solución tecnológica suficientemente rentable dadas las restricciones presupuestales. En paralelo, se realizó un diagnóstico al proceso de manufactura para detectar los puntos críticos de generaban mayores niveles de aguas residuales.

El resultado, la aprobación de un primer proyecto entre los años del 2006 y 2007 que implicaba la instalación de un tratamiento de aguas al final del proceso, pero también una serie de medidas en manufactura para disminuir su utilización en las partes críticas del mismo (**Véase anexo 3**). Sin embargo, la implementación de este sistema de tratamiento no fue suficiente debido a los costos crecientes de confinamiento. Por lo que, en el 2009, se realizó otro proyecto para incrementar su recuperación (**Véase anexo 4**).

Como se puede observar en ambos anexos, el primer proyecto consistió en una solución típica de final de chimenea; mientras que el segundo involucró experimentos interactivos del personal del ingeniero de mantenimiento para no sólo disminuir las aguas residuales; sino reusar el agua recuperada en procesos, baños y áreas de riego con el objetivo último de disminuir los costos de confinamiento de sus aguas residuales, consideradas como residuo peligroso dadas sus características químicas.

La aplicación interactiva de ambos proyectos incluyó la detección de errores en la ejecución de los mismos. Uno de los más recurrentes fue el relacionado con la calibración de los coagulantes adecuados y el ajuste sobre las líneas de proceso, principalmente en aquellas que más utilizan agua (desengrasadoras, troqueladoras

y corte de láminas).⁴⁴ En conjunto, la detección y ajuste de posibles fugas en los procesos fue realizado por el grupo de ingenieros y técnicos de mantenimiento, adscritos a ingeniería de planta; quedando la ingeniera ambiental como asesora en asuntos relacionados con los parámetros de cumplimiento.

El testimonio de la ingeniera ambiental resume claramente el propósito de ambos proyectos “esta tecnología la buscan aquí, en función de la disponibilidad económica (...) de las opciones que tienes (nosotros) buscamos cuál es la que te permite ahorrar más (...) en función de los costos de confinamiento (...) empezamos a buscar como no pagar”. Dicho proceso de búsqueda tecnológica ha sido a partir de la iniciativa del ingeniero de mantenimiento, quien “agarró unos tanques del área galvánico (área que se cerró en el 2000) y vio todo lo que gastábamos y qué estábamos haciendo proyectos para reducir esa agua confinada y dijo pues si ya la tenemos y no la podemos reducir más pues déjame la separo y empezó a investigar el sólo, o sea, dijo esos tanques me sirven, los armó. Luego compró unas baterías y se las echó ahí al tanquecito y solas las bacterias se comían el aceite y luego nada más se mandaba el aceite a confinar, pero ya eran mucho menos cantidad de litros; metías 100 y sacabas por decir 50 de aceite y 50 de agua limpia. Y el agua limpia la mandamos a analizar, los parámetros se cumplieron y la tiramos al drenaje”.

Con ambos proyectos se fue demostrando la incorporación del medio ambiente en actividades de proceso ahorra dinero a la empresa; y dada las restricciones presupuestales, en el 2009 el corporativo autorizó la reestructuración organizacional cuya orientación fue la integración en un solo departamento de las actividades de calidad, gestión ambiental y seguridad e higiene laboral, con un trabajo estrecho con la gente de mantenimiento e ingeniería de planta. Así, la incorporación del medio ambiente en actividades de proceso marca la entrada de esta empresa al momento II, a partir del 2005.

En cuanto a la empresa C, su transición hacia el momento II posee las mismas aplicaciones progresivas de tratamiento de aguas que la conducen a

⁴⁴ En relación al segundo proyecto se realizaron pruebas iterativas de calidad del agua hasta encontrar la muestra óptima que tuviera el mejor nivel de PH con los factores físicos y químicos que se estaban combinando (solución química puesta en el agua, las revoluciones por minuto de los tanques y el PH resultante), según el tiempo de tratamiento transcurrido entre las pruebas.

incorporar el medio ambiente en actividades de proceso; sus fases interactivas de progresivo involucramiento se dieron mediante el uso de un laboratorio químico (creado para monitorear la calidad del producto respecto a los lubricantes utilizados en aleaciones específicas) para el análisis de sus aguas residuales y como parámetro para la elección de tecnologías de tratamiento.⁴⁵

*Del confinamiento al reciclaje indirecto de residuos*⁴⁶

Los elementos que habilitaron la posibilidad de que las empresas visitadas comenzaran iniciativas para aumentar el reciclaje indirecto de sus residuos y la participación del medio ambiente en la manufactura fueron: 1) a nivel externo, los costos crecientes de confinamiento debido al pago de multas por incumplimiento de las empresas subcontratadas para realizar el manejo de sus residuos y la escasez de sitios de disposición final; y, 2) a nivel interno, cambios continuos en la maquinaria de proceso y especificaciones del producto.

En la empresa I, dicha tendencia comenzó en 1994, año en que su corporativo firmó el convenio para incorporarse al programa Industria Limpia de la PROFEPA y dos años después de que había recibido una multa de varios miles de pesos y sentencia de limpiar el sitio donde se habían confinado ilegalmente sus residuos (**Cuadro 5**).⁴⁷

Desde esa fecha se empezó a medir el nivel de los residuos generados, aunque no fue sino hasta 1998 cuando se establecieron metas específicas de reducción, las cuales formarían parte de las actividades de mejoramiento continuo,

⁴⁵ “Las decisiones sobre el tipo de tecnologías ambientales relacionadas con el agua y las emisiones se toman con base en los resultados del laboratorio. La gente de producción y mantenimiento se apoya en los resultados que se obtienen de ahí”. Testimonio del ingeniero ambiental de la empresa C.

⁴⁶ Me refiero al reciclaje indirecto como la acción relacionada con la venta de residuos a empresas que los utilizan como insumos en sus procesos de producción (cementerías y otras relacionadas con la compra de papel y cartón).

⁴⁷ En 1992, la corporación tuvo problemas con la autoridad porque contrató proveedores de confinamiento que no los disponían adecuadamente. Según el ingeniero entrevistado “cuando la autoridad se puso más estricta se encontraron casos de confinamientos ilegales (...) entonces alguien tenía que pagar los costos por remediar el sitio e iban primero con los proveedores del servicio y, ya averiguando, encontraron residuos que traían nuestras etiquetas... entonces se tuvieron que pagar millones de dólares en multas” por lo que “(...) la compañía de nosotros después se curó en salud” promoviendo, como política corporativa, el reciclaje más que el confinamiento de residuos”

tanto de la certificación ISO 14001 como del certificado de Industria Limpia (ambos obtenidos ese mismo año).

Así, para finales de los noventa, todas las plantas del corporativo en México empezaron a ser monitoreadas cada 4 años en cuanto a sus niveles de reciclaje indirecto; el cual, tenía el doble propósito de disminuir los costos de confinamiento e incrementar los ingresos por la venta de sus residuos a empresas que los utilizaban como insumo en sus procesos de producción.⁴⁸

Con la imposición de indicadores de desempeño, el personal técnico del área ambiental se fue dando cuenta que era necesario no solo manejar los residuos “al final del tubo”, sino que había que buscar los sitios críticos en la manufactura que permitieran disminuir su flujo. Específicamente, el rediseño continuo de procesos para eficientizar el uso de sus insumos y la búsqueda de productos químicos que generaran residuos no peligrosos fueron creando un mayor involucramiento de la ingeniería ambiental en actividades de manufactura. El análisis del proceso permitió ajustar y detectar, interactivamente, sus puntos críticos y sugerir los cambios necesarios con la gente de ingeniería de producción.

En el caso de la empresa E, el proceso de cambio del confinamiento hacia el reciclaje indirecto se dio por los altos costos que implicaba transportar sus residuos peligrosos al relleno de Nuevo León. Aquí, la implementación de programas de segregación de materiales y re-uso de residuos fueron las primeras acciones que se establecieron para mejorar su venta y evitar mezclas innecesarias. Ello en paralelo con la búsqueda de empresas que pudieran utilizar sus residuos como insumos de su producto. Aunque ello empezó a realizarse desde 1998, no fue sino hasta el 2003 cuando la corporación logró emigrar de un enfoque basado en el confinamiento hacia otro enfocado en el reciclaje de sus residuos.

Como podemos observar, en ambas empresas se buscaba evitar problemas de manejo de residuos mediante una intervención directa en el diseño de procesos. Principalmente, en el tipo de maquinaria utilizada y los productos químicos que permitieran obtener residuos no peligrosos. Los hallazgos sugieren una

⁴⁸ La aparición de empresas dispuestas a comprar los residuos y la ausencia de sitios de confinamiento permitió que esta práctica pudiera generalizarse al resto de filiales del corporativo.

coincidencia temporal respecto a la consolidación de esta práctica en ambas empresas (entre 2003 y 2004).

En síntesis, los cumplimientos normativos, la escasez de recursos naturales (como el agua), el incremento en los costos de confinamiento y rol que tiene la filial como entidad eficientizadora de costos de manufactura, son perturbaciones que la estructura organizacional del momento I no puede resolver.

Dicho en otras palabras, aun cuando la orientación principal de las competencias ambientales había sido el cumplimiento normativo, su aplicación continua fue creando la necesidad de ajustarse a otras exigencias del entorno que las empresas enfrentaban en su actividad: escasez de recursos y búsqueda de soluciones que ajustaran el desempeño ambiental a la estrategia eficientizadora de costos de manufactura.

En este sentido, las actividades de protección ambiental (antes sólo orientadas hacia el cumplimiento normativo), comienzan a incorporarse en la ingeniería de producción; situación que va construyendo competencias ambientales cuyos saberes y habilidades rebasan el ámbito exclusivo del cumplimiento normativo para incorporar conocimientos sobre la manufactura del producto.

Hasta aquí, hemos expuesto la serie de ensayos y errores que trataron de estabilizar las contradicciones del momento I y que, no pudiendo ser asimiladas por la estructura organizacional y las competencias ambientales de éste, desembocaron en la incorporación del medio ambiente en actividades de proceso. Ahora bien, ¿cuáles son las características que estabilizan las perturbaciones señaladas en un nuevo momento de reequilibración organizacional?

Momento II. La arquitectura de una nueva fase de estabilización ambiental en procesos de manufactura dinámicos

Las plantas que nacieron en el momento II y que todavía permanecen en él, se caracterizan porque desde el inicio de operaciones sus competencias ambientales estuvieron orientadas hacia el cumplimiento normativo y la eficientización de

procesos. Sin embargo, las presiones para que ello sucediera de esa manera ocurren en tiempos y contextos diferenciados.

Por ejemplo, el nacimiento de la empresa G (1984) ocurre en torno a una asociación entre su corporativo y una empresa japonesa para ensamblar unidades ligeras y medianas aplicando técnicas de producción japonesas (novedosas para su momento), relacionadas con el justo a tiempo (en inventarios y procesos) y círculos de calidad (**Cuadro 10**). Mientras que, la empresa H (**Cuadro 11**) nace en 1994 como proveedora de motores de mediano cilindraje (V6 y V8) para la empresa E, con todo y los requerimientos de calidad y de gestión ambiental exigidos por ésta a aquella.

De tal manera que, mientras la empresa G incorpora funciones ambientales en sus procesos como requisito de entrada para generar economías de escala ascendentes, la empresa H ejecuta dicha integración debido a que nace cuando la gestión ambiental es parte de las exigencias de la red de proveeduría automotriz

En ambas empresas se observan las mismas prácticas isomórficas relacionadas con la racionalización del agua, la energía eléctrica y el reciclaje indirecto, descritas en la sección anterior. Razón por la cual, ahora se retomará a la empresa E e I para dar cuenta de otro tipo de prácticas que reequilibraron las perturbaciones del momento I en esta nueva fase evolutiva.

El papel del programa “Industria Limpia” y el sistema de gestión ISO 14001

En las plantas visitadas, el evento crítico de incorporación al momento II fue la obtención del certificado ISO 14001.⁴⁹ A nivel organizacional, ello representó la culminación de una serie de esfuerzos de coordinación interna que implicaron el involucramiento de las actividades ambientales en las funciones de manufactura.

El certificado en sí mismo representa la existencia de un sistema de administración enfocado a la gestión de sus asuntos ambientales; el cual abarca

⁴⁹ Aunque es necesario aclarar que, en principio, la ISO 14001 solo implica que la empresa tiene un compromiso y un plan de acción para el largo plazo; el cual se va operacionalizando de acuerdo a sus requerimientos internos, según el carácter voluntario del estándar.

desde el cumplimiento normativo de todos sus procesos, hasta la integración con las actividades relacionadas con la calidad del producto (ISO 9001 ó ISO 9002).

En este sentido, el grado de maduración que las empresas desarrollaron tanto en la práctica del cumplimiento normativo, como en la aplicación de formas de organización enfocadas a la racionalización de sus procesos, fueron factores que condicionaron los términos de la certificación ambiental como integradora del medio ambiente y la producción. De hecho, en todas las empresas visitadas la aplicación cronológica de los estándares inició con los referidos a la gestión de la calidad (ISO 9001 y 9002; TS-16649), seguido por el programa industria limpia y los sistemas de gestión ambiental tipo ISO 14001.

Bajo esta tesitura, la firma de convenios con la PROFEPA para incorporarse al programa normativo “Industria Limpia”, las certificaciones de calidad e implementación de formas de organización del trabajo asociadas con el Justo a Tiempo y Control de la Calidad, generaron dinámicas de integración a nivel organizacional entre los equipos de medio ambiente, producción y calidad.

De tal manera que, las competencias ambientales alcanzadas en este momento evolutivo fueron fruto de la concatenación de los factores mencionados, ya que si bien cada uno de los departamentos mantuvo su operación independiente uno de otro, sus funciones conservaron la transversalidad operativa suficiente como para que la disminución de residuos se integrara a la eficientización de procesos.⁵⁰

Así, la obtención del certificado de industria limpia (de naturaleza normativa) fue el punto de partida para cumplir la sección correspondiente exigida en el sistema tipo ISO 14001. Pero no tan sólo a nivel del cumplimiento documental de las normas, sino también por la experiencia organizativa que implicó la

⁵⁰ “(..) a nivel local si nosotros no participamos con la gente de diseño ó sea ni de producto ni de proceso pero trabajamos directamente en el piso de las plantas para las modificaciones locales y bifocales (...) mi gente no se mete con el de pintura con el de acabado no se mete con el de ensamble (...) en mi opinión a veces es mucho más efectivo (...) Testimonio del gerente ambiental de la empresa E.

necesaria práctica transversal del medio ambiente en los procedimientos de todas las fases de manufactura y calidad del producto.⁵¹

Ello también fue propiciado por el hecho de que las empresas situadas en esta dinámica tenían la necesidad de ejecutar sus operaciones cumpliendo varios estándares de calidad en forma simultánea. Razón por la cual, necesitaron eficientizar los costos operativos de su implementación tanto por el involucramiento de sus recursos humanos, como por su optimización operativa.

Por ejemplo, en el caso de la empresa E, el programa de industria limpia y la integración de equipos de producción, calidad y medio ambiente promovidos tanto por aquel como por la ISO 14001 permitió que ésta estuviera en la posibilidad de implementar una quinta fase de una planta tratadora de aguas residuales, la cual incluía: a) un rediseño de procesos en el área de pintura (para disminuir sus aguas y emisiones); b) racionalización de la segregación de materiales y c) la implementación de un programa de reducción de scrap a lo largo de toda su cadena de producción.⁵²

En la elección de dicha tecnología, las relaciones informales que el gerente ambiental había desarrollado durante ambos procesos de certificación, permitieron crearle a la empresa E una estructura organizacional flexible donde los elementos formales de sus procesos mercantiles para la compra de tecnología ambiental, se combinara con las posibilidades para evaluar la calidad de las opciones de compra dadas por su red de relaciones informales.

“cuando se trata de ingeniería en sí, se inicia un proceso mercantil de concurso, basado en las especificaciones que requerimos. Y dado que, como corporación llevamos una base de datos de proveedores calificados para

⁵¹ “Los operadores deben de tener la capacidad de conocimiento de cómo se embase el químico, cómo se etiqueta, qué quiere decir la etiqueta número 5, qué quiere decir inflamable, qué quiere decir líquido corrosivo, qué equipo de protección tiene que usar. Ello forma parte del entrenamiento que producción da a los operadores, quienes también son evaluados periódicamente y las calificaciones obtenidas por el trabajador en cuanto: al uso de su equipo de trabajo y la disposición adecuada de los químicos, cartón y plásticos, se toman como base para estimar el monto de pago por productividad”. Testimonio del gerente ambiental de la planta G.

⁵² Principalmente, en lo relacionado con las sustancias químicas, la empresa E desde el 2002 lanzó una campaña entre sus proveedores para que éstos propusieran cambios en la composición química de sus componentes. “Sus ingenieros de diseño se encuentran trabajando con nosotros en las oficinas centrales, aunque la parte de reducción a nivel de procesos las tenemos en México (...) a nivel organizacional la exigencia de la corporación hacia sus proveedores se centra en la obtención del certificado ISO 14001(...)” Testimonio del gerente ambiental de la empresa E.

ciertos aspectos, entonces se le llama a corporación por su experiencia. Después, revisamos cuál es la mejor propuesta técnica; en ocasiones eso lo hago con un buen amigo mío americano experto, entonces ya nos juntamos los ingenieros ambientales a mi cargo y yo y (...) establecemos los lineamientos que necesitamos de acuerdo a nuestra operatividad local (...) entonces desarrollamos un paquete de especificaciones y checamos que las empresas estén autorizadas o calificadas; y según los requerimientos llamamos al equipo a Pedro, Juan y María (...) les doy el paquete, ello revisan lo financiero y ya nosotros revisamos lo técnico esto es si cubre o no tal o cual resolución. Posteriormente, nos vamos con los ingenieros de producción y compras (...) para gestionar la lana. Entonces, ya cuando tenemos esta compañía seleccionada decimos ahora si ó sea trabajo y trabajo con ellos para terminar de desarrollar la ingeniería del detalle porque nuevamente cuando lanzamos un nuevo proceso una nueva idea es una idea conceptual (...) empezamos con ingeniería conceptual y ya cuando tenemos seleccionado el proveedor que la haga y la vaya a suministrar empezamos a desarrollar el desarrollo de ingeniería a nivel de planta y así sucesivamente”. Testimonio del gerente ambiental de la empresa E.

El testimonio del gerente ambiental de la empresa E da cuenta de, al menos, dos concepciones respecto al contexto de oportunidades tecnológicas que se abre durante el momento II: por un lado, la relativa autonomía del departamento ambiental para establecer los requisitos necesarios de su propio cumplimiento en relación con su corporación, y, por otro, su dependencia financiera para impulsar proyectos que generen cambios en la manufactura del producto. En este último tramo, su monto y alcance determinan las posibilidades de que las competencias ambientales se concreten en modificaciones manufactureras.

Un elemento adicional del rediseño de procesos con enfoque ambiental fue lo relacionado con las habilidades y competencias para adaptar la maquinaria importada a desempeños ambientales permitidos por la normatividad local. Aquí, el personal de medio ambiente trabaja en conexión directa con los ingenieros de producción y mantenimiento. En algunas (como F, G y D) se apoyan con un laboratorio para calibrar la calidad del agua introducida al proceso (principalmente de pintura y troquelado), así como para monitorear que los niveles de PH de sus aguas residuales no rebasen los máximos permitidos.

No obstante, su funcionamiento para operaciones de índole ambiental fue más bien una adaptación encontrada por “casualidad”, pues las intervenciones sobre la maquinaria de proceso y la instauración de laboratorios de prueba se empezaron a realizar por la eventualidad de ahorrar costos de mantenimiento; pues en lugar de traer técnicos especializados de sus casas matrices para realizar los ajustes necesarios, se tomó la decisión de que sean los mismos técnicos e ingenieros mexicanos quienes realizaran los cambios pertinentes. Este tipo de mejoras no son registradas o reconocidas a nivel corporativo, pues éstas quedan como parte de las necesidades de un día normal de trabajo.⁵³

La casualidad a la que nos referimos es debido a que dichas mejoras en la maquinaria fueron producto de no conformidades detectadas en el funcionamiento de los equipos al momento de realizar auditorías del corporativo que, aprovechando la practica establecida de ajustar la maquinaria importada al contexto productivo local, agregaba a su lista de pendientes lo propio para alinear el funcionamiento ambiental de ésta.⁵⁴

Aunque no establecida formalmente, las empresas ensambladoras encabezadas por E iniciaron la instrumentación de un consorcio de proveedores para analizar las partes críticas de sus procesos de manufactura. Ello tiene el doble propósito de disminuir sus impactos ambientales, por un lado, y ampliar la eficientización de proceso a lo largo de su cadena de producción, por el otro.

⁵³ “mira hace poco vino un sobrino mío que trabaja en una planta igual que aquí es director de operación [aja] tenía una bronca con una maquina una maquina es una muy especial y muy cara y no sé que trajeron a los técnicos a los fabricantes les cobraron 300 dólares la hora para fácil estuvieron un par de días y nunca le encontraron ni (...) no supieron no la pudieron arreglar se metió la gente de ahí de la planta y yo no sé qué (...) hizo pero la arreglo [la puso a andar] la puso andar es que pues hay muchos casos de esos vienen máquinas de allá pero pos no y [pero lo que me llama la atención es que tengan el sellito de reconstruido en México] por lo general este tipo de mejoras se hacen y no se registran”. Testimonio de la empresa I.

⁵⁴ (...) se supone que el ingeniero allá en Estados Unidos el que compra, checa el equipo (...) luego ese tipo de requerimientos son auditados (...) cuando yo llego a auditar una planta una de mis preguntas es tu equipo de proceso cumple con los estándares de ruido ambiental y si cumple a ver vamos a ver demuéstreme que ese equipo que tienes instalado genera menos ruido, por debajo de los niveles corporativos de I. Entonces si no es así (...) tenemos un programa de sustitución y si no se puede sustituir tenemos un programa de control de que lleva ingeniería de producción para controlar el ruido en el equipo (...) puede ser que sean equipos ya viejos y que por falta de presupuesto no los han cambiado (...) entonces tiene que ponerse a trabajar y se intenta reparar con el personal técnico que tenemos (...) esos movimientos lo tengo que reportar al corporativo, también si las plantas están utilizando equipo que no tiene las normas o que en general está por debajo de los niveles que deberían estar”. Testimonio del supervisor corporativo de la empresa I.

Al respecto, desde el 2007 se iniciaron reuniones informales con sus principales proveedores; pero con la crisis que sufrió el sector hacia finales del 2008 los planes se detuvieron debido a la atención de otras prioridades financieras del corporativo. No obstante, la iniciativa sigue latente ante la posibilidad de que, en las actuales circunstancias críticas del sector, la protección ambiental adquiera mayor relevancia tanto para eficientizar sus procesos como para mejorar la imagen pública de sus productos, ante cuestionamientos cada vez mayores por la participación de los autos en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Por lo que dicha iniciativa no ha sido cancelada y, según nos comenta el gerente de la empresa E, será retomada en el 2010.

En síntesis, en un contexto donde las empresas automotrices asimilan el cumplimiento normativo, vía la certificación de sus procesos en el programa “Industria Limpia” y la ISO 14001, la protección ambiental se incorpora a la estrategia de eficientización de su manufactura. Dicho en otras palabras, el medio ambiente se integra a la estrategia de competencia que, como filiales extranjeras, tienen en su red corporativa global (**Cuadro 12**).

El tipo de problemas que resuelve la estructura organizacional de este momento de evolución está relacionado con el cumplimiento regulatorio y la eficientización de sus procesos. En otras palabras, lo normativo que en el momento I se realizaba como un imperativo gubernamental (haciendo que lo ambiental fuera visto como una carga adicional de gastos), en el momento II se refuncionaliza en la eficientización de procesos; integrándose una nueva estructura organizacional que expande las funciones ambientales a las actividades de producción y mantenimiento.

Dicha refuncionalización implica un cambio en las competencias ambientales, que utilizan las habilidades y procedimientos de la manufactura hacia actividades de protección ambiental. En este sentido, la elaboración de un flow chart para focalizar las fases críticas del proceso y la existencia de una estructura organizacional funcional para intervenirlo, concretiza el tipo de competencias ambientales que las empresas alcanzan en el momento II. Ello sólo después de la

existencia de sucesivos ensayos para solucionar los problemas de control de residuos, que la estructura del momento I no puede resolver por carecer de competencias para ello.

Por lo que, el rediseño de procesos se incorpora a las actividades de protección ambiental cuando éstas entran en la lógica de eficientizar los costos del cumplimiento normativo. En síntesis, la serie de ensayos que reequilibran las perturbaciones del momento I en el momento II son:

1. Adaptación de procesos a condiciones locales (i.e la adaptación del proceso de acuerdo a las especificaciones del producto), que debido a los incrementos en los costos de confinamiento acelera la implementación de programas de reducción de scrap, tanto de aguas residuales como de manejo de residuos peligrosos.
2. Reducción de tiempos muertos en la línea de ensamble, a través de la rotación de tareas, círculos de calidad, equipos de trabajo y manufactura celular, que en algunas empresas ha implicado también el reordenamiento de las líneas de producción, de líneas organizadas en lotes de producto a líneas ordenadas en flujo continuo, y,
3. Implementación del programa de reducción de scrap mediante la aplicación de formas de organización que incluyen el trabajo en equipo de ingenieros, supervisores y operadores, la implementación del justo a tiempo y el control total de la calidad, como formas de organización del trabajo.

En este escenario, para empresas que han transitado del momento I al II y el momento II, el proceso de equilibración desarrolla competencias suficientes para promover acciones de innovación ambiental en dos etapas:

1ª etapa: Implementación de acciones referidas al control de emisiones, manejo de residuos, segregación de materiales, la remediación de sitios contaminados y la instalación de plantas pre-tratadoras de aguas residuales,

donde el factor determinante para instrumentarlas es la regulación ambiental y en algunos casos, la política ambiental del corporativo.

2ª etapa: Instrumentación de acciones que involucran la reducción de residuos, vía procesos relacionadas con el tratamiento de aguas residuales y el reciclaje indirecto; todo ello como acciones de innovación ambiental que buscan reducir los costos de confinamiento y tener un mejor aprovechamiento de sus insumos.

Mientras que, los equipos de medio ambiente mantienen para sí como principal función el cumplimiento normativo, los de calidad y producción incorporan sus actividades de manufactura consideraciones de protección ambiental. De tal manera que, la cuestión ambiental deja de ser función exclusiva del departamento ambiental, para ser considerada una práctica que se difunde al ámbito cotidiano del resto de áreas de producción. En este punto, el involucramiento de la protección ambiental en actividades retoma las formas de organización relacionadas con el justo a tiempo (en inventarios y procesos) y el control total de la calidad.

Al igual que el momento I, dichas competencias se asimilan en sus rutinas organizacionales para el control del flujo de residuos, siendo ésta el germen de la siguiente perturbación que moverá el momento II hacia el III. Ello en la medida de que, si bien se integra el cumplimiento normativo y la protección ambiental en sus actividades de eficientización operativa, el tipo de cambios de proceso tienen un horizonte limitado. Lo anterior, dadas las exigencias del producto y el margen de libertad que tienen las agencias locales, respecto al corporativo, para operar los cambios en manufactura con enfoque ambiental.

Este desequilibrio no se puede resolver con las competencias ambientales desarrolladas al momento I y II debido a que dicha perturbación no es evidente al inicio de su existencia y porque la estructura organizacional que sustenta las competencias ambientales no tiene injerencia en el diseño de procesos de manufactura, solo de su operacionalización.

Dicha condición exhibe una serie de rigideces estructurales de la automotriz en México para reducir sus impactos ambientales, pues las funciones de diseño del producto y del proceso no han sido transferidas como parte de su actividad. Desde mi punto de vista, solamente la creación de un escenario en el que la eficientización (tanto en proceso como en producto), sea una necesidad corporativa será posible generar las condiciones externas para promover el cambio hacia la integración del medio ambiente desde el diseño del producto.

Así, ante las ausencias de conocimiento manufacturero para eficientizar los costos ambientales desde el diseño del producto, es posible que las empresas inicien de nuevo una serie ensayos (de errores y fracasos) de los ingenieros ambientales para eficientizar la innovación ambiental desde sus actividades de proceso; pero sin incorporar innovaciones radicales que mitiguen su impacto ambiental.

Sin embargo, como veremos en la siguiente sección la recurrencia temporal de dichos ensayos, en un ambiente de prácticas orientadas hacia la calidad en el diseño del proceso, crea las condiciones necesarias (pero no suficientes), para que éstas disminuyan el flujo de residuos desde su concepción. Ello en la medida de que, aun cuando las competencias ambientales se homogeneízan, la coexistencia de procesos de aprendizaje organizacional diferenciado perfila mecanismos de interacción que propician la composición de estructuras organizacionales integrales con procesos cognitivos divergentes.

Ahora bien, debido a que la adquisición de una nueva rutina no ocurre de manera automática porque supone numerosos tanteos que corresponden tanto a repeticiones de lo que ya se hacía con anterioridad, como a correcciones derivadas de los errores y fracasos de la actividad ambiental; a continuación expondré el momento de transición del II al III y su resultado en el momento III.

Momento II-III y III: ¿diseño del producto orientado hacia la protección ambiental?

Como se mostró en la sección anterior, el momento II representa la culminación de una serie de ensayos que tuvieron por objetivo disminuir el flujo de residuos desde el rediseño y adaptación de procesos. Lo cual, concluyó con la incorporación del cumplimiento normativo en la eficientización de la manufactura; principal función de las empresas visitadas.

Su aplicación sistemática será el origen de la siguiente perturbación debido a que las acciones de innovación ambiental tendrán un umbral crítico al no permitir cambios radicales en las condiciones del proceso productivo; bien sea por las rigideces de la tecnología utilizada, o por un problema relacionado con el ámbito de competencia respecto a su modificación, centralizada mayormente en las filiales que se localizan en los países sede de sus corporativos de origen.

Aquí, el umbral crítico surge cuando ya se operacionalizaron los cambios posibles en la manufactura y se han realizado las adecuaciones pertinentes para cumplir la normatividad relacionada con el confinamiento de sus residuos. Por lo que, ahora se necesitan modificaciones que vayan más allá de la operación del proceso para disminuir el flujo de residuos desde el diseño del producto.

Para exponer esta sección del capítulo, retomaremos la experiencia de la empresa I, que ha vivido la “transición efectiva” y que actualmente sobrevive en el momento III. Ello es así porque es la única que ha incorporado al diseño de sus productos algunas consideraciones ambientales.

En esta empresa, la participación del medio ambiente en diseño fue en la división corporativa de los arneses. Según nos comentó su gerente de producción, ello se debió a que es la división de mayor antigüedad y concentración de recursos financieros a nivel nacional. Como otros trabajos han documentado (Carrillo e Hinojosa, 2001; y Lara, 2002) y la propia entrevista lo confirmó, esta división está migrando hacia productos de mayor valor agregado, de arneses a diseños tecnológicos de sustitución de materiales.

A través de un Centro de Investigación del corporativo en México y la transferencia sucesiva de casi la totalidad de actividades hacia este lado de la frontera, desde el 2004 se empezaron a realizar los diseños del producto con participación directa de las ingenierías de producción y medio ambiente. Ello, con el objetivo explícito de controlar el flujo de residuos considerados críticos para la operatividad e imagen que su competitividad les está demandado y, también, para encauzar los problemas ambientales que sus procesos les estaban generando mientras la empresa estuvo en el momento II.

Aquí es importante señalar que dicho Centro de Investigación, ubicado desde el principio en una ciudad fronteriza; empezó a trasladar sus operaciones a las instalaciones de la empresa I debido a la ola de inseguridad que vive aquella región:

“apenas hace 3 meses salí huyendo de (...) porque allá está muy (...) la corporación comenzó a trasladar el centro a estas instalaciones desde el 2007 (...) debido a que su personal técnico e ingenieril ha sido muy golpeado, pues a varios compañeros de ahí los secuestraban en la mañana y en la tarde los liberaban; quitándoles todo (...) hasta los gringos han salido correteados” Testimonio del gerente ambiental de la empresa I.

Al momento de la entrevista, en este nuevo centro de investigación y desarrollo trabajaban un total de 40 ingenieros especializados en Mecatrónica de materiales, Nanotecnología y de Diseño Industrial; quienes están concentrando sus esfuerzos en la investigación de nuevas aleaciones de plástico que, al tiempo de reducir su peso e incrementar su funcionalidad sobre los componentes, permita ser reciclado al final de su vida útil.⁵⁵

Aquí es importante señalar que, aun cuando la instalación de dicho centro de investigación en la frontera data de 1996, la integración de aspectos

⁵⁵ La investigación sobre la funcionalidad del plástico también abarca el diseño y operación de cables de menor densidad y mayor conductividad, con mejores conectores que puedan soportar condiciones de humedad y de calor extremas. Al tiempo de explorar dispositivos electrónicos que logren disminuir la cantidad de arneses que utiliza un vehículo. Estas investigaciones aún no han sido operacionalizadas en sus líneas de producción, dado que todavía se encuentran en proceso de prueba.

ambientales en el diseño del producto inició como proyecto a penas en el 2003.. De tal manera que, cuando se empiezan a trasladar operaciones hacia el centro de la empresa I (en el 2007), dichas actividades ya están contempladas en sus procedimientos operativos.

En las investigaciones sobre nuevos materiales participa directamente la ingeniería de producto, el de materiales y los ingenieros ambientales de la división de arneses. Según nos comentó el ingeniero de producción de esta planta, tanto en la frontera como en este nuevo centro “los ingenieros han desarrollado una cantidad importante de patentes” relacionadas con la reducción de sustancias químicas, vía su sustitución por otras de menor impacto ambiental pero de igual funcionalidad para el producto.

Hasta el momento, a nivel de planta la investigación en el diseño del producto ha permitido: a) eliminar procesos ineficientes; b) disminuir el flujo de sus residuos desde la concepción del producto; c) reducir el uso de químicos cuyo confinamiento resulta costoso para la empresa; d) eficientizar el uso del agua en sus procesos y, e) promover el reciclaje de materiales de empaque.

La búsqueda de menores impactos ambientales forma parte de una estrategia de negocio centrada en eficientizar no sólo sus funciones de manufactura; sino en reducir sus costos desde el diseño del producto. Ello mediante la retroalimentación interactiva de sus equipos de proceso y producto para disminuir el tiempo de realización de nuevos proyectos y sus costos totales.⁵⁶

Pese a dicha perspectiva de negocio, existen también limitantes en los cambios que pueden realizarse sobre el diseño de sus productos. Principalmente,

⁵⁶ “(...) cuando te llega acá un producto, también te va a llegar un proceso. Nosotros tenemos un procedimiento que le llamamos X, que es el marco que usamos desde que se empieza a desarrollarse un producto hasta que se manufactura. En más o menos 3 meses, el nuevo proceso enviado por el centro de investigación lo mandan para su evaluación a nivel de planta. Nosotros checamos si existe alguna restricción local que impida su operación. Si tu encuentras algo que no está, que no pueda operar aquí tengo que hacer la notificación y decirle sabes que no (...) se regresa para que el equipo de diseño realice los cambios pertinentes (...) es decir, aunque la especificación haya cumplido con el requerimiento corporativo y yo tengo una restricción local más estricta les tengo que decir a ellos que aquí no puedes usar esto o aquel material (...) entonces se lo regreso y luego ellos tienen que buscar una alternativa o tienen que buscar otra instalación desde donde lo puedan correr (...) en total desde que se diseña un nuevo producto hasta que se operacionaliza en manufactura pasan, yo diría más o menos 6 meses (...)” Testimonio del gerente ambiental de la empresa I, comentando la manera en cómo se coordinan las actividades de proceso y diseño del producto.

debido a que sus componentes pertenecen a una familia de tecnologías automotrices ya maduras, donde las especificaciones sobre autopartes están plenamente establecidas en el sector. Por ejemplo, la utilización de soldadura de ola (que se emplea para realizar conexiones y que está hecha con estaño y plomo, materiales altamente contaminantes con altos costos de disposición), no es posible sustituirla del todo. Según nos comentó el ingeniero de producción

“(...) aunque yo los quiera quitar no los puedo quitar porque es un reglamento específico del cliente, ó sea mi cliente me dice este arnés en este punto tiene que llevar una soldadura a fuerza por alguna razón de calidad o de lo que sea, entonces igual yo tengo que atender a ese requerimiento (...)”

De tal manera que, aun cuando sea deseable sustituir un proceso tan dañino para el ambiente, los márgenes de maniobra de los equipos de investigación son limitados, dada las exigencias técnicas establecidas en el sector para ensamblar un auto.

No obstante, en otras áreas se han podido realizar cambios en los insumos de los procesos sin afectar dichas exigencias. Aunque, ello ha sido más bien como consecuencia de la adaptación de maquinaria y equipo más sofisticado y la readaptación de líneas de producción. Por ejemplo, en el área de pintura se utiliza aspersores de laser para disminuir el desperdicio de material y se ha sustituido el contenido químico de la pintura. Aunque estas medidas son más de proceso que de diseño del producto.

En síntesis, las plantas que se hallan en esta fase han integrado a su funcionamiento las actividades de proceso y diseño de producto. Estas firmas funcionan como auténticas casas matrices, desde donde se produce y distribuye el producto. En esta coyuntura productiva, la principal fuente competitiva se sustenta en la eficientización de los costos asociados con la manufactura y el diseño del

producto.⁵⁷ En esta perspectiva, los costos asociados a las actividades ambientales abarcan desde el monitoreo y control hasta la disminución de residuos en la manufactura y el diseño del producto (**Cuadro 13**).

En esta fase evolutiva se produce lo que nosotros llamamos la “transición efectiva”, la cual consiste en la integración del conocimiento manufacturero y de diseño del producto en las competencias ambientales; la cual se origina por un requerimiento orientado a responder con mayor rapidez a las características de complejidad y diferenciación en el mercado de su principal producto, lo que a su vez genera una serie de cambios tecnológicos y organizacionales aprovechados en la instrumentación de acciones de innovación ambiental.

Para este tipo de plantas, las competencias adquiridas en la implementación de procesos y el diseño de productos son el basamento cognitivo para mitigar el problema generado por sus residuos, tanto en términos de eficientización de costos operativos como de la reducción de sus costos por disposición. En este sentido, las decisiones referidas al producto tomadas durante este momento de evolución determinan las cantidades de insumos y la composición del flujo de residuos desde el diseño del producto hasta la instrumentación de procesos.

De tal manera que, la necesidad de ir agregando acciones de innovación ambiental desde el diseño del producto es forzada por: 1) cambios en la naturaleza de los materiales de sus componentes, exigidos por su principal cliente; 2) adaptaciones continuas para fabricar un número mayor de productos diferenciados y, 3) la existencia de un centro de investigación transferido desde el corporativo, tanto para sistematizar los ajustes de las manufacturas transferidas, como para la investigación de nuevos materiales de ensamble.

⁵⁷ Alonso y Carrillo (1996) han documentado que “el nivel tecnológico aumenta considerablemente (...) pero no por la adopción de procesos automatizados, sino por la maquinaria (...) para el diseño de productos”.

Esquema 1
Trayectorias por Momentos Evolutivos

Trayectoria	Empresa	Momentos Evolutivos		
1	A	I		
2	B	I	-->	II
3	C, D, E, F	I	->	II
4	G, H			II
5	I	I	->	II
			->	III

--> Trayectoria en Transición

-> Trayectoria Completa hacia el siguiente momento

Esquema 2. Mapa Cronológico de Momentos Evolutivos de Competencias Ambientales

Trayectoria	Momento Evolutivo	Empresa	1961	1962 - 1977	1978	1980	1981 - 1983	1984 - 1985	1986	1987	1988 - 1993	1994	1997	1998	1999	2000	2002	2003	2004	2006	2007	2008	2009		
1	I	A														I								I	
2	I --- II	B																I						II	
3	I A II	C			I							II					II							II	
		D											I	II						II				II	
		E				I								II			II								II
		F	I										II		II										II
4	II	G							II															II	
		H											II												II
5	III	I								I	II				II		III	III						III	

 Inicio de operaciones

 Transición

 Fecha actual

Cuadro 1. Principales Productos por Empresa

Empresa	Producto
A	Arneses Automotrices
B	Ensamble de Camionetas
C	Ensamble y Maquinado de Cajas de Transmisión
D	Convertidores y Embragues
E	Ensamble de automóviles y camionetas
F	Ensamble de automóviles y camionetas
G	Ensamble de automóviles
H	Pistones y Vielas para motores
I	Arneses y Conexiones Automotrices

CUADRO 2

Trayectoria Ambiental de la Empresa F

Inicio de Operaciones:

Producto: Ensamble de Vehículos

	MOMENTO I						
	1961-1981	1982	1989	1990	1991	1992	1993
Formas de Organización							
Programa Ambiental Corporativo en Filial							
Primera Etapa (2002-2005)							
Segunda Etapa (2005-2010)							
Tercera Etapa (2010 a 2015) *							
Esquema Operativos de Control							
Contratación de Personal Especializado							
Departamento Ambiental Corporativo							
Diseño de un plan ambiental corporativo							
Establecimiento y Diseño de Programas de Trabajo, tendientes al cumplimiento normativo							
FASES DE INDUSTRIA LIMPIA							
1) Firma de convenios con la PROFEPA							
2) Plan de Acción de Auditoría Ambiental							
3) Trabajos de Corrección a nivel normativo (Actualización de requerimientos legales)							
4) Corrección de los puntos generados							
4) Certificado de Industria Limpia (PROFEPA) de todas las plantas del corporativo							
FASES DE CERTIFICACION ISO 14001							
Autorización del proyecto							
Corrección de Actividades							
Obtención de certificado							
FASES DE INTEGRACION AMBIENTE Y MANUFACTURA							
Tipos de Tecnología Ambiental							
Planta Tratadora de Aguas Residuales							
Control de productos químicos en: Torres de enfriamiento, calderas y CPA's con cero purgas							
Aplicación de Bench Marking con Japón y Nacional							
Sustitución de tuberías subterráneas por aéreas							
Alternativas de reciclaje y reducción							
Automatización de recuperación de agua en pintura							
Interconexión de fosas de coagulación de esmalte							
Ajuste en normas de proceso							
Segregación de Materiales							
1) Cartón y Plástico (cambio en normas de empaque con proveedores)							
Manejo de Residuos							
Control de residuos peligrosos (RP) y no peligrosos							
Mejoramiento del almacén temporal de RP							
Identificación de RP mediante CRETIB							
Trámite y Expedición de Autorizaciones							
2) Análisis del proceso para reducción de residuos (Agua, residuos y energía en Procesos), se llama Programa de Reducción de Material Dañado							
Reducción de Confinamiento Controlado							
Alternativas de reciclaje y reducción							
Programa de Eliminación de Asbestos							
Facilidades en la clasificación de residuos							
Programa de Desincorporación de equipos BPC's							
Emisiones							
Incorporación de bajo solvente							
Cambio a pistolas electrostáticas							
Recuperación de solventes en fase líquida							
Cambio y Control de Quemadores							
Optimización de Espesores de Pintura							
Instalación de Oxidador Térmico							
Uso de Pistolas tecnología hvlp							
Cambios en composición de pintura							
Instalación de Robot con baja tranferencia							
Ahorro de Energía							
Diagnóstico Energético del FIDE							
Implementación de medidas de ahorro detectadas en el diagnóstico FIDE							
Control de demanda en áreas de pintura							
Paro de equipo sobredimensionado							
Sistema de Promoción a la mayor cantidad de kaizen							
Mejoramiento de controles operacionales							
Sustitución de motores normales por los de alta eficiencia con sello FIDE							
Instalación de arrancadores de estado sólido a compresores							
Reducción de los desperdicios							
Sustitución de capacitores normales por automáticos							

CUADRO 5

Trayectoria Ambiental Empresa I

Inicio: 1987

Producto: Arnese y Conexiones Automotrices

	MOMENTO I				
	1987-1998	1990	1991	1992	1993
EVENTOS PRODUCTIVOS RELEVANTES					
PROCESOS TRANSFERIDOS					
Centro de Investigación y Desarrollo en Cd. Juárez					
Centro de Investigación y Desarrollo en Saltillo (Sistemas de Conexiones)					
Separación de GM y negociación para que su sistema fuera reconocido por IL					
Certificaciones					
Firma de Convenio para Industria Limpia					
Tiempo de preparación					
Programa de Industria Limpia (PROFEPA)					
Certificación ISO 9001					
Certificación ISO 14001					
OSHA 18000					
Auditoría de la PROFEPA e imposición de multa y obligación de limpiar sitio de tiradero clandestino					
Participación en reuniones a nivel fronterizo para homogeneizar requerimientos ambientales					
Formas de Organización					
Departamento Ambiental y Seguridad e Higiene (nivel operativo) +					
Auditoría Interna Ambiental (nivel documental y relación con PROFEPA) ++					
Programa de Reducción de Scrap en Procesos					
Diseño del producto del proceso para disminuir residuos en su fuente *****					
Reporte de desempeño ambiental (que incluye el análisis de procesos para disminuir residuos)					
Tipos de Tecnología Ambiental					
Control de Emisiones ***					
Planta Tratadora de Aguas Residuales					
Segregación de Materiales ****					
1) Cartón y Plástico					
2) Scrap de Metal					
3) Programa de Donaciones para evitar retornarlo como residuo					
Reciclaje en lugar de confinamiento *****					
Manejo de Residuos (confinamiento) **					
Ahorro de Energía					
Sustitución de Materiales y Procesos *					
1) Soldadura de Ola con base estaño en algunas terminales del arnes					
2) Proceso de pintura con sustitución de insumo					
3) Eliminación del Cromo Hexavalente					
4) Sustitución de maquinaria con especificación ambiental					

CUADRO 6**Trayectoria Ambiental de la Empresa B**

Inicio de Operaciones: 2004

Producto: Ensamble de camionetas

MOMENTO I EN TRANSICIÓN HACIA II

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Eventos Productivos Relevantes							
Certificaciones de Calidad							
Pruebas de proceso e instalación de maquinaria y equipo							
Inicio de Operaciones							
Plataformas comunes de producción para diferentes modelos ISO 9001							
Formas de Organización #							
Comité de Cumplimiento Normativo *							
Programa Industria Limpia (PROFEPA)							
Creación de Departamento ambiental							
Integración de Equipos para ISO 14001							
Certificación ISO 14001							
Programa de Reducción de Scrap							
Análisis del proceso para reducción de residuos ****							
Tipos de Tecnología Ambiental **							
Control de Emisiones							
Planta Tratadora de Aguas Residuales ***							
1) Desnatadoras							
3) Planta de Pretratamiento							
Segregación de Materiales							
1) Cartón y Plástico							
Manejo de Residuos (confinamiento)							

CUADRO 7**Trayectoria Ambiental de la Empresa A**

Inicio de Operaciones: 2000

Producto: Arnese Automotrices

MOMENTO I

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Eventos Productivos Relevantes										
Certificaciones de Calidad										
Certificación ISO 9000										
TS										
Formas de Organización										
Comité de Cumplimiento Normativo										
Programa Industria Limpia (PROFEPA)										
Creación de Departamento ambiental										
Integración de Equipos para ISO 14001										
Certificación ISO 14001										
Esquema Operativos de Prevención y Control										
Programa de Reducción de Scrap										
Análisis del proceso para reducción de residuos										
Laboratorio de Monitoreo Químico										
Tipos de Tecnología Ambiental										
Control de Emisiones										
Planta Tratadora de Aguas Residuales										
Segregación de Materiales										
Manejo de Residuos (confinamiento)										
Ahorro de Energía										

Cuadro 8

MOMENTO I: COMPETENCIAS AMBIENTALES EN CONSTRUCCIÓN

Tipo de Perturbación (Laguna)	Aprendizaje Organizacional		Acciones de Innovación Ambiental
<p>Externa: Incremento de producción e imposición de multas por incumplimiento normativo</p> <p>Interna: Ausencia de personal encargado de manejar los asuntos relacionados con la gestión ambiental</p>	Tipo de Problemas Resueltos	Normatividad Aplicada a Procesos de Manufactura	<p>Confinamiento de Residuos</p> <p>Pre-tratamiento de aguas residuales</p> <p>Remediación de sitios contaminados</p>
	Tipo de Habilidades	Conocimiento de normatividad, materiales, mantenimiento y línea de producción.	
	Formación Profesional	Ingeniería Mecánica y Química	
	Capacidad Tecnológica		
	Oportunidades Tecnológicas	Búsqueda y aplicación de plantas de pre-tratamiento de aguas residuales y confinamiento de Residuos Peligrosos.	

Cuadro 12
MOMENTO II. COMPETENCIAS AMBIENTALES EN FUNCIONES DE PROCESO

Tipo de Perturbación (Laguna)	Aprendizaje Organizacional		Acciones de Innovación Ambiental
<p>Externa: Estrategia del corporativo centrada en la eficientización de procesos</p> <p>Interna: Incremento de costos por confinamiento que hacen necesario disminuir el flujo de residuos en proceso</p>	Tipo de Problemas Resueltos	Disminución de residuos por eficientización de Procesos	 <p>Confinamiento de Residuos</p> <p>Tratamiento de aguas residuales</p> <p>Reciclaje indirecto</p> <p>Racionalización de la energía eléctrica</p>
	Tipo de Habilidades	Operación de una estructura organizacional para intervenir las partes críticas del proceso	
	Formación Profesional	Ingeniería Química vinculada con manejo de materiales y producción	
	Capacidad Tecnológica		
	Oportunidades Tecnológicas	Búsqueda y aplicación de plantas de pre-tratamiento de aguas residuales y confinamiento de Residuos Peligrosos.	

Cuadro 13

MOMENTO III. COMPETENCIAS AMBIENTALES EN DISEÑO DE PRODUCTO Y MANUFACTURA

Tipo de Perturbación (Laguna)	Aprendizaje Organizacional		Acciones de Innovación Ambiental
<p>Externa: Transferencia de funciones de Investigación y desarrollo de productos de diseño de productos y procesos</p> <p>Interna: Altos costos de confinamiento y rotación de maquinaria y equipo</p>	Tipo de Problemas Resueltos	Disminución de residuos desde el diseño del producto y de manufactura	 <p>Diseño de producto con enfoque funcional y ambiental</p>
	Tipo de Habilidades	Búsqueda de soluciones para optimizar el diseño de producto y proceso	
	Formación Profesional	Ingeniería concurrente entre mecánica, nanotecnología y Química	
	Capacidad Tecnológica		
	Oportunidades Tecnológicas	Búsqueda y aplicación de tecnologías que asocien conocimiento físico y químico de los insumos para el diseño del producto.	

Capítulo V

Conclusiones

Los hallazgos empíricos del capítulo anterior sugieren que las empresas visitadas han transitado por diferentes formas de aprendizaje en cada fase evolutiva. El proceso de aprendizaje ambiental mostró que cada momento evoca la reorganización sucesiva de las competencias ambientales de momentos precedentes. Dicho proceso también señaló que la transformación de las acciones de innovación ambiental fueron resultado de la asimilación de perturbaciones externas (cumplimiento normativo, eficientización de desempeños ambientales y política corporativa) a las estructuras precedentes y la acomodación de éstas a las nuevas competencias ambientales (Véase **Cuadro 1 y 2**). De tal manera que, cada fase de estabilidad estructural fue resultado de los aspectos no considerados por el momento precedente, como condición necesaria para la formación de la siguiente fase evolutiva.

En términos empíricos, ello significó que, en las empresas que actuaban como Shelters, los costos ambientales tuvieron un efecto directo sobre sus costos administrativos, principal fuente de ganancias. Por lo que, sus acciones de innovación ambiental se enfocaron en el cumplimiento normativo como principal causa de implementación.

Sin embargo, cuando se resolvió el problema de cumplimiento y la empresa cambiaba su rol de Shelter a filial, comenzaba la necesidad (no evidente al principio) de disminuir sus costos ambientales por confinamiento de residuos; circunstancia que fue propiciando la incorporación de acciones ambientales en la manufactura del producto (momento II). Lo cual también se vio facilitado por el hecho de que, la principal fuente de ganancias era la eficientización de procesos de manufactura, y a que los costos ambientales se redistribuyen sobre la base del costo unitario de sus actividades de ensamble, integrando el medio ambiente en sus rutinas de manufactura.

No obstante, dicha transición sólo fue posible después de varios ensayos para estabilizar las perturbaciones internas (escasez de agua, aumento de costos de energía eléctrica y de confinamiento) de la estructura organizacional del momento I; fracasos que dieron la pauta para la incorporación del medio ambiente en las actividades de proceso.

En cuanto a las plantas del momento III (que también recibían un presupuesto anual a eficientizar), la incorporación del medio ambiente en actividades de proceso y diseño del producto se hacía evidente cuando la empresa alcanzaba un techo operativo para disminuir el flujo de sus residuos, vía la eficientización de procesos. Principalmente en lo relacionado con: 1) el uso del agua (pues la mayor parte de las empresas visitadas se encuentra en sitios donde dicho insumo es escaso y caro), 2) el confinamiento de residuos peligrosos y, c) la eficientización de la energía eléctrica. En este escenario, las competencias en producto se enfocaron hacia la minimización del flujo de sus residuos desde su diseño; lo cual se combinó con la búsqueda de materiales más ligeros para incrementar la eficiencia energética del automóvil como producto de consumo.

Por otra parte, dado que las acciones de innovación ambiental fueron conceptualizadas como una acción económica, su construcción teórica nos remitió a la teoría de la acción planteada por la Nueva Sociología Económica Institucional (NSEI). Este enfoque junto con la revisión del estado del arte de la innovación ambiental permitió identificar el sentido de los vínculos causales. Específicamente, en cuanto a la manera en que se daba la interacción entre el entorno institucional y los distintos elementos internos involucrados en el proceso formativo de la innovación ambiental.

Visto a la luz de los hallazgos empíricos, la aplicación del modelo de la NSEI nos habilitó para especificar las fases de estabilidad estructural (momentos evolutivos) que le daban sentido a las acciones de innovación ambiental. Dicho en otras palabras, cada momento representó la acción ambiental de los ingenieros como reproductores de una estructura corporativa que se les imponía, pero también los presentó como productores de condiciones cognitivas locales que los

habilitaba para ejercer un cambio en los requerimientos productivos y ambientales que la dinámica de su actividad iba originando.

Así, cada momento evolutivo comprimió un conjunto de competencias ambientales para resolver los desacoplamientos entre los requerimientos corporativos y el entorno local. Hasta aquí, el modelo de la NSEI nos proporcionó una aproximación de corte transversal y de cambio gradual; donde implícitamente se incorporaba el tiempo, pero no como proceso sino como la comparación de dos situaciones basadas en momentos específicos: un punto en el pasado respecto a alguno del presente. Ello en sí mismo fue valioso; pero cuando quisimos mostrar los umbrales a los que estaba sujeta la naturaleza evolutiva de las competencias ambientales y la manera en cómo la organización social de los ingenieros locales y su entorno se transformaba para generar diferentes tipos de acciones de innovación ambiental en el tiempo; fue necesario echar mano de la ciencia de la complejidad para complementar el modelo de la NSEI.

Dicho en otras palabras, la concepción de la empresa como sistema complejo permitió concebir en cada momento evolutivo una razón sistemática de desequilibrio que disminuía conforme nuevas contradicciones eran incorporadas a la dinámica de cada fase de estabilidad, dando cuenta no sólo de los diferentes momentos de evolución ambiental sino también de sus fases de inestabilidad estructural (momentos de transición) y los mecanismos que se encontraban operando por detrás de los vínculos causales, que la literatura sobre innovación ambiental nos había mostrado.

En cuanto a las certificaciones ambientales tipo ISO 14001, por ejemplo, la evidencia empírica mostró que éstas catalizaban la incorporación de la protección ambiental en actividades de proceso cuando las empresas habían absorbido la experiencia de aplicar protocolos funcionales de cumplimiento normativo (Programa Industria Limpia). Es decir, cuando las empresas ya habían constituido una organización dedicada al seguimiento normativo de sus actividades, que se refuncionalizaba con sus actividades de manufactura.

De tal manera que, las acciones de innovación ambiental fueron desde la implementación de protocolos de cumplimiento hasta la aplicación de tecnologías ambientales de control de residuos (básicamente de uso de agua y manejo de residuos), según el grado de maduración del programa. Véase **Cuadro 3**.

En los casos observados ambas certificaciones (ISO 14001 e Industria Limpia) ocurrieron cuando las empresas funcionaban sobre la lógica eficientizadora de procesos, como principal función en su red corporativa. La tendencia a integrarse con los sistemas de calidad y diferenciación del producto fue por una cuestión de ahorro de costos de implementación. Lo cual, habilitó la transversalidad de la protección ambiental en su estructura organizacional y la independencia operativa del área ambiental respecto a producción y calidad. Aquí es necesario aclarar que, a diferencia del programa de industria limpia, la ISO 14001 promovió la integración de la protección ambiental en actividades de proceso prácticamente desde el inicio de su operación.

Lo anterior, mostró la manera en cómo las variables exógenas se endoginizaron al comportamiento ambiental de la empresa automotriz, además de revelar que la determinación causal es menos directa de lo que tradicionalmente se piensa. Ello en la medida de que ésta es producto de ensayos sucesivos de prueba y error, hasta el punto en que permiten alcanzar un nivel satisfactorio para la resolución de problemas específicos en situaciones particulares.

Hasta aquí hemos reconstruido la historia ambiental de las empresas automotrices visitadas; pero qué pasará hacia el futuro; es decir, ¿qué grupo de acciones ambientales desaparecerán y qué innovaciones aceptará el sector?, y ¿cómo se operacionalizaran dichas tendencias en las prácticas ambientales de las filiales instaladas en México? Veamos algunas tendencias que se están prefigurando.

En primer lugar, dada la evidente participación de los automóviles sobre la generación de gases de efecto invernadero (GEI), y en medio de un momento de crisis económica por la caída tendencial de sus márgenes de ganancia, surge la

necesidad de preguntarnos sobre las posibilidades de emprender una transformación real que, al tiempo de mitigar su participación sobre el cambio climático permita asegurar la viabilidad económica del sector.

Según Orsato y Wells (2007), el régimen tecnológico basado en: 1) la producción del acero como su estructura básica, 2) los hidrocarburos como fuente energética de motores de combustión interna y, 3) el diseño de vehículos con capacidades de desempeño multifuncionales; mantienen en un hilo la viabilidad económica y ambiental del sector. Según estos autores, la combinación de estos elementos ha resultado en la existencia de una industria altamente intensiva en capital, sujeta a presiones continuas por reducir precios y anclada en desempeños ineficientes de energía (por el diseño de autos pesados de acero), con funciones tecnológicas de poca o nula utilización para los propósitos reales de transportación.

Desde el punto de vista económico, dicho funcionamiento crea, por un lado, la tentación continua de recurrir al crédito para incrementar el ritmo de ventas, y, por otro, la necesidad de poner en el mercado automóviles con funciones de diseño no adecuadas para las condiciones del inmenso tráfico de las ciudades; que generan mayores niveles de GEI.

En este sentido, puede resultar un disparate el que se produzcan carros con motores diseñados para altas velocidades, cuando la aglomeración de éstas solo permite utilizar hasta una quinta parte de su fuerza motora potencial. Por ejemplo, según datos del Center for Automotive Industry Research de la Universidad de Cardiff de Inglaterra, en algunas ciudades chinas el promedio de avance vehicular se encuentra entre los 10 y 30 km por hora; mientras que, en el Distrito Federal se alcanzan velocidades máximas de 40-50 km/hr en vehículos que, según sus especificaciones, podrían alcanzar velocidades de más de 200 km/hr. La ineficiencia energética que resulta de ello es monstruosa considerando que al día se emiten a la atmosfera más de un millón de toneladas de bióxido de carbón.

Sin embargo, la construcción social del automóvil como signo de estatus y el establecimiento de un patrón muy definido de lo que un vehículo debe tener como producto, genera una rigidez estructural que impide realizar modificaciones hacia

diseños más acordes con los requerimientos de la aglomeración urbana (compactos, ligeros, con motores de menor cilindraje y mayor potencia de arranque). En este contexto, ¿cómo modificar la dinámica estructural del sector automotriz hacia un paradigma más amigable con el medio ambiente? Sin intentar responder del todo y centrándonos en la eficientización energética del auto, se pueden observar las siguientes tendencias.

En primer lugar, me parece que estamos en la fase inicial de una transición tecnológica y organizacional, donde existe una lucha encarnizada de las armadoras por establecer el nuevo régimen tecnológico que requiere el sector. Sin embargo, dada la gran cantidad de recursos necesarios para emprender el cambio y ante un mercado de incierta recuperación, hasta el momento los esfuerzos se están manejando con altísima secrecía.

Lo que sí es posible inferir es que, dado el tremendo anclaje tecnológico (lock-in), la primera fase de esta transición se focalizará en innovaciones incrementales, sobre la base del régimen tecnológico descrito anteriormente. En este escenario, los autos híbridos, impulsados por gasolina y energía eléctrica o etanol de primera generación, se presentan como la ruta idónea sobre la cual las ensambladoras están apostando (Hekkert y van den Hoed, 2007).⁵⁸

No obstante, dado los altos costos que la producción de este tipo de autos tiene, por encontrarse en la fase inicial de su ciclo de vida, el financiamiento para su producción provendrá de dos fuentes:

- 1) de la expansión de autos multifuncionales (los que circulan actualmente) en mercados emergentes subdesarrollados; donde los BRIC's (Brasil, Rusia, India y China) son los candidatos idóneos porque son las únicas economías que han seguido creciendo, aun en medio de la crisis financiera del 2008 y 2009 y,
- 2) por la creación de nichos de mercado específico para consumidores conscientes del cambio climático; donde será de gran ayuda el consenso

⁵⁸ Hasta donde se tiene conocimiento, China ya sacó al mercado de insumos intermedios una batería que tiene una autonomía por 300 kilómetros, recargable en un intervalo de 2 a 4 hrs. Creen poder llegar a tiempo de recarga de 10 minutos en un par de años (BBC World Service).

internacional que se logre para emprender medidas de carácter global y la obligación de adquirir autos híbridos, aun cuando puedan tener un precio mayor respecto a los modelos actuales.

Sin embargo, dado que las economías de escala continuarán teniendo sentido para disminuir los costos de este tipo de vehículos, una segunda tendencia es que China y Brasil impongan a las armadoras la transición de autos multifuncionales hacia vehículos con fuentes de energía alternas, como requisito para competir en sus mercados. Dicha tendencia ya se está prefigurando debido al poder adquisitivo que tienen sus mercados internos, el cual puede incrementar la demanda de autos híbridos de segunda generación.

Por último, aun cuando la transformación hacia un régimen tecnológico de menor impacto ambiental es deseable, el diseño de autos con menor producción de GEI a lo larga de su cadena de valor se encuentra todavía en sus primeras etapas. Lo que sí podemos conjeturar es que dicho cambio no será radical, sino que comenzará por una reorganización productiva del sector. La cual, se está gestando al amparo de las siguientes tendencias:

1. la construcción de nuevos diseños conceptuales del producto, centrados en la selección de materiales alternativos (magnesio, aluminio, nuevas aleaciones de acero). Véase Tharumarajah y Koltun, 2007.
2. el desarrollo de nuevas tecnologías de trenes de transmisión, enfocados en la eficientización de motores de combustión interna, la aplicación de motores eléctricos y el desarrollo de motores con celdas energéticas (Fuel Cell Vehicles, FCV). Véase a van den Hoed, 2007 y Nieuwenhuis y Wells, 2007.
3. el diseño de sistemas de tráfico y de infraestructura vehicular adecuados a la nueva arquitectura del auto (Vergragt y Brown, 2007) y, por último,
4. los diseños automotrices que incorporan el reciclaje y la re-manufactura de las autopartes al final de su vida útil (Seitz, 2007; Duval y MacLean, 2007; Subramoniam, Huisingh y Chinnam, 2009).

Ahora bien, ¿qué implicaciones tendrán las transformaciones ambientales proyectadas para sector automotriz en México? Dicho en otras palabras, ¿qué tipo de innovaciones ambientales serán transferidas de los corporativos hacia sus plantas en México? Ante estos cuestionamientos, los gerentes ambientales consultados hicieron notar que no esperaban cambios significativos en el ejercicio de sus acciones ambientales. Ello en la medida de que, pese a la construcción de autos híbridos y de menor cilindraje, la arquitectura manufacturera del automóvil no se modificará radicalmente en el corto plazo.

Sin embargo, es necesario que la política ambiental, vía la operación de esquemas de cumplimiento voluntario (como el programa “Industria Limpia”), se oriente hacia la eficientización del desempeño ambiental, según la lógica operativa de las empresas transnacionales. Aunque el tipo de innovaciones ambientales esperadas con dicho esquema tendrán un umbral crítico fácilmente alcanzable, debido a las rigideces estructurales del paradigma tecnológico al que está anclado el automóvil, la evidencia empírica mostrada indica que, cuando se logran consolidar capacidades y competencias manufactureras dirigidas al medio ambiente es posible avanzar hacia la transferencia de funciones de diseño de productos con enfoque sustentable.

Lo anterior, nos aproximaría hacia una agenda de investigación relacionada con: 1) el estudio del tipo de gobernanza asociada con las patentes tecnológicas tanto en producto, como en tecnología ambiental adaptada; 2) el análisis de la problemática del uso de agua, emisiones, flujo de residuos y eficientización energética a lo largo del ciclo de vida del producto; aplicando el enfoque de la SEIA desde una perspectiva que considere la integralidad de la cadena de valor automotriz; y, 3) el estudio de la construcción social del riesgo en los agentes que toman decisiones económicas para conducir los problemas ambientales asociados con su actividad.

No obstante las tareas pendientes, el esfuerzo de esta tesis se concentró en el análisis de los procesos de aprendizaje ambiental en función de cómo la organización social de las agencias locales (ingenieros y técnicos) y su entorno se

transforman para generar diferentes tipos de acciones de innovación ambiental en el tiempo, inmersas en el caos determinístico de tiempos irreversibles.

En este sentido, se trató de un primer intento por estudiar el proceso formativo de las acciones ambientales de las empresas automotrices desde la ciencia de la complejidad, ensayo éste que, sin duda, pasará todavía por un proceso de múltiples desequilibrios y sucesivas reequilibraciones antes de consolidar a la sociología económica de la innovación ambiental como nueva perspectiva de estudio.

Cuadro 1
Formas de aprendizaje ambiental de empresas automotrices en México

Formas de Aprendizaje	Características	Momentos evolutivos		
		1 ^a	2 ^a	3 ^a
Aprendizaje Inter empresa	Rol de la empresa en su red corporativa	Shelter/Filial Unidad Eficientizadora de Costos Administrativos	Filial Unidad Eficientizadora de Costos en procesos de manufactura con requerimientos de calidad y flexibilidad productiva	Filial Unidad Eficientizadora de Costos en Proceso y Diseño con requerimientos de calidad y flexibilidad en producto
	Canales de Comunicación	Acciones de Innovación Ambiental con base en sugerencias de la autoridad ambiental, unidades de verificación ambiental y empresa Shelter.	Acciones de Innovación Ambiental con base en lineamientos corporativos, auditorías de la casa matriz	Acciones de Innovación Ambiental con base en lineamientos corporativos provenientes de sus laboratorios de investigación.

CONTINUA CUADRO 1

Formas de Aprendizaje	Características	Momentos evolutivos		
		1 ^a	2 ^a	3 ^a
Aprendizaje Intra empresa	Tipo de problemas resueltos	Cumplimiento Normativo	Eficientización del desempeño ambiental en la manufactura	Eficientización del desempeño ambiental en manufactura y diseño de nuevos prototipos de producto
	Integración de especialidades funcionales	Ingenieros Químicos	Ingeniería Química vinculada con la ingeniería de producción y calidad	Ingeniería concurrente: Mecatronica, Nanotecnología y Física
	Forma de organización	El departamento ambiental coordina trabajos de cumplimiento normativo. Su labor se limita a la sugerencia de actividades ambientales.	El departamento ambiental coordina las actividades ambientales, pero su radio de acción se difunde al resto de la empresa mediante la aplicación sistemática del JIT en inventario y procesos, programa de reducción de scrap, equipos de trabajo, manufactura celular. Las adaptaciones y rediseños se realizan para disminuir el flujo de residuos en la manufactura.	El departamento ambiental se integra directamente en las actividades de diseño del producto y la operación de la manufactura en piso de producción.

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de trayectorias ambientales.

Cuadro 2. Acciones de Innovación Ambiental Re-funcionalizadas según Momento de Evolución

Momento 0	Transición	Momento I	Transición	Momento II	Transición	Momento III
Acciones previas		Acciones Previas Refuncionalizadas		Acciones Previas Refuncionalizadas		Acciones Previas Refuncionalizadas
Nula atención al problema ambiental generado por sus actividades	Auditorías Gubernamentales y Sanciones por incumplimiento normativo	Formación de Personal de ingeniería química para atender requerimientos	Necesidad de disminuir costos ambientales debido a: escasez de recursos naturales, incremento de costos de confinamiento	Incorporación del personal de medio ambiente en actividades de manufactura. El objetivo disminuir costos por disposición e incorporar el medio ambiente en la estrategia de eficientización de procesos	Eficientización de actividades ambientales limitada por condiciones de manufactura y diseño de producto	Participación de personal ambiental para re-diseñar la manufactura y sugerir cambios en características del producto para disminuir residuos desde la concepción del producto.

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de trayectorias ambientales.

Cuadro 3

Acciones de Innovación Ambiental según grado de maduración del programa “Industria Limpia”

Industria Limpia	Acciones de Innovación Ambiental
1ª. Fase	Estructuración de un compromiso corporativo de protección ambiental
2ª. Fase	Resolución de no conformidades relacionadas con: Confinamiento de Residuos, aguas residuales y remediación y manejo de sitios contaminados por residuos peligrosos
3ª. Fase	Obtención de la Certificación, con la promesa de no recibir auditorías por 2 años. Aplicación de Reciclaje indirecto, racionalización del agua y la energía eléctrica.

Anexo 1. La Crisis del Sector Automotriz en México (2008-2009)

I. Evolución de la producción, ventas, exportaciones e importaciones

La producción de vehículos automotrices en la presente década ha tenido un desempeño cíclico (**Gráfica 1**). De cerca de 2 millones de unidades producidas anualmente en el año 2000 disminuyó a 1.5 millones en el 2003-2004, para luego recuperarse en el 2006; situación que se mantuvo hasta el 2008 cuando se produjeron nuevamente 2 millones de unidades.

Debido a la recesión global de la economía y en particular a la crisis en la demanda del sector automotriz en Estados Unidos, para el 2009 la producción bajó a 1.5 millones de unidades. Comparando diciembre de este año con el de 2008 la producción disminuyó de 2.1 millones a 1.5 millones representando una caída del 28.3% (**Gráfica 2**). Esta reducción fue particularmente dramática en la producción de camiones ligeros (46.5%) y de menor importancia en la de automóviles (30%) (**Gráfica 3**).

Por su parte, las ventas de vehículos en el mercado mexicano tuvieron un desempeño un poco más estable (**Gráfico 4**). De 853 mil unidades vendidas en el 2000 aumentaron progresivamente hasta alcanzar las 1.140 millones en el 2006. Sin embargo, a partir del 2007 empezaron paulatinamente a disminuir, para llegar a 755 mil en el periodo enero-diciembre del 2009. Comparando esto meses con los del 2008 las ventas bajaron de manera sustantiva (26.3%) y la producción para el mercado interno 35.7% (**Gráfica 2**).

En cuanto a las exportaciones, el comportamiento fue similar al conjunto del sector. Desde el 2001 inició el descenso de las exportaciones de 1.4 millones a 1.1 millones en el 2004, para posteriormente recuperarse hasta el 2008 con 1.7 millones de unidades exportadas. Para el periodo enero-diciembre del 2009 las exportaciones cayeron a 1.2 millones (**Gráfica 5**). Al comparar los 12 meses del 2009 con el de año anterior las exportaciones bajaron un 26.3%, al pasar de casi 1.6 a 1.2 millones de unidades (**Gráfica 2**). Si comparamos la producción de

automóviles y camiones para la exportación resalta la caída en un 26% de camiones ligeros en el período enero-diciembre del 2009 en relación al del 2008, mientras que la de automóviles cayó casi en la misma proporción (26.5%) (**Gráfica 6**).

Contrario a la situación descrita anteriormente, la importación de automóviles ha ido en constante aumento. Desde 1995 inició en México el proceso de importación de autos nuevos de manera significativa; para el año 2000 se incrementó de 403 mil unidades a más de 725 mil en el 2005-06. No obstante, y como parte de la crisis del sector, éstas también cayeron desde el 2007 hasta ubicarse en las 430 mil unidades importadas en el 2009 (**Gráfica 7**).

Así, la estrategia de inversión directa basada en la eficiencia para la exportación ha sido muy clara en el caso mexicano (Mortimore, 2006). Del 2000 al 2009 el 73% del total de producción realizada en México se dirigió al mercado externo (en promedio). Más aún, a partir del 2006 el porcentaje aumentó al 78% (**Gráfica 8**). Según los pronósticos de Global Insight esta relación podría crecer al 83% para el 2015.

Dicha estrategia se combina con un aumento considerable de las importaciones (Carrillo y Gomis, 2009). El mercado mexicano está invadido por importaciones de autos provenientes de varios países, principalmente del Mercosur, como Brasil y menor medida de Argentina. En el año 2000 los vehículos importados representaron el 47% del total de ventas en el mercado nacional; del 2003 y hasta el 2007 esta cifra estuvo por arriba del 60%, bajando sólo dos puntos en el 2008-2009 (**Gráfica 9**).

Finalmente, respecto a la industria de autopartes, ésta ha crecido de manera singular en México. Si bien la plataforma de producción de autos para consumidores finales, y en particular la de exportación, es muy relevante (10º. lugar mundial en el 2008), la especialización productiva en partes y componentes es aún más importante. Mientras que la producción de unidades en México sólo representaba el 5% del mercado del TLCAN en 1980 y para el 2005 apenas se había elevado al 9%; la producción de autopartes ha crecido constantemente.

Como se puede observar en la **Gráfica 11**, de un valor de la producción de autopartes de \$11.1 billones de dólares⁵⁹ en 1995 aumentó a casi el doble en el 2000, para llegar a \$28.6 billones en el 2007. Si bien era de preverse una caída por la crisis del sector automotriz mundial y especialmente la del TLCAN, la cifra puede llegar a representar en el 2009 más de 22.4 billones de dólares.

Es del dominio público que el comercio automotriz está fuertemente atado al mercado norteamericano. Los datos no dejan duda al respecto. En el 2000 el valor de las exportaciones alcanzó los \$32.2 billones de dólares y el de las importaciones los \$23.3 billones de dólares. Dos terceras partes de las exportaciones correspondieron a los vehículos y una tercera a las autopartes; dirigiéndose hacia Estados Unidos y Canadá el 94% de valor de las exportaciones de vehículos y el 81% del valor de las autopartes.

Por su parte, el valor de las importaciones de vehículos representó el 26% y el de autopartes el 74% restante; proviniendo de Estados Unidos y Canadá el 91% y el 78%, respectivamente. Cuatro años más tarde el volumen del comercio apenas se modificó, pero en cambio su estructura productiva sufrió una importante mutación. Mientras que los vehículos representaron 59.1% de las exportaciones y el 54% de las importaciones; las autopartes alcanzaron el 41.9% y el 45.8%, respectivamente.

En otras palabras, en tan sólo cuatro años la participación de vehículos bajó un 8% del total de exportaciones en relación a las autopartes, pero aumentó un 28% el de las importaciones; lo cual significa que, mientras se fortalece la capacidad productiva del sector de autopartes en México, paralelamente aumentan los vehículos importados. No obstante, es probable que esta relación se esté modificando debido al aumento de los vehículos importados del Mercosur y de las importaciones de partes y componentes provenientes del Asia.

Como lo muestran las **Gráfica 11.1 y 11.2**, paulatinamente, el tipo de modelos exportados eran cada vez más grandes y costosos. En el segmento de automóviles, los modelos Accord (Honda) y Crusier (Chrysler) representaron poco

⁵⁹ El uso de Billones en este documento tiene la acepción americana (es decir, miles de millones) en todos los casos.

más del 38% del total de la producción total de automóviles de su propia firma. Es decir, en promedio, de cada 10 autos producidos en Honda, durante 2000-2009, 6 fueron Accord, aunque a partir del 2008 se dejaron de producir para especializarse en el camión ligero CRV. Mientras que, de cada 10 autos producidos por Chrysler, 4 fueron Crussier (aunque recientemente la armadora anunció que este modelo se dejará de producir para el segundo semestre del 2009).

En un segundo nivel de importancia se encuentra el Fusion (Ford) y el Bora (VW), con 6 y 4 autos de cada 10 producidos dentro de su firma, para el mismo periodo. Finalmente, sólo 2 y 4 de cada 10 representaron el HHR (GM) y el Sentra de Nissan, respectivamente (**Gráfica 11.1**).

Cuando se revisan las estadísticas de los modelos producidos para la exportación resultan los mismos modelos que los anteriormente expuestos; pero los niveles difieren un poco: el Accord (Honda) representó, en promedio del 2000 al 2009, el 97% de las exportaciones de dicha firma, seguido por el Sentra con el 73% de Nissan, Ford-Fusion con el 64% y Bora con el 47.8% de VW (**Gráfica 11.2**).

Estos porcentajes reflejan estrategias diferentes de las firmas automotrices. Mientras que unas empresas (Honda, Nissan y Ford) basan gran parte de su competitividad en un modelo, el resto mantiene una estrategia más variada (GM y VW). De hecho el Fusion (Ford) fue el que mayor participación tuvo en el mercado de autos, seguido muy de cerca por Crussier (Chrysler) y Sentra (Nissan) distanciándose claramente del resto del resto de los modelos de mayor producción (HHR de GM), tanto en el total como lo destinado a las exportaciones (**Gráficas 12.1 y 12.2**). Llama la atención que el país de origen no esté asociado con estas estrategias.

Por último, en cuanto a la base de proveeduría en México, de acuerdo con Bancomext, en 1994 se encontraban registrados en México 600 proveedores y para el 2005 alcanzaban ya los 1,060 autopartistas en el país. De estos 345 eran de primer nivel (32.5%), 600 de segundo nivel (56.6%) y 115 de tercer nivel (10.8%). No obstante, la literatura señala que existe una débil base de proveedores, particularmente empresas mexicanas de segundo y tercer nivel.

II. Estrategias de Mercado por Firma.

La producción de automóviles y camiones ligeros, desde el inicio de la industria automotriz en México, ha estado concentrada en las 'Tres Grandes Americanas' (GM, Ford y Chrysler)⁶⁰. En el periodo de la Industrialización por Sustitución de Importaciones, las ensambladoras americanas concentraban el 48% del total de la producción de vehículos, mientras que para la primera etapa del TLCAN fueron las que mayor beneficio obtuvieron al participar con el 65%. Sin embargo, desde el 2001 empezaron a perder participación de mercado, hasta caer al 47% del total de la producción en la primera mitad del 2009.

A nivel nacional, la crisis productiva de las firmas americanas es evidente. Al comparar la producción acumulada a diciembre del 2009 con respecto al mismo periodo del 2008 se tiene que éstas tuvieron la mayor caída de producción con el 32.7%; seguida por las alemanas (principalmente, VW)⁶¹ con el 28.8% y en menor medida las japonesas, que solo cayeron el 19% (**Gráfica 13**). Llama la atención que las firmas americanas concentraron en este periodo el 41% del mercado y muy cercanamente se encontraron las japonesas con el 38%. Por supuesto, la importancia de VW resaltó con la participación en el 17% de la producción.

En el mismo periodo, Chrysler y GM sufrieron las más importantes caídas en la producción con 44% y el 31% respectivamente (**Gráfica 14**). No obstante, al observar la tendencia de la producción por firma desde el año 2000 hasta el presente, es claro que todas las empresas sufrieron una importante contracción de la demanda, algunas con fuertes caídas y otras saliendo incluso del mercado (**Gráfica 15**).

⁶⁰ Si bien Chrysler formó parte de una alianza con Daimler (1998-2007) y actualmente está formando otra con Fiat, en términos estadísticos aparece como Chrysler, por lo que, para fines de análisis se ha tomado como una firma americana.

⁶¹ La razón por la que sólo se considera VW es debido a que: a) Daimler-Mercedes nunca ha establecido una armadora en México de automóviles, sólo de camiones pesados con su línea Freightliner, b) mientras que BMW abandonó sus actividades de ensamblaje en el 2003. Desde entonces ésta se ha concentrado en la comercialización de vehículos y su planta de Toluca se ha destinado hacia actividades de blindaje ligero.

El desempeño en las exportaciones de las firmas fue también dispar. VW y GM fueron las principales exportadoras con más de 200 mil unidades en los primeros doce meses del 2008, seguidas de Ford, Nissan y Chrysler. Sin embargo, para el 2009 GM quedó en primer lugar, seguida de VW, Ford y Nissan, con más de 100 mil unidades exportadas por empresa (**Gráfica 16**). Por otro lado, las caídas fueron también dispares, Chrysler disminuyó sus exportaciones en un 47.3% y GM y VW con valores cercanos al 28%, contrastando con un 14.4% en Toyota e incluso un superávit en Honda del 8.3% (**Gráfica 16**).

La participación en el mercado de exportación según firma fue modificada por la crisis. Chrysler fue la principal perdedora al reducir su participación del 15% al 11% en el periodo enero-diciembre del 2009 en comparación con el 2008. En segundo lugar se encuentra GM (**Gráfica 17**). Aunque Ford incrementó su participación de 17% a 19%.

En conjunto las Tres Grandes Americanas concentraban en el periodo de referencia del 2008 el 55% del mercado de exportación, un año después habían bajado al 52.7%. Las japonesas por el contrario aumentaron la participación de mercado del 22% al 25% (**Gráfica 18**).

Visto el comportamiento a lo largo de la presente década, resalta el aumento en el radio de exportación en las empresas asiáticas y alemanas frente a las americanas. Del total de vehículos manufacturados en México para el año 2000, las firmas automotrices americanas tenían una propensión a la exportación del 80% de su producción, en el 2005 bajaron hasta el 45%, para ubicarse en 56% para el 2008. Mientras que, las japonesas incrementaron constantemente su capacidad exportadora del 48% al 78%, respectivamente. Y en el caso de VW pasó del 45% al 89% de las exportaciones del total producido. Lo cual significó que, las exportaciones de las americanas que al inicio del periodo representaban alrededor del doble del conjunto de las japonesas y alemanas en el año 2000, para el 2009 la brecha se había cerrado de manera evidente (**Gráficas 19.1 y 19.2**).

Si comparamos la producción doméstica con la de exportación entre 2009 y 2008, para el periodo acumulado enero-diciembre, se observa en primer lugar, una

consolidación en la propensión exportadora en varias de las armadoras, salvo el caso de Nissan que guarda una distribución más balanceada y en menor medida GM. En segundo lugar, sobresalen algunas empresas por bajar su participación en el mercado mexicano (Ford, Honda y VW). Y en tercer lugar, una drástica caída de la producción en la mayoría de las armadoras. Sobresaliendo Chrysler con el 44% de reducción, GM (31.1%), VW (28.8%) y Ford (25.4%) (**Gráficas 20.1 y 20.2**). Si observamos el comportamiento de la producción total a lo largo de la década, las empresas americanas tenían un indiscutible liderazgo, particularmente con sus unidades producidas para la exportación (**Gráfica 21**).

Al contrastar las ventas de vehículos producidos nacionalmente con los importados en 2009-2008, para el periodo de enero a diciembre acumulado, se pueden observar los siguientes resultados. Primero, Nissan, VW y ahora GM privilegian su producción doméstica frente a las importaciones. Por el contrario, Chrysler, Ford y Honda dependen más sus ventas de los vehículos importados. Toda la producción en el caso de Toyota es para la exportación. Segundo, Nissan desplazó a GM en las ventas y en la producción en México, seguida de VW. Tercero, la caída en las ventas (domésticas e importadas) fue también dramática. GM y Honda cayeron un 34%, mientras que Chrysler, Nissan y Ford disminuyeron más del 25%. Solo Toyota y VW tuvieron una reducción menor (del 17.9% y 18.1% respectivamente). (**Gráficas 22.1 y 22.2**). Al tomar en forma conjunta a las empresas según país de origen, resulta que la distancia entre firmas se acorta. De una participación promedio del 65% entre 1995-2000, las Tres Grandes bajaron al 41% en el periodo enero-diciembre del 2009, destacando el incremento en el mercado de las firmas japonesas y alemanas (**Gráfica 23**).

Las estadísticas del 2000 y 2009 muestran como las firmas americanas están perdiendo lugar en el mercado (tanto doméstico, como en el de exportación), mientras que las Tres Grandes Japonesas lo están ganando y, las alemanas, fundamentalmente VW, mantienen su cuota de participación. En el mercado mexicano las firmas americanas bajaron del 55% al 41% en el periodo 2000-2009; y las alemanas del 21% al 17%. Mientras que las japonesas subieron su participación

del 23% al 38%. Y en el mercado de exportación las estadounidenses redujeron su porcentaje de 65% al 53%; y las alemanas del 24% al 22%. Nuevamente, las empresas asiáticas doblaron su porcentaje al pasar del 11% al 25% (**Gráfica 24**).

El aumento de autos importados de las firmas japonesas y alemanas, al comparar la situación en el 2000 frente a la situación actual, refleja claramente la estrategia de diversificación de marcas que ellas tomaron frente a las americanas (**Gráficas 25**). A través de este conjunto de gráficas se puede observar la participación de las principales marcas según país de origen. Actualmente, casi 40 marcas y más de 300 modelos circulan en México, siendo éste uno de los mercados mas abiertos al sector automotriz del mundo (Ornelas, 2009).

Vista la producción por segmento es claro que México regresará a su especialización en automóviles (sobre todo compactos). En el periodo 1988-94 la participación de los automóviles en el mercado era del 75%. Y actualmente alcanzó ya el 72%. La tendencia creciente que se observaba en la producción de camiones ligeros (del 25% al 40% entre 1988-94 y 2000-05) cambió radicalmente al bajar al 28% en el 2008. Los camiones pesados produjeron apenas 1,400 unidades en el periodo enero-diciembre del 2008, dejando de producirse en el 2009. Los prestigiados camiones ligeros (light trucks como SUVs, MVPs, Minibans, etc.) pasaron de 422 mil a 209 mil, esto es, una drástica reducción del 50.3%. Mientras que los automóviles pasaron de 776 mil a 539 mil (30.7% menos) (**Gráfica 26**).

Al desagregar los segmentos de acuerdo al desempeño por firma, se tiene que en el segmento de automóviles, sobresale la producción de VW y Nissan con más de 300 mil unidades producidas en el período enero-diciembre del 2009. Destaca también Chrysler por su baja capacidad y gran caída en el periodo de referencia, al igual que GM (**Gráfica 27**).

En cuanto a la producción de camiones ligeros sobresalen varios aspectos: Primero, las firmas americanas cambiaron su nicho de especialización productiva. Ford disminuyó la producción en un 91% en el período enero-diciembre del 2008-09, Chrysler el 35% y GM el 24%. En cambio las japonesas tuvieron una reducción mucho menor, particularmente Honda y Toyota (7% y 14%, respectivamente). Y

segundo, el liderazgo de GM y Chrysler en la producción de camiones ligeros se vio muy afectado por el gran volumen que producían (**Gráfica 28**).

Al revisar la información a lo largo de la década se observa que la brecha entre la producción de automóviles y la de camiones ligeros se amplió particularmente en el 2006, confirmándose la tendencia ya observada a la especialización en México de autos subcompactos y compactos (Mortimore, 1998). En ambos segmentos la crisis impactó severamente (**Gráfica 29**), e incluso la producción de camiones pesados cerró actividades por parte de las armadoras aquí analizadas.

El segmento de automóviles ha estado liderado por VW y Nissan. Las americanas por su parte mantenían una participación similar en el 2000. Sin embargo a lo largo de la década cambiaron su posición, quedando Ford como la mejor consolidada y Chrysler como la peor (**Gráfica 30.1**). Siete armadoras competían en el mercado de automóviles hasta el 2008, cuando dejó de producir BMW.

En el segmento de camiones ligeros, por su parte, participaban cinco firmas (las tres americanas más Nissan y Honda). Como se puede observar en la **Gráfica 30.2**, GM y Chrysler apostaron por la producción de este tipo de vehículos, motivo por el cual la caída en la demanda fue mucho mayor. Los camiones pesados eran fabricados por Ford y GM, pero desde el 2008 se dejaron de producir (**Gráfica 30.3**).

Finalmente, al revisar las estadísticas por país de origen y segmento, bien sea para el mercado total de automóviles o camiones (**Gráficas 31.1 y 31.2**) o para el conjunto de los tres segmentos (automóviles, camiones ligeros y camiones pesados) tanto para el mercado de exportación como doméstico (**Gráficas 32.1 y 32.2**), sobresale que hay un proceso de convergencia en términos de participación de mercado entre las tres distintas nacionalidades de la inversión (americanas, japonesas y alemanas).

Conclusión

Durante las últimas dos décadas la política de apertura e integración con la economía de Estados Unidos se tradujo en la afluencia masiva de IED, en la reorientación de la industria hacia el mercado externo, en el fortalecimiento de la capacidad productiva de las principales armadoras autopartes (véase **Cuadro 1**), además del incremento de la importación para abastecer el mercado doméstico. Con ello, las plantas del sector instaladas en México adquirieron una creciente importancia dentro de las estrategias de competitividad que siguen las principales armadoras de la región TLCAN.

Claramente existe un antes y un después de la liberalización comercial, con un periodo intermedio de transición, entre 1980 y 1994. Con el paso del tiempo, ello consolidó dos ejes de industrialización territorialmente localizados: uno en el norte- occidente y el otro en las zonas tradicionales del centro de México. Lo cual ha implicado el ejercicio de inversiones considerables en la modernización de plantas antiguas y/o la construcción de nuevas y modernas para satisfacer la demanda del mercado de América del Norte. Prueba de ello es que, desde la entrada en vigor del TLCAN la zona industrial centro (Distrito Federal, Puebla, Estado de México) ha recibido la mayor cantidad de IED.

Por otra parte, dadas las preferencias del mercado norteamericano, las empresas automotrices se fueron consolidando en la producción de modelos cada vez más grandes y costosos (SUV, camionetas y minivans, además de los sedan para pasajeros). En particular, Honda, Chrysler y Toyota basaron su competitividad en la exportación de un solo modelo (Accord, Crusier y Tacoma, respectivamente). Sin embargo, con la presente crisis es claro que México regresará a la especialización en automóviles, principalmente compactos.

Tradicionalmente, la base productiva mexicana ha sido dominada por las empresas estadounidenses (GM, Ford y Chrysler), con baja participación de las empresas japoneses líderes (Toyota y Honda) que han privilegiado sus inversiones en el sur de Estados Unidos. Sin embargo, a raíz de la presente crisis financiera se está observando una pérdida gradual en el liderazgo de las empresas americanas, a

favor de las tres grandes japonesas (Toyota, Honda y Nissan), con una participación creciente de la firma alemana (VW).

Lo anterior, se ha debido a una estrategia amparada en la diversificación de modelos y de mercados destino de exportación. En contraste con las firmas americanas que habían concentrado el nicho de especialización de los light trucks en un solo mercado (Estados Unidos). Lo cual ha evidenciado la escasa flexibilidad de las empresas estadounidenses para adaptarse a los cambios de la demanda: de camiones livianos (light trucks) a automóviles y de automóviles medianos y grandes a vehículos compactos. Propiciando que el tiempo de reconversión de las firmas americanas, este siendo aprovechado por sus competidores japoneses y alemanes para ganar mayores posiciones de mercado.

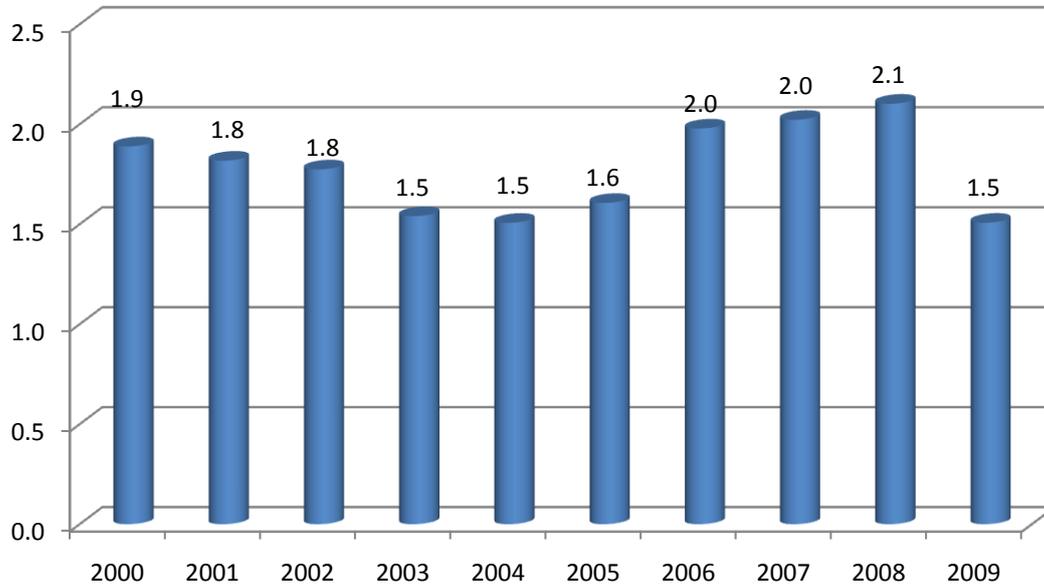
Un elemento que se ha producido en forma simultánea a la consolidación de México como plataforma de exportación es el descuido del mercado doméstico, crecientemente atendido por importaciones provenientes de Sudamérica; lo cual ha generado una ascendente complementariedad entre las filiales de las principales transnacionales automotrices en México y Mercosur, principalmente de vehículos compactos provenientes de Brasil.

En cuanto a los patrones de localización se observa un incremento en la competencia de éstas con las nuevas plantas de vehículos instaladas en el sur de Estados Unidos, principalmente de empresas asiáticas. A pesar de la mayor competitividad relativa de costos de las plantas mexicanas, las empresas extranjeras —particularmente las estadounidenses— enfrentan una fuerte presión para no disminuir el empleo en Estados Unidos; lo que podría inhibir el traslado de su capacidad productiva hacia México.

Por último, la evidencia estadística muestra que la crisis de la demanda mundial de automóviles en el 2009 se ha traducido en un severo impase para el sector automotriz instalado en México. Durante ese año, las exportaciones se redujeron en 26% y la producción para el mercado interno en un 36%. A pesar de que esta crisis representa una fase crítica para el crecimiento del sector, lo cierto es que la política de apertura e integración comercial originó una distinción temporal

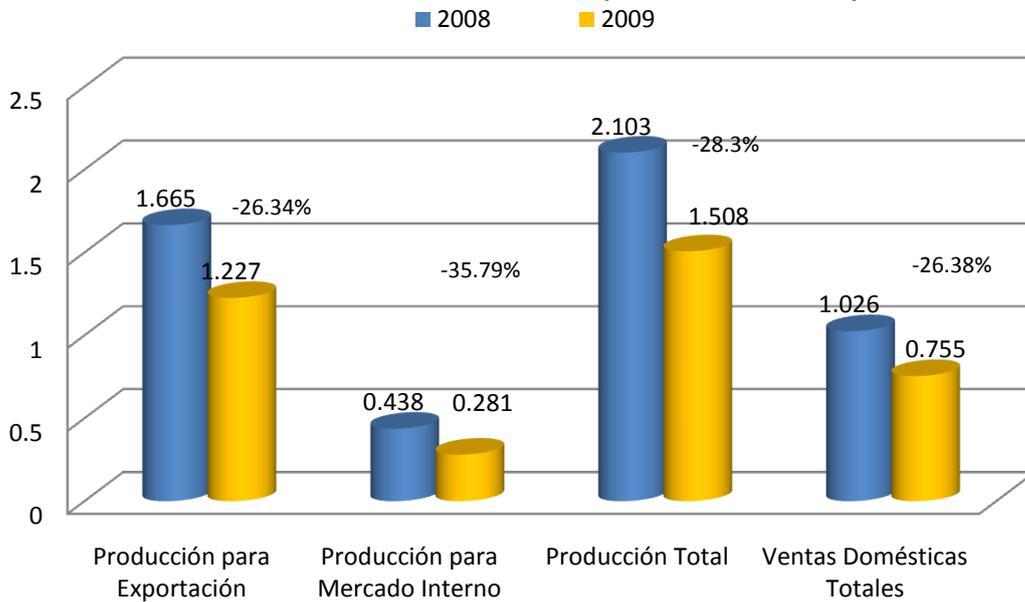
en los momentos de evolución productiva del sector automotriz en México: el primero surgido al amparo del modelo de sustitución de importaciones y el segundo derivado de la liberalización comercial, aunque construido sobre las bases del momento I.

**Grafico 1. Producción Total de Vehículos del 2000 al 2009
(millones de unidades)**



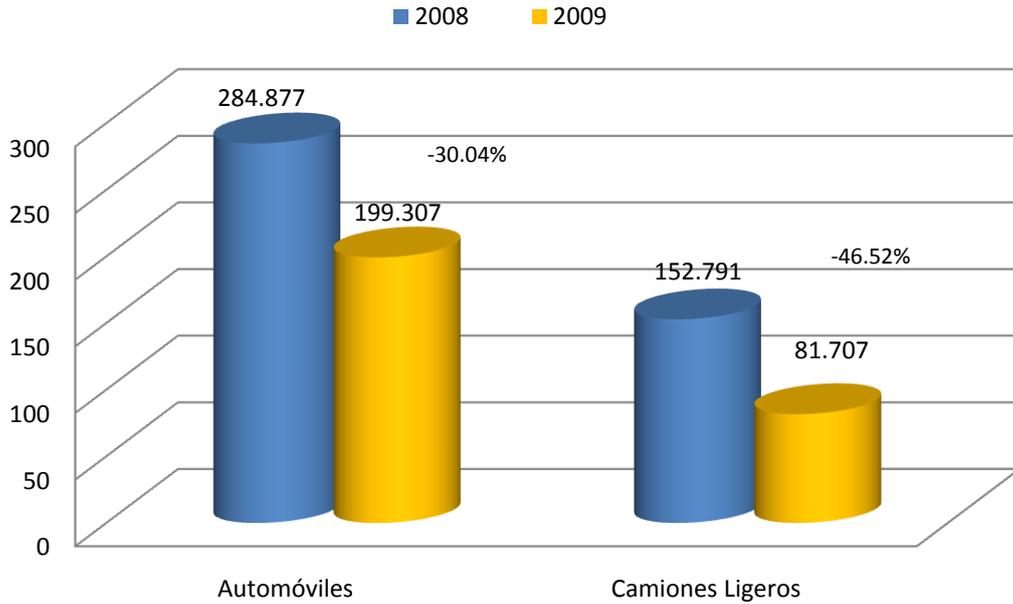
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

**Gráfico 2. Evolución de los Principales Indicadores de la Industria.
Acumulado al mes Diciembre (miles de unidades)**



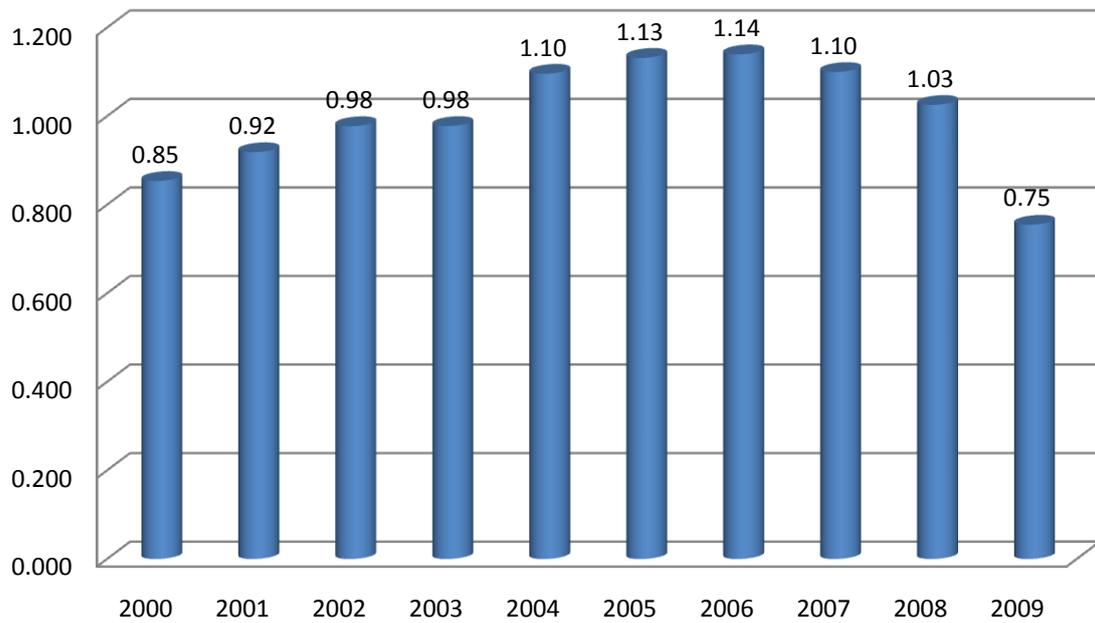
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

**Gráfico 3. Producción para el mercado doméstico por segmento.
Acumulado al mes de Diciembre (miles de unidades)**



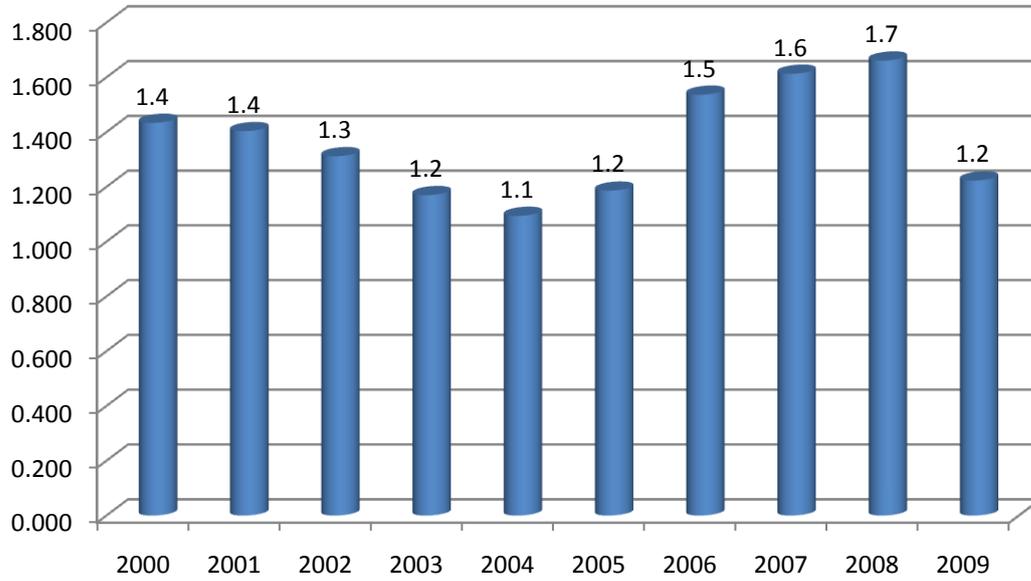
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

**Gráfico 4. Total de Ventas Domésticas de Vehículos
(millones de unidades)**



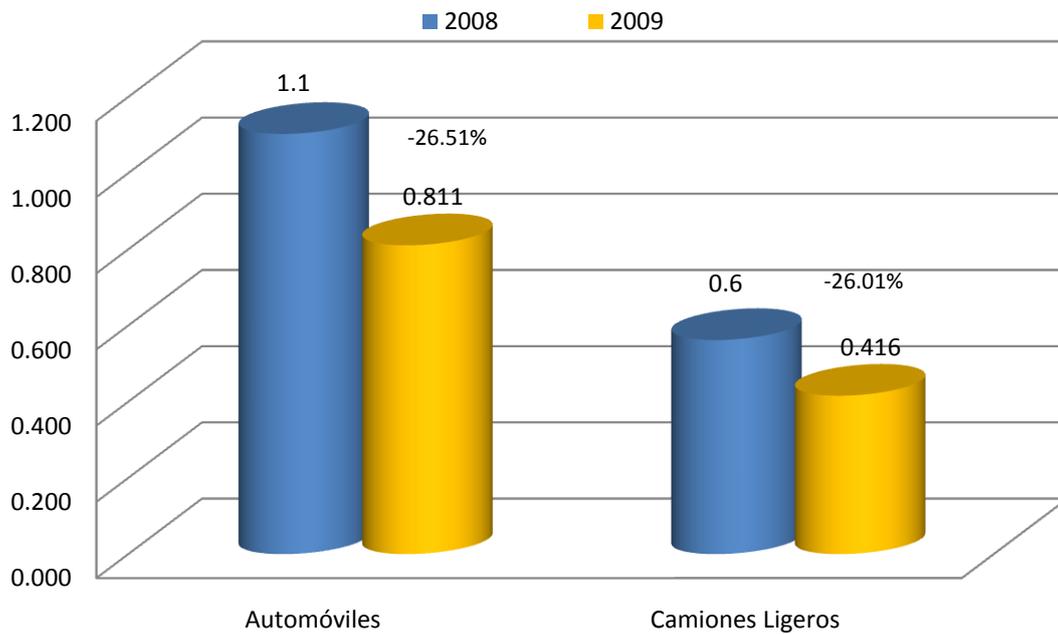
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

**Gráfico 5. Exportaciones Totales de Automóviles
(millones de unidades)**



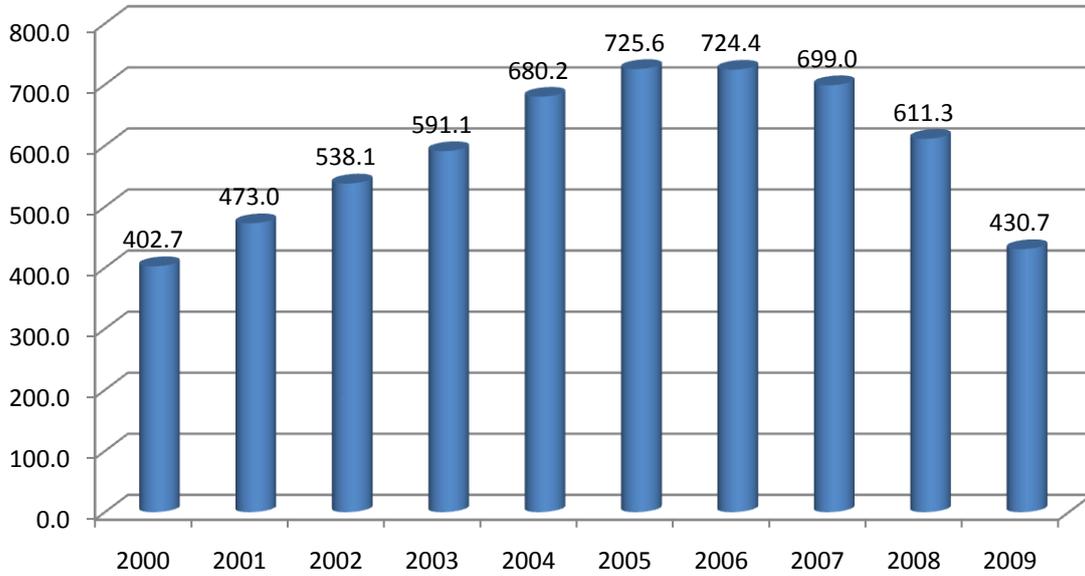
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

**Gráfico 6. Producción para la Exportación por segmento.
Acumulado al mes de Diciembre (millones de unidades)**



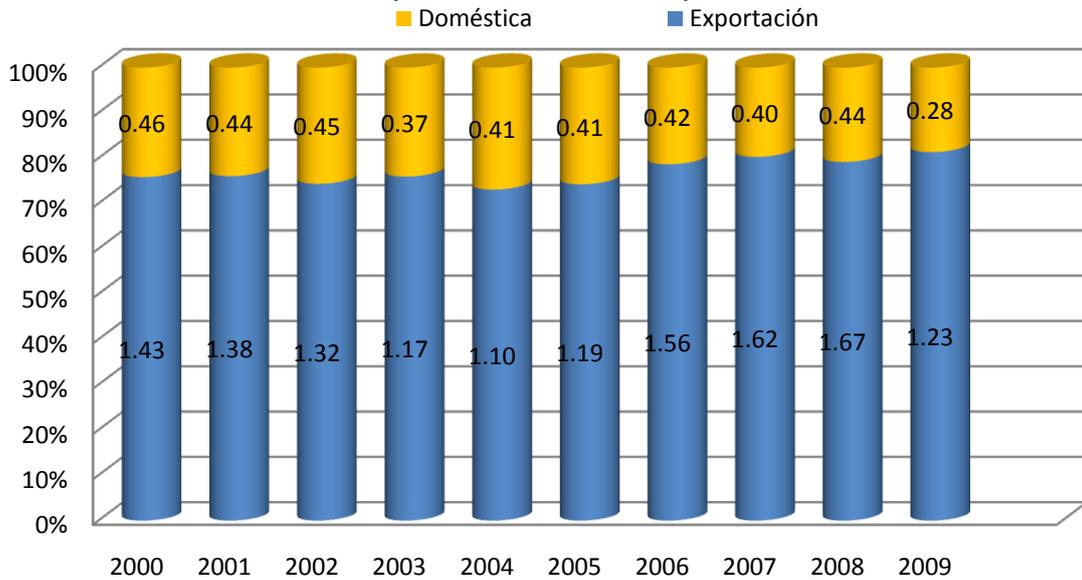
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

**Gráfico 7. Total de Vehículos Importados
(miles de unidades)**



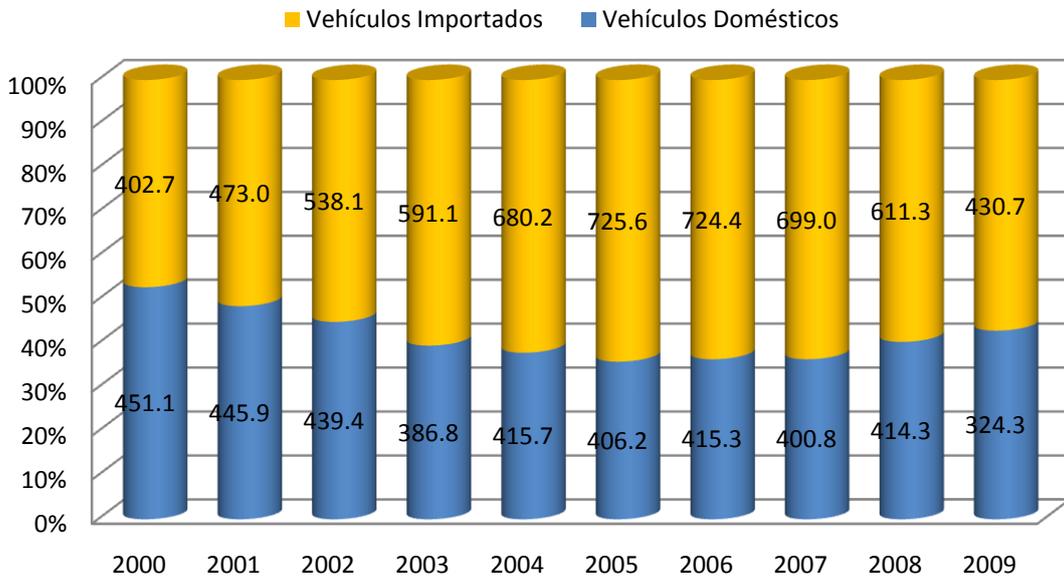
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

**Gráfico 8. Producción Doméstica y de Exportación
(millones de unidades)**



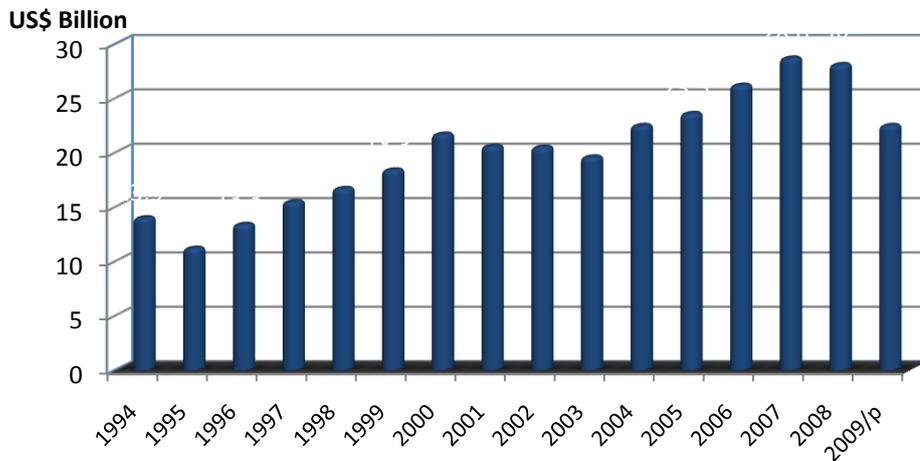
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

**Gráfico 9. Ventas de Vehículos en el Mercado Mexicano
(porcentajes en miles de unidades)**



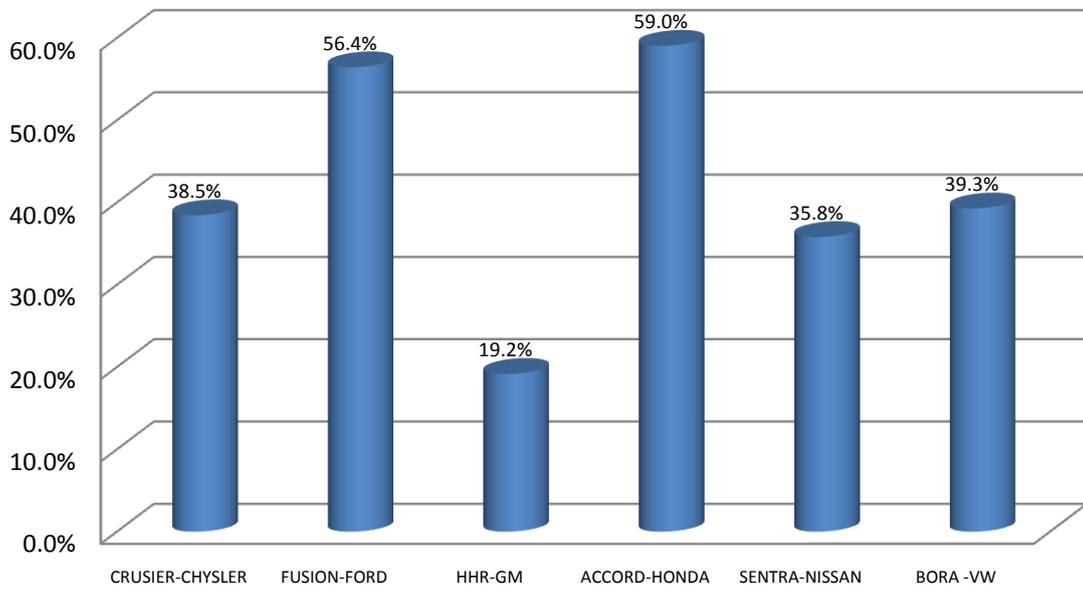
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

**Gráfica 10. Valor de la producción en Industria de
Autopartes en México
(Billones de US dolares)**



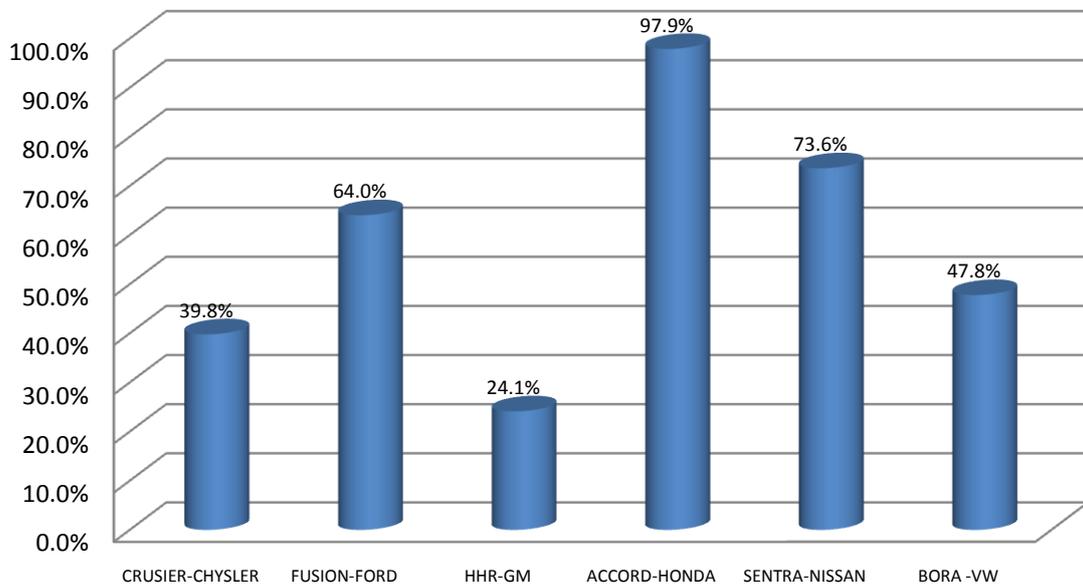
Fuente: Mexico Now, year 7, no. 39, March-April 2009; tomado de INA, con información de INEGI, pag. 32

Gráfico 11.1 Porcentaje Promedio de la Producción Total de Autos dentro de cada Firma según su Modelo Campeón (2000-2009)



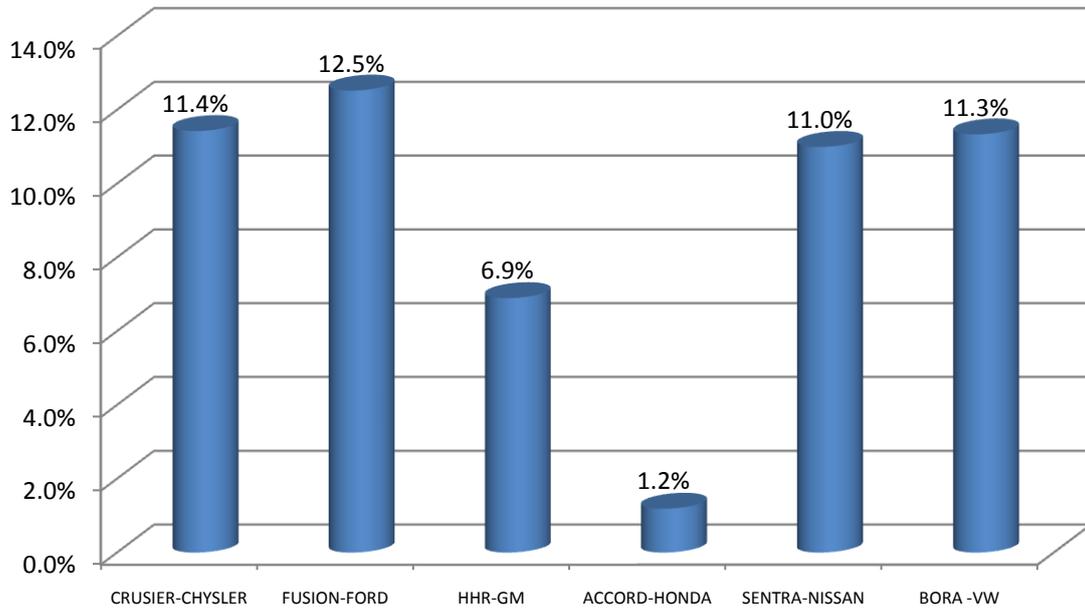
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

Gráfico 11.2 Porcentaje Promedio de Producción para Exportación de Autos dentro de cada Firma según su Modelo Campeón (2000-2009)



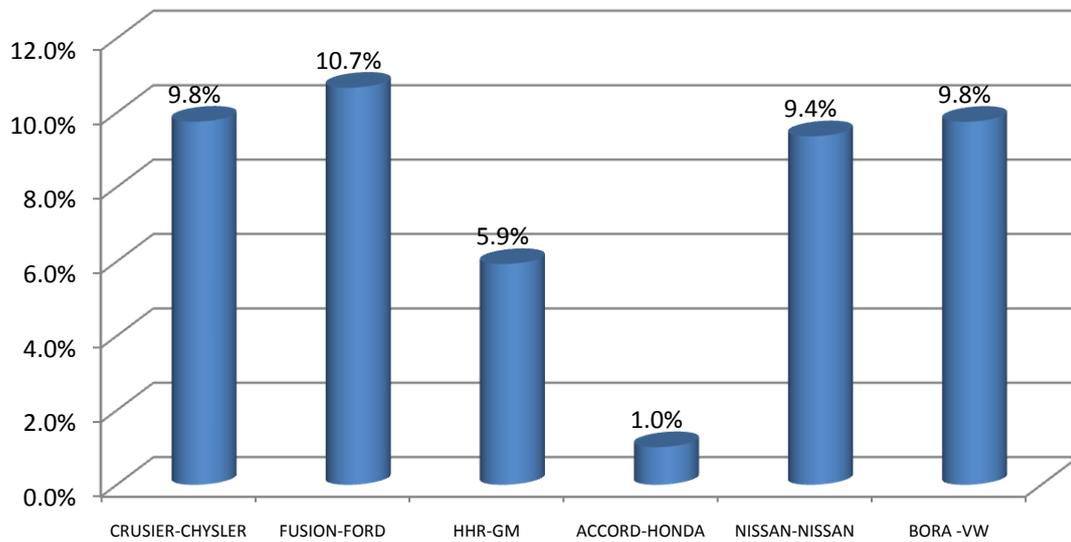
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

Gráfico 12.1 Participación Promedio en el Segmento de Autos para todas las Firmas según Modelo Campeón (2000-2009)



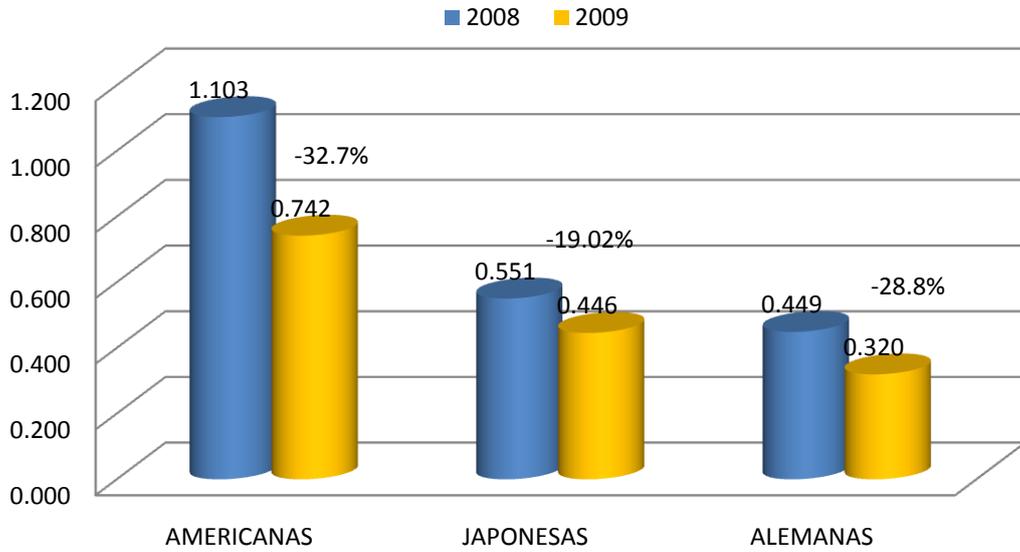
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

Gráfica 12.2 Participación Promedio de la Producción para Exportación del Segmento de Autos de todas las Firmas según Modelo Campeón (2000-2009)



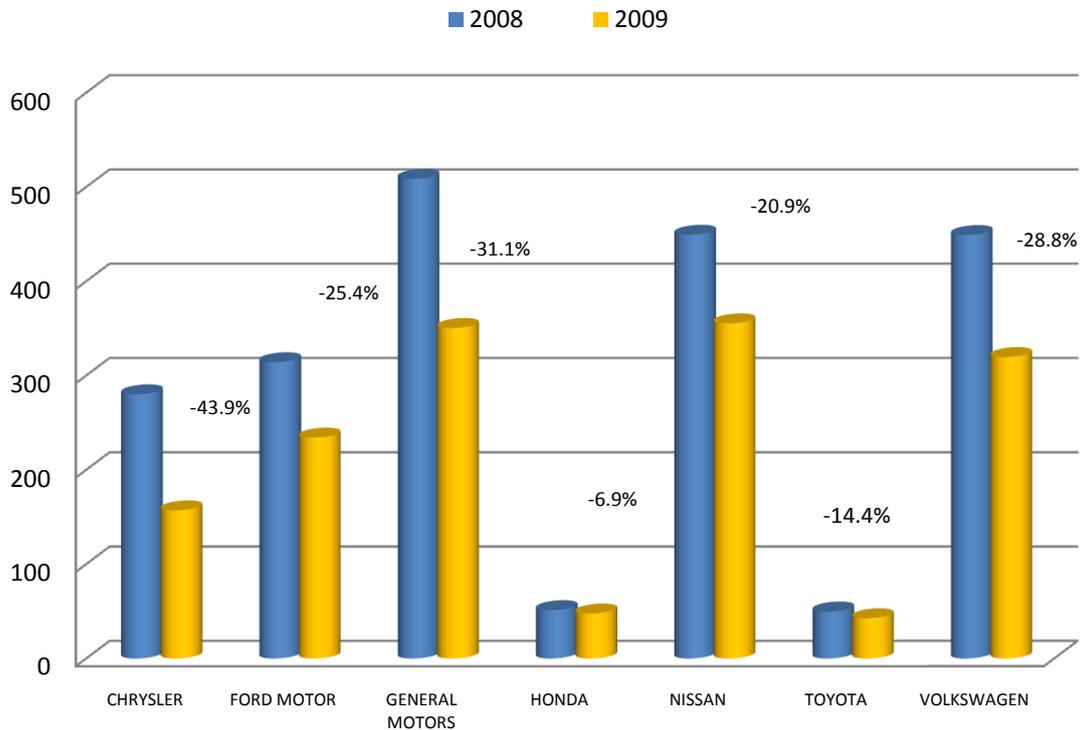
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

Gráfico 13. Producción Total Según País de Origen. Acumulado al mes de diciembre (millones de unidades)



Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio, 2009. México, D.F.

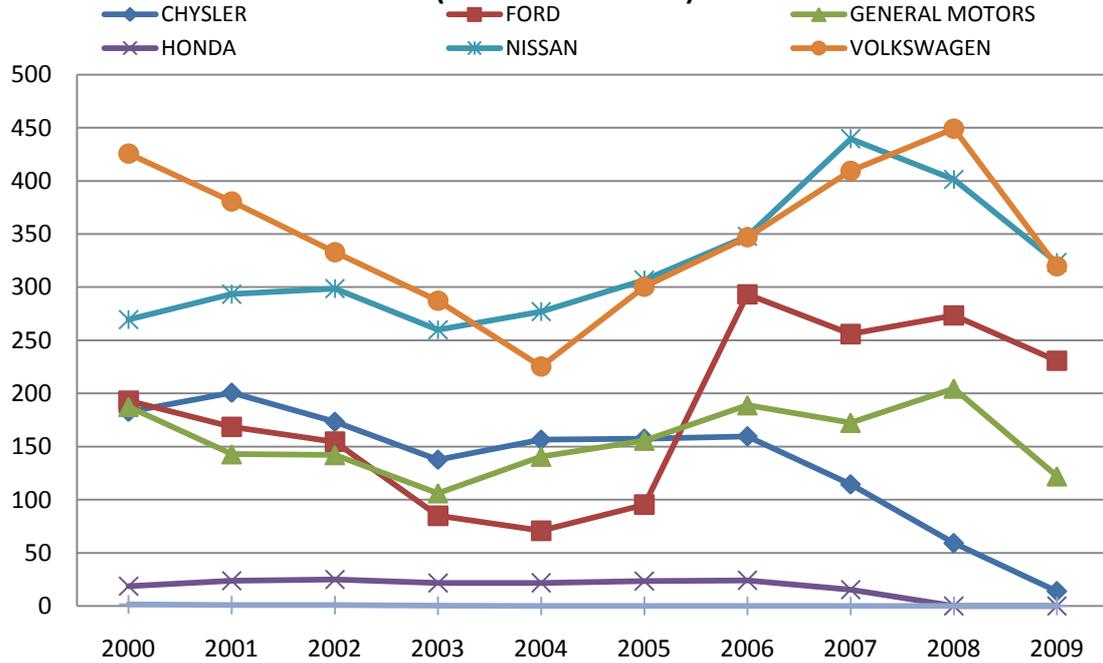
Gráfico 14. Producción Total por Firma. Acumulado al mes de diciembre (miles de unidades)



Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio, 2009. México, D.F.

Gráfico 15. Producción Total de Automóviles por firma

(miles de unidades)

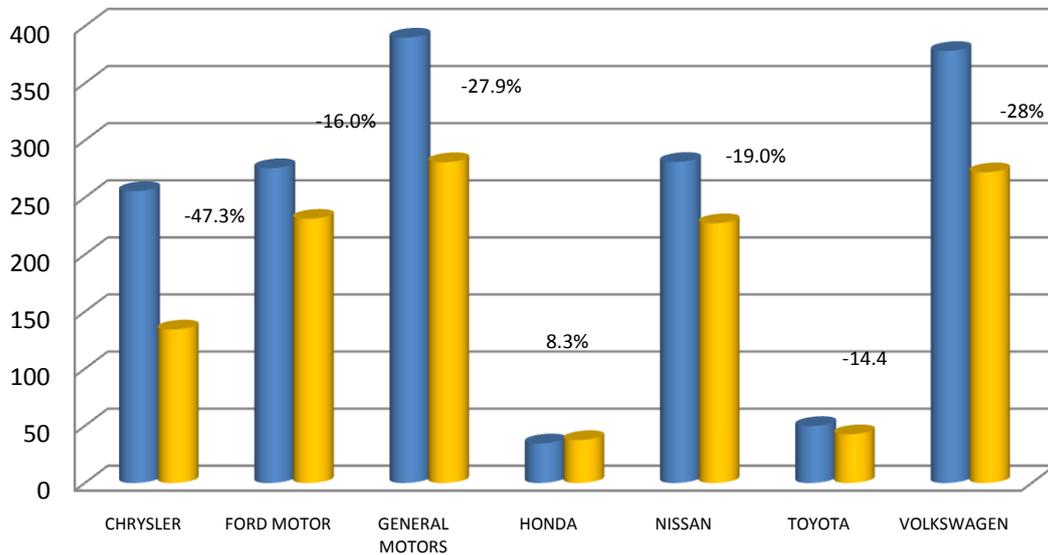


Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

Gráfico 16. Producción para la Exportación por Firma.

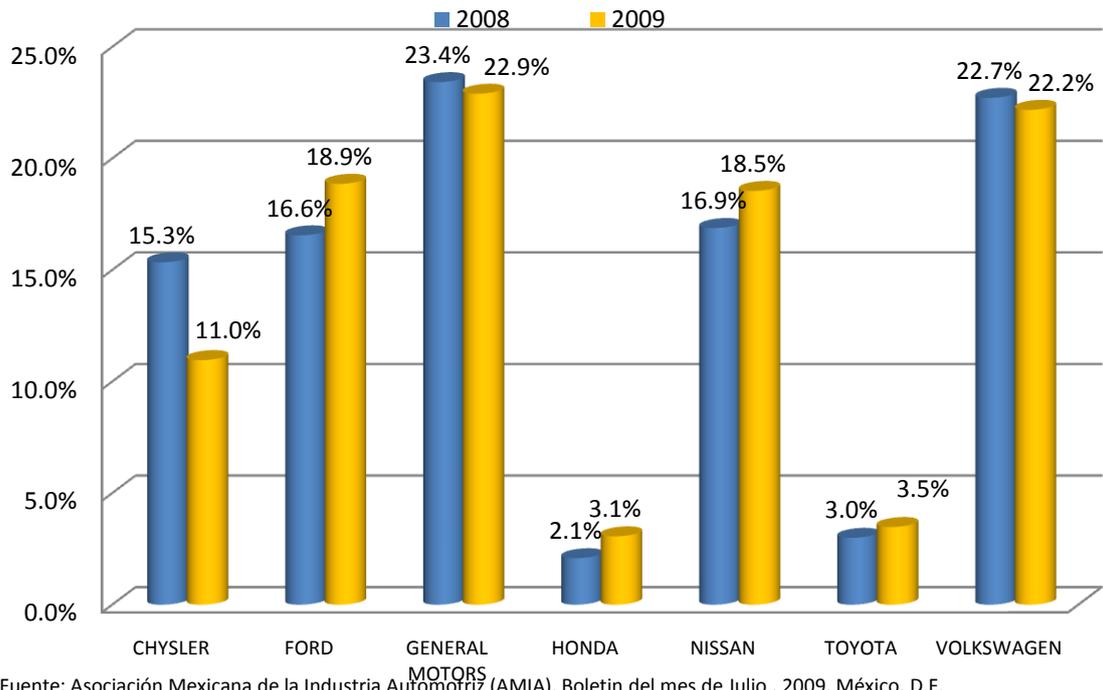
(miles de unidades)

■ 2008 ■ 2009



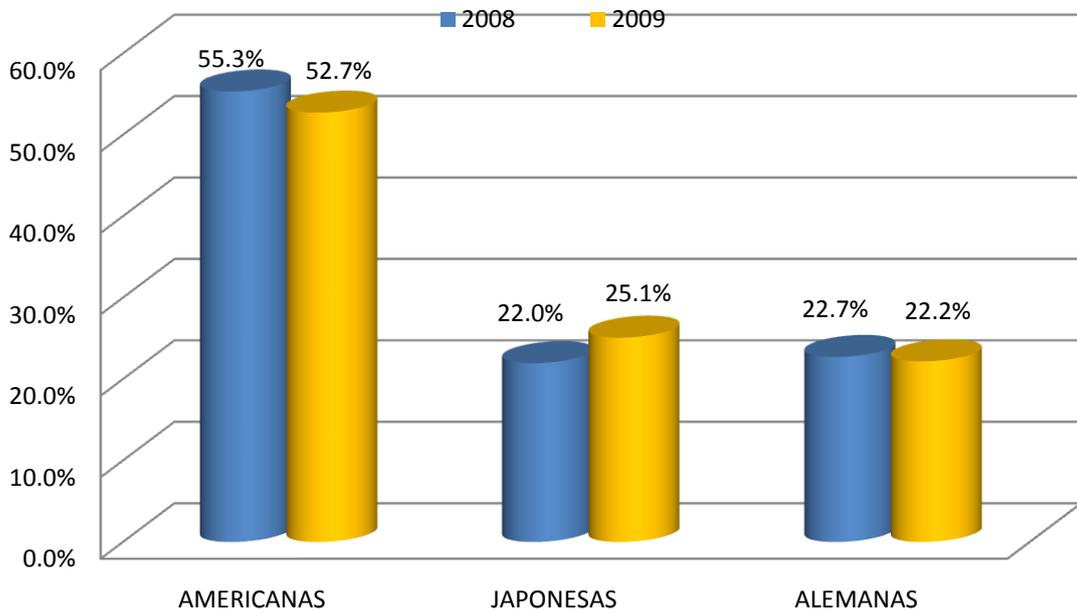
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio , 2009. México, D.F.

Gráfico 17. Participación en el Mercado de Exportación por Firma. Acumulado al mes de Diciembre



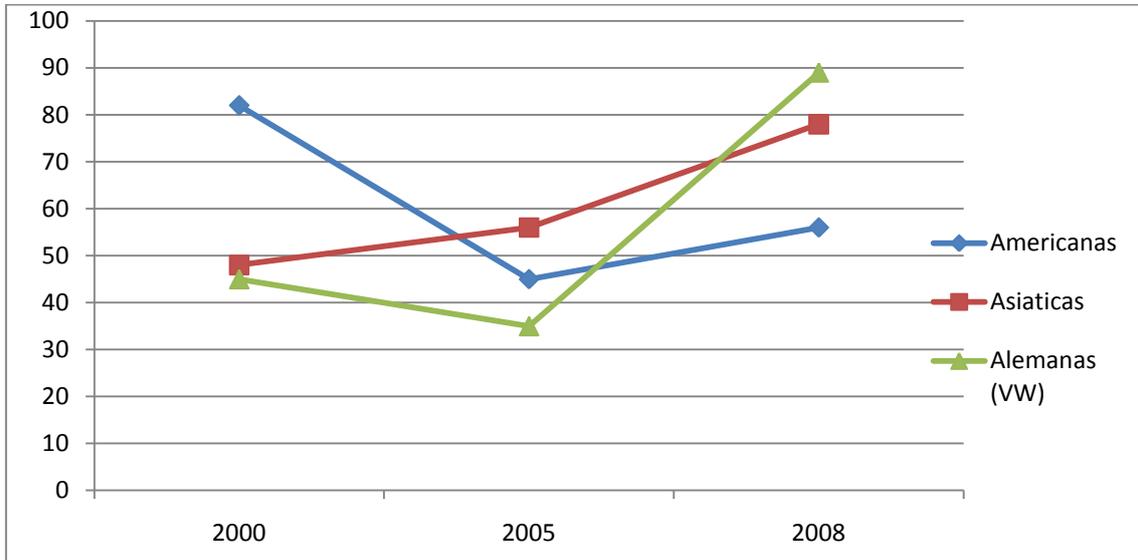
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio, 2009. México, D.F.

Gráfico 18. Participación en el Mercado de Exportación Según País de Origen. Acumulado al mes de Diciembre



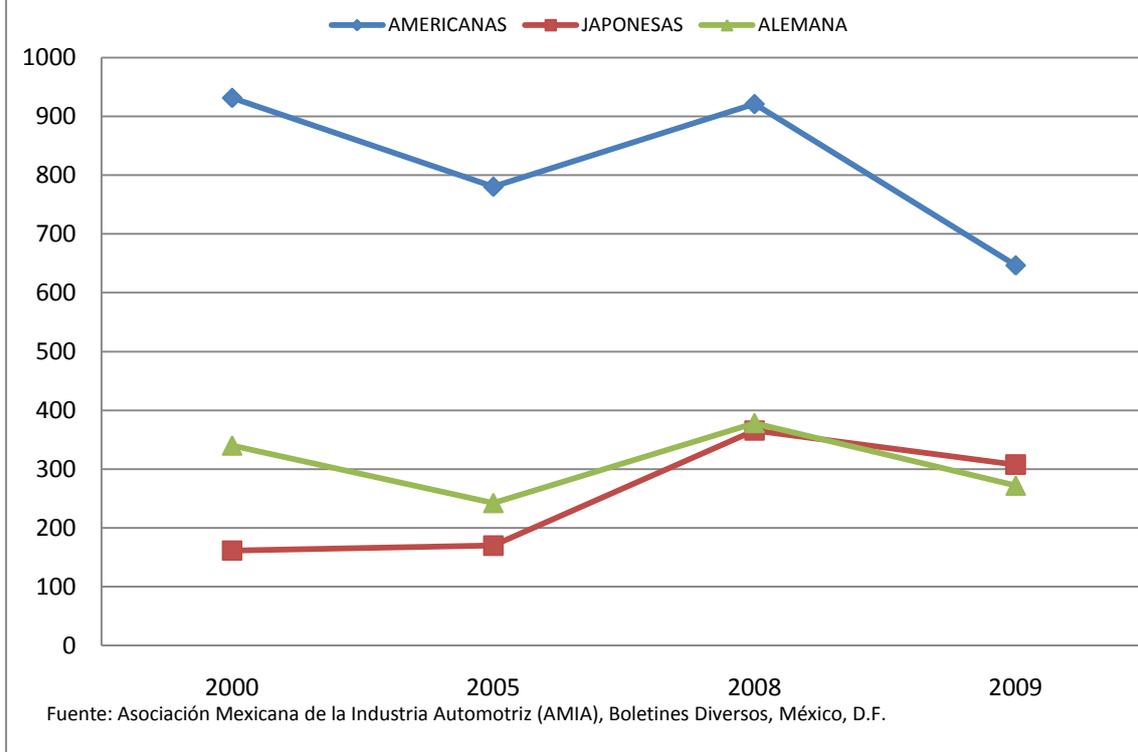
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio, 2009. México, D.F.

Gráfica 19.1 Porcentaje de exportación del Total de Producción en Firmas Automotrices Según País de Origen



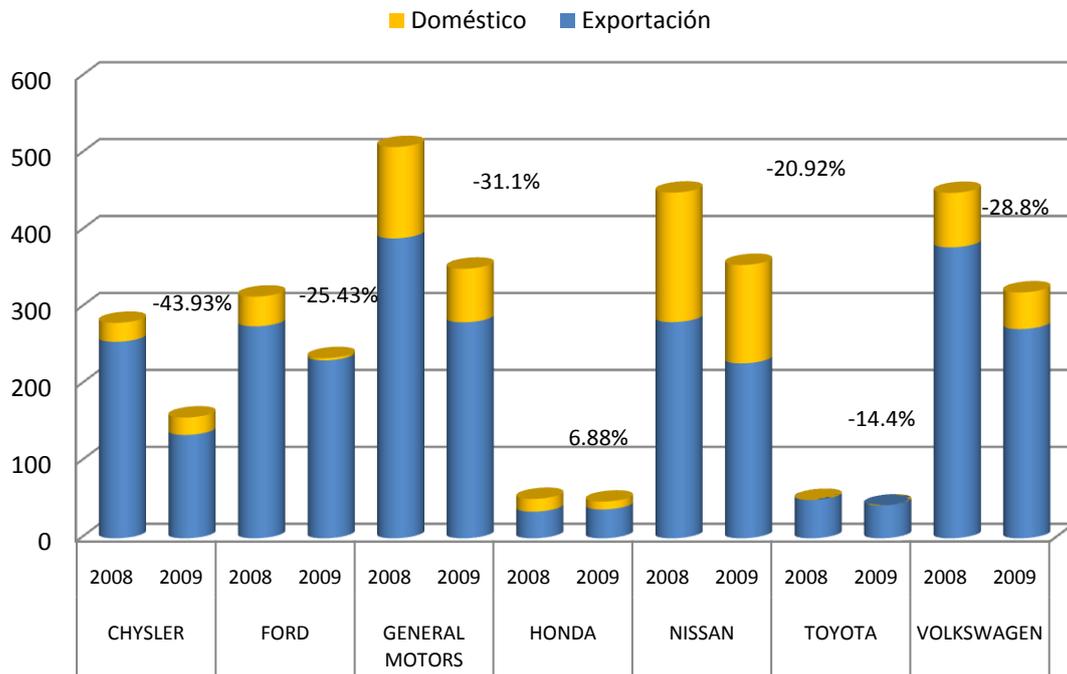
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) Boletines diversos años, México

Gráfico 19.2 Producción para la Exportación Según País de Origen (miles de unidades)



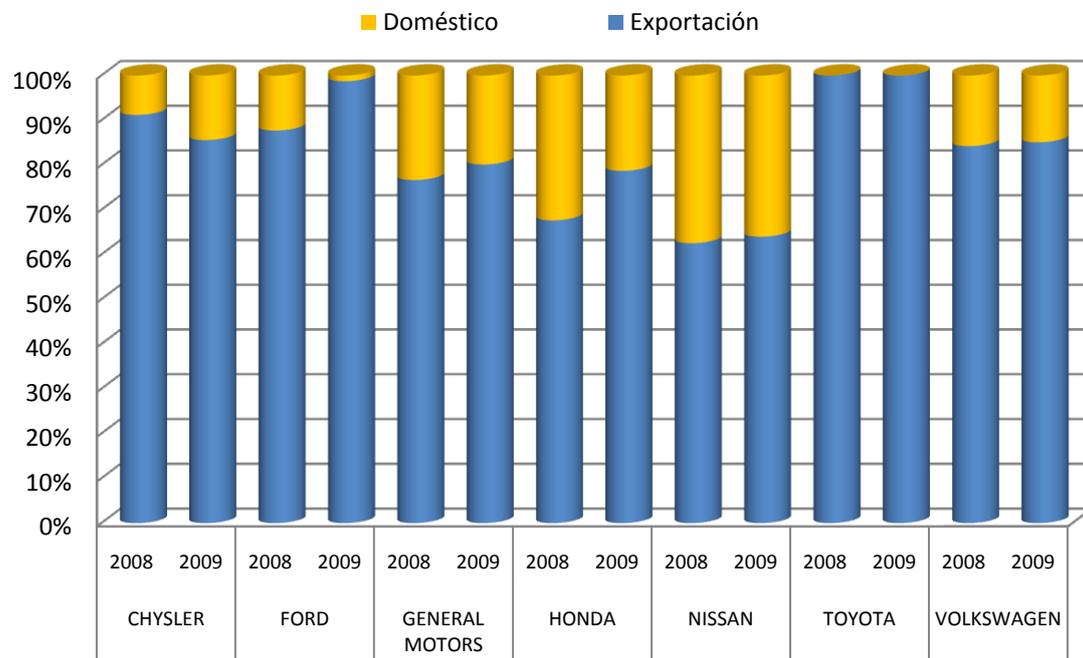
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

**Gráfico 20.1 Producción Doméstica y de Exportación.
Acumulado al mes de Diciembre (miles de unidades)**



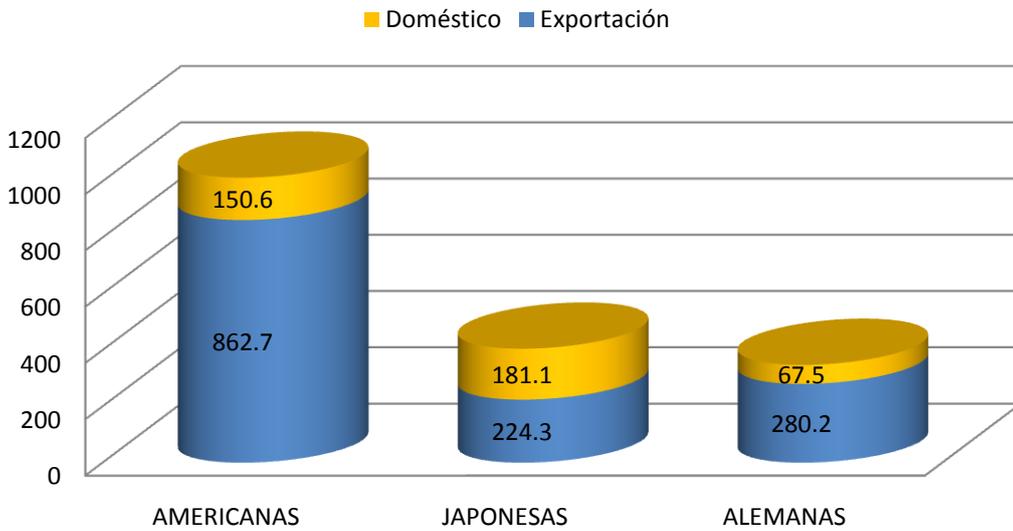
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio, 2009. México, D.F.

**Gráfico 20.2 Producción Doméstica y de Exportación.
Acumulado al mes de Diciembre**



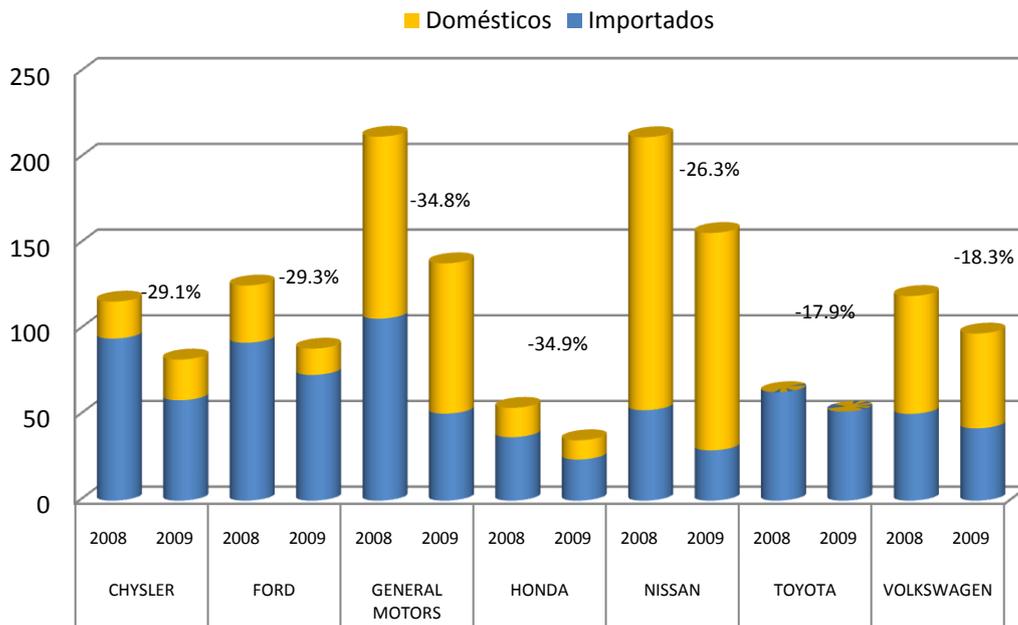
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio, 2009. México, D.F.

Gráfico 21. Producción Doméstica y de Exportación según País de Origen. Promedio para el período 2000-2009



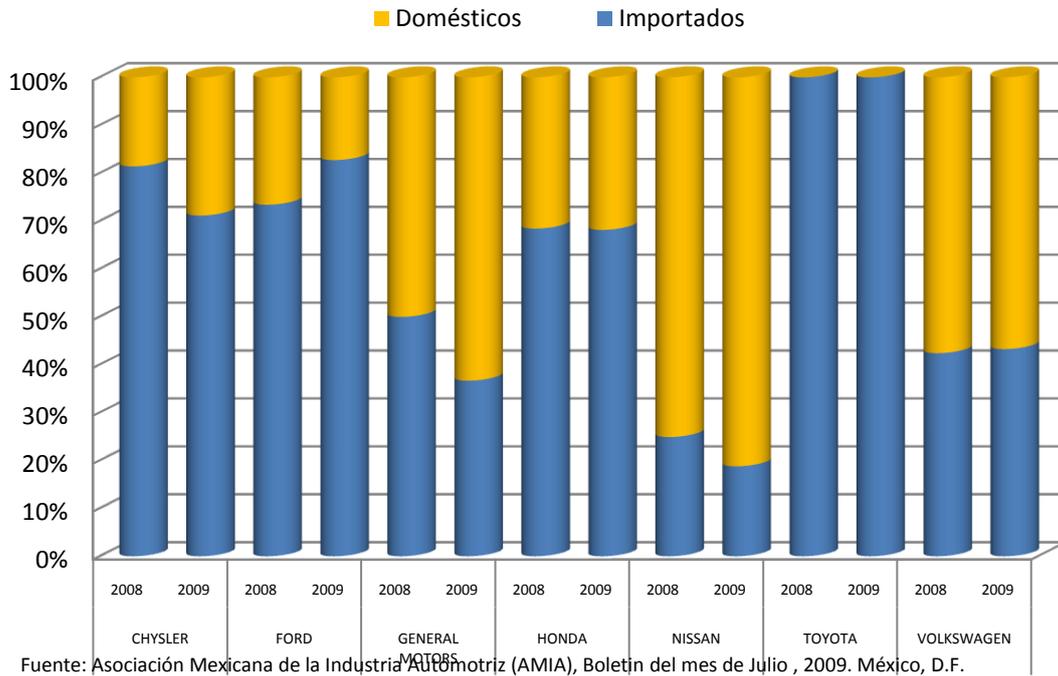
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

Gráfico 22.1 Ventas Totales en el Mercado Mexicano por Firma. Acumulado al mes de Diciembre (miles de unidades)

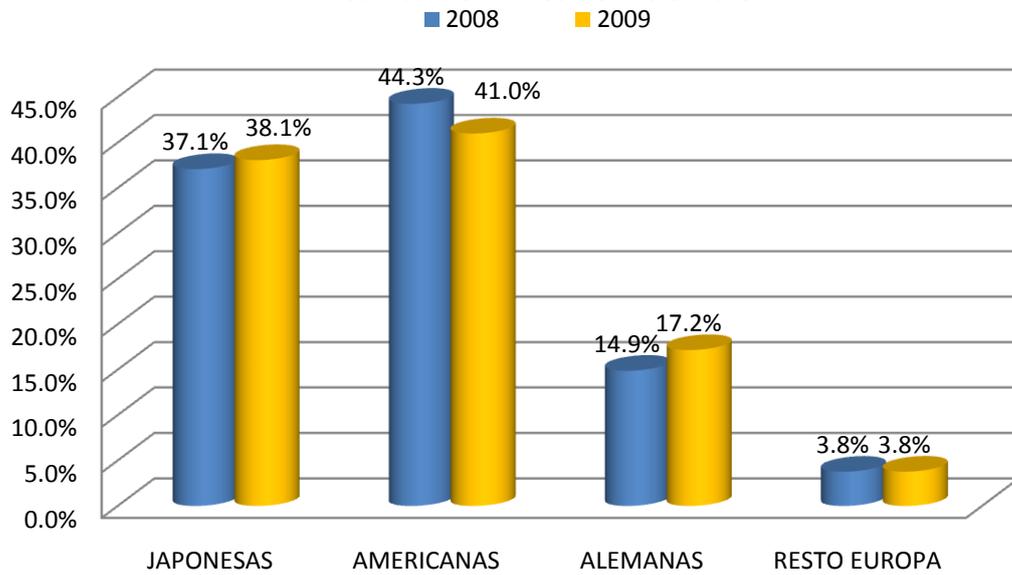


Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio, 2009. México, D.F.

**Gráfica 22.2 Ventas Totales en el Mercado Mexicano por firma:
Acumulado al mes de Diciembre (miles de unidades)**

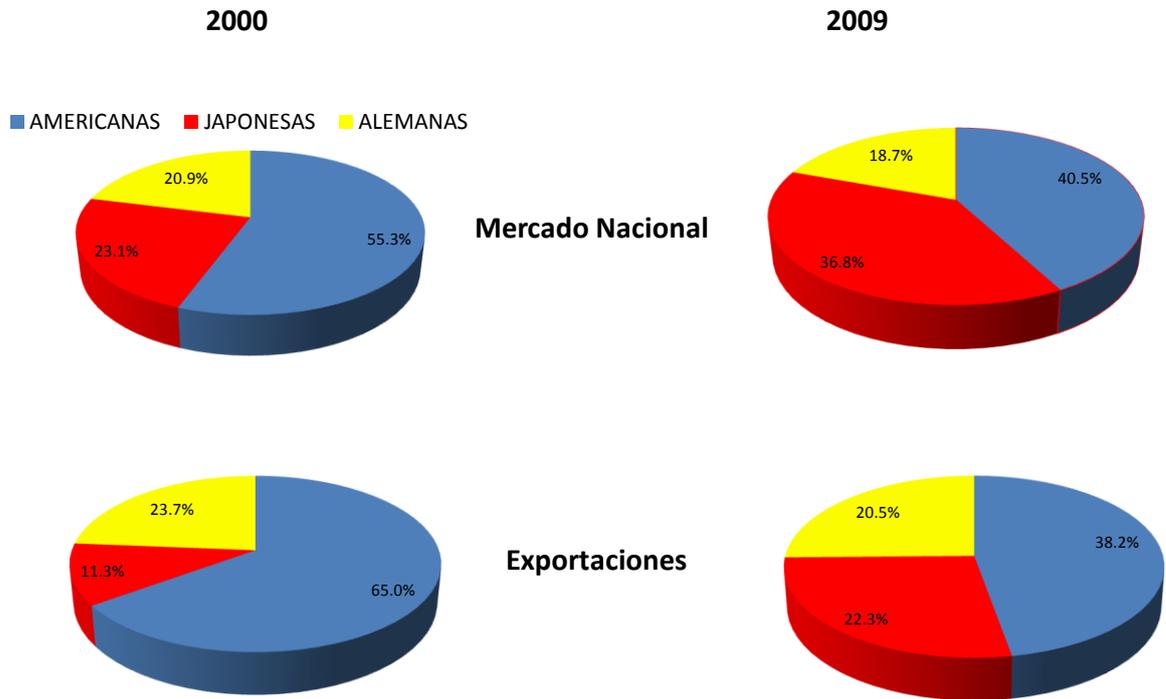


**Gráfico 23. Participación en el Mercado Mexicano según País.
Acumulado al mes de Diciembre**



Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio , 2009. México, D.F.

**Grafica 24. Participación de Firmas en el Mercado Automotriz Mexicano
Según País de Origen**



Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.
* Acumulado al mes de Julio .

Grafica 25. Participación de Marcas en las Ventas Totales en el Mercado Mexicano Automotriz Según País de Origen

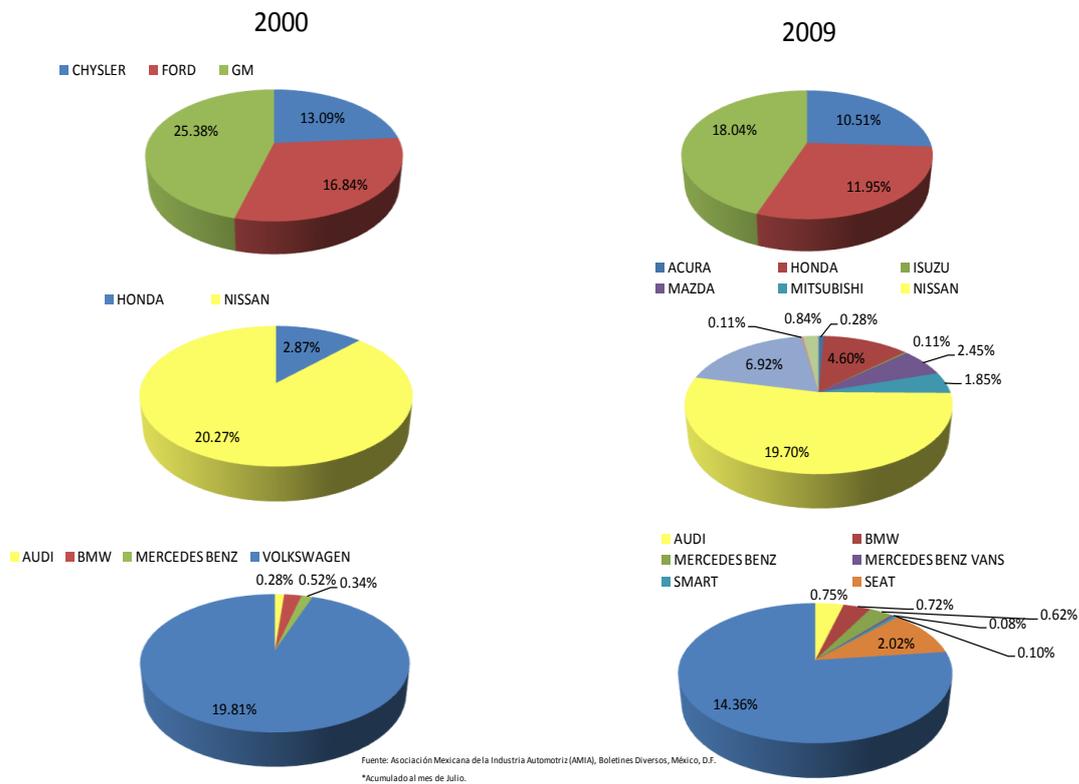
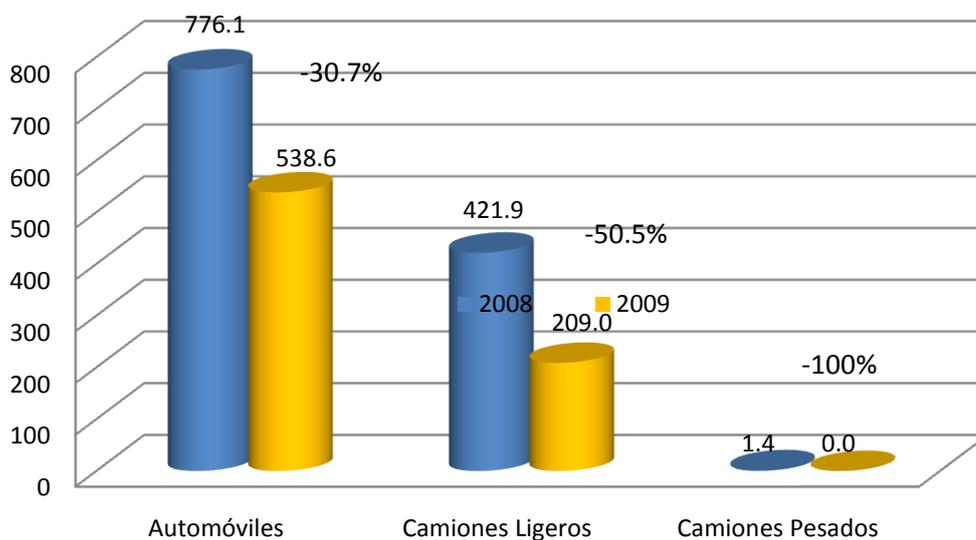
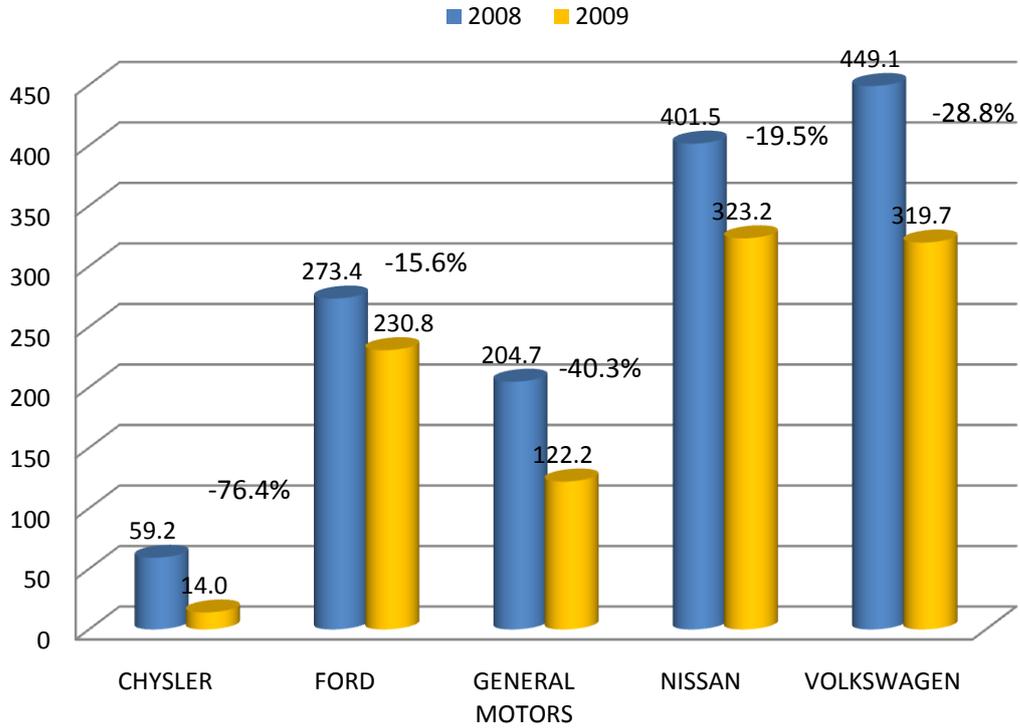


Gráfico 26. Producción Total por Segmento. Acumulado al mes de Diciembre (millones de unidades)



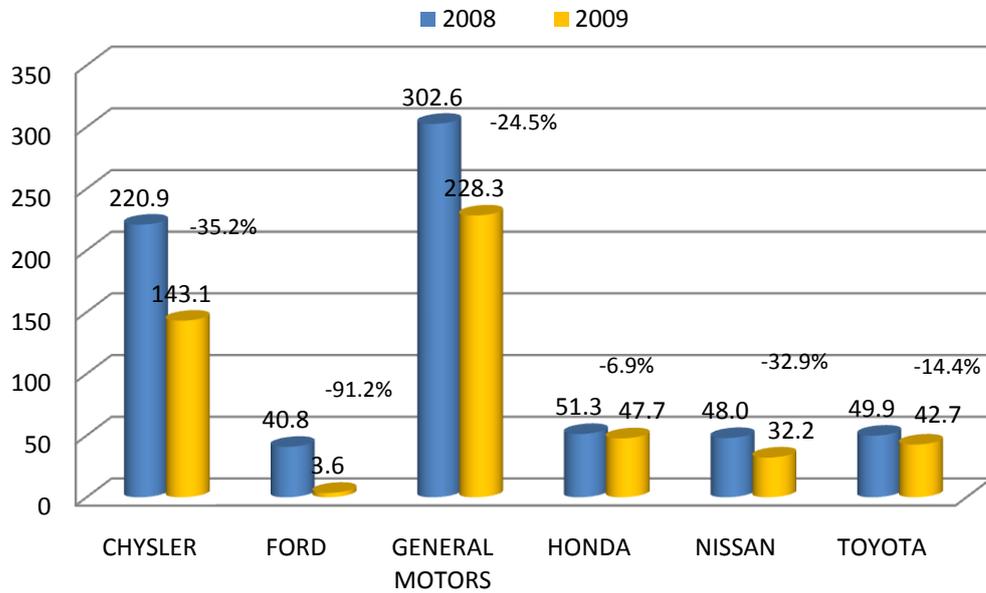
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio, 2009. México, D.F.

**Gráfico 27. Producción Total de Automóviles por Firma.
Acumulado al mes de Diciembre (miles de unidades)**



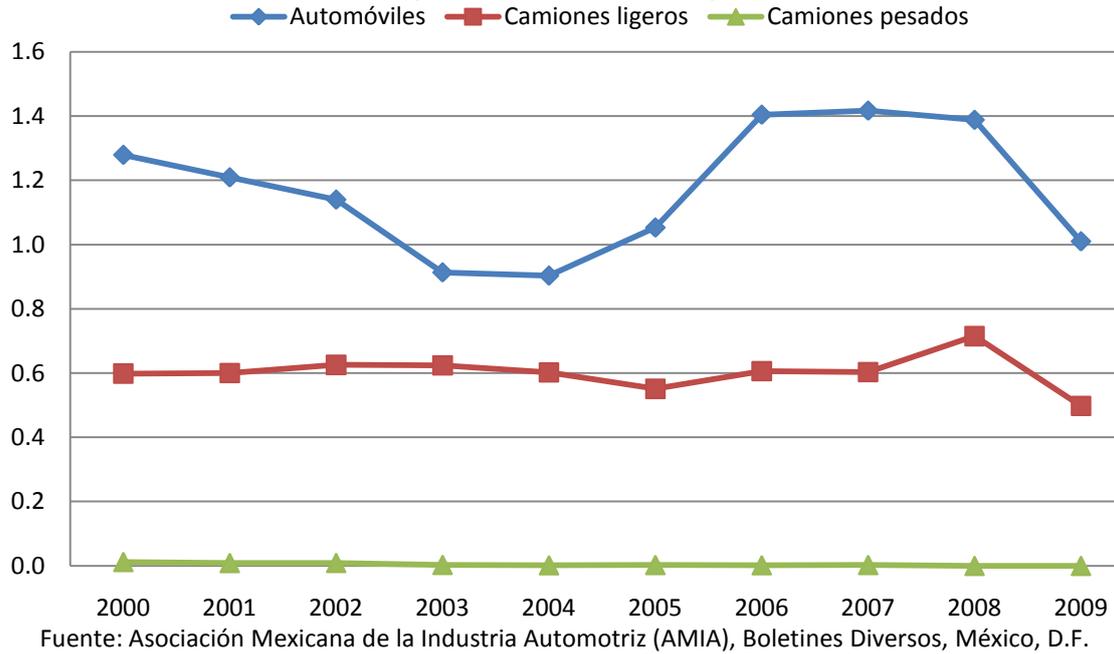
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio , 2009. México, D.F.

**Gráfico 28. Producción Total de Camiones Ligeros por Firma.
Acumulado al mes de Diciembre (miles de unidades)**

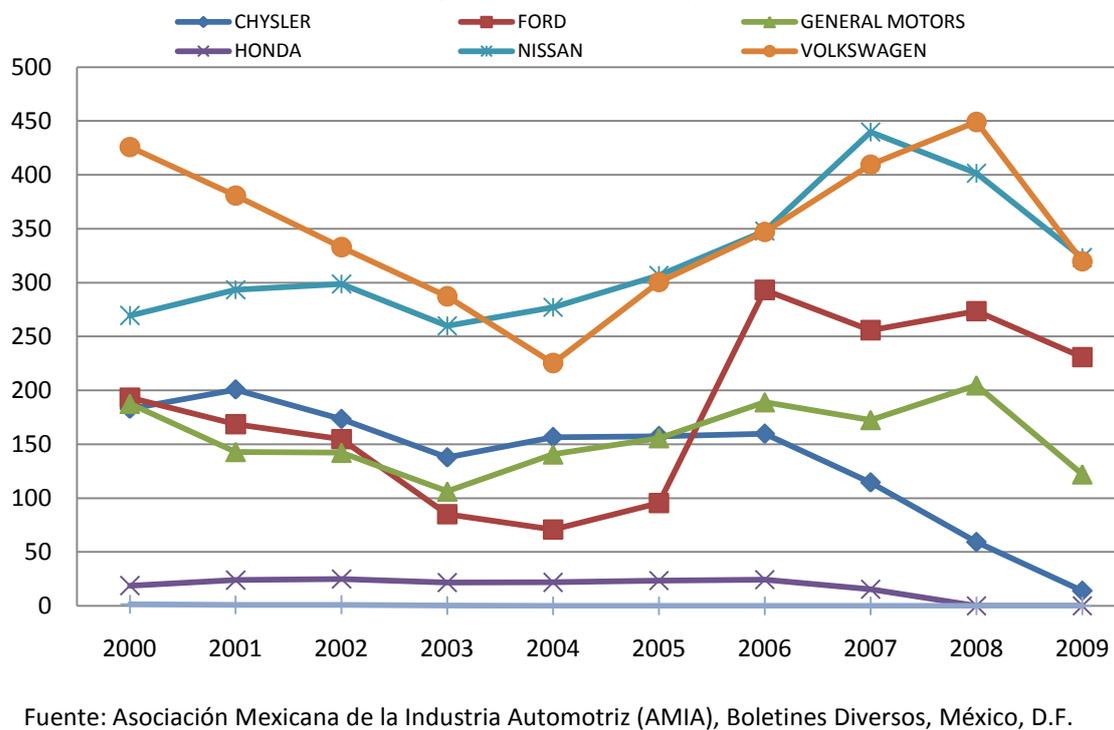


Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletín del mes de Julio , 2009. México, D.F.

**Gráfico 29. Producción Total de Vehículos por Segmento
(Millones de Unidades)**



**Gráfico 30.1 Producción Total de Automóviles por Firma
(miles de unidades)**



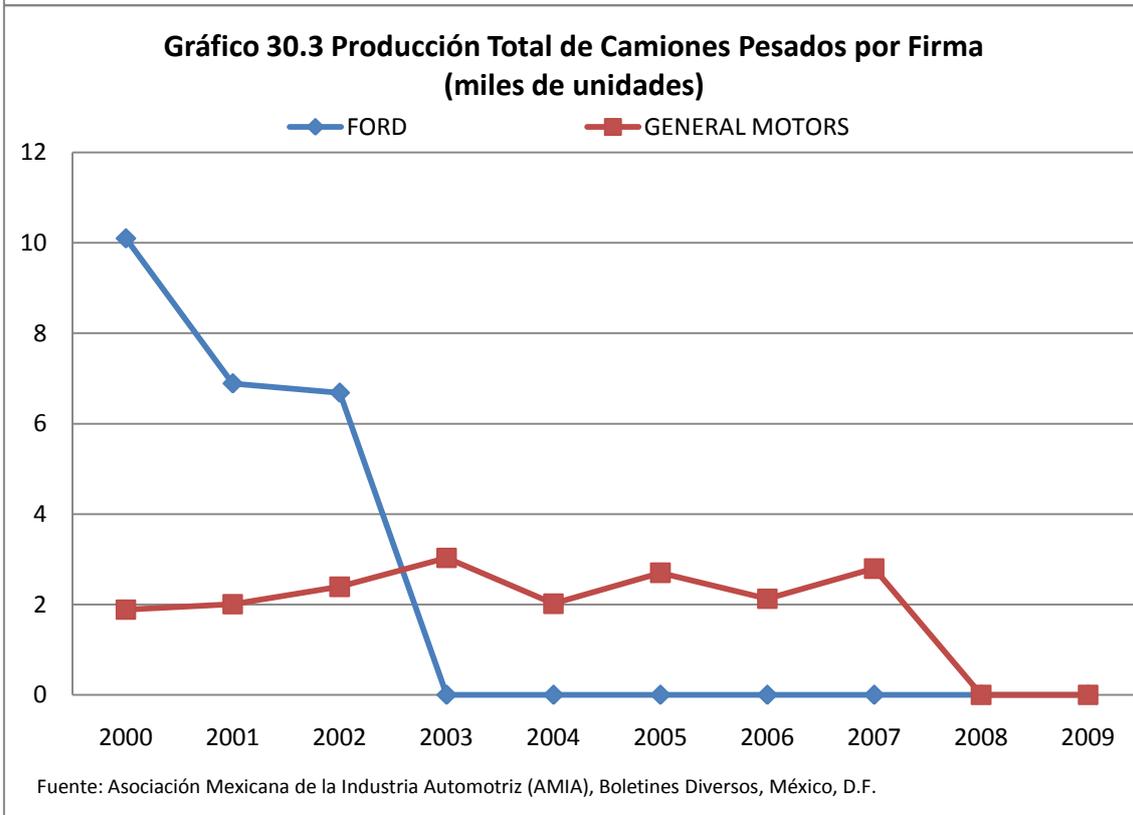
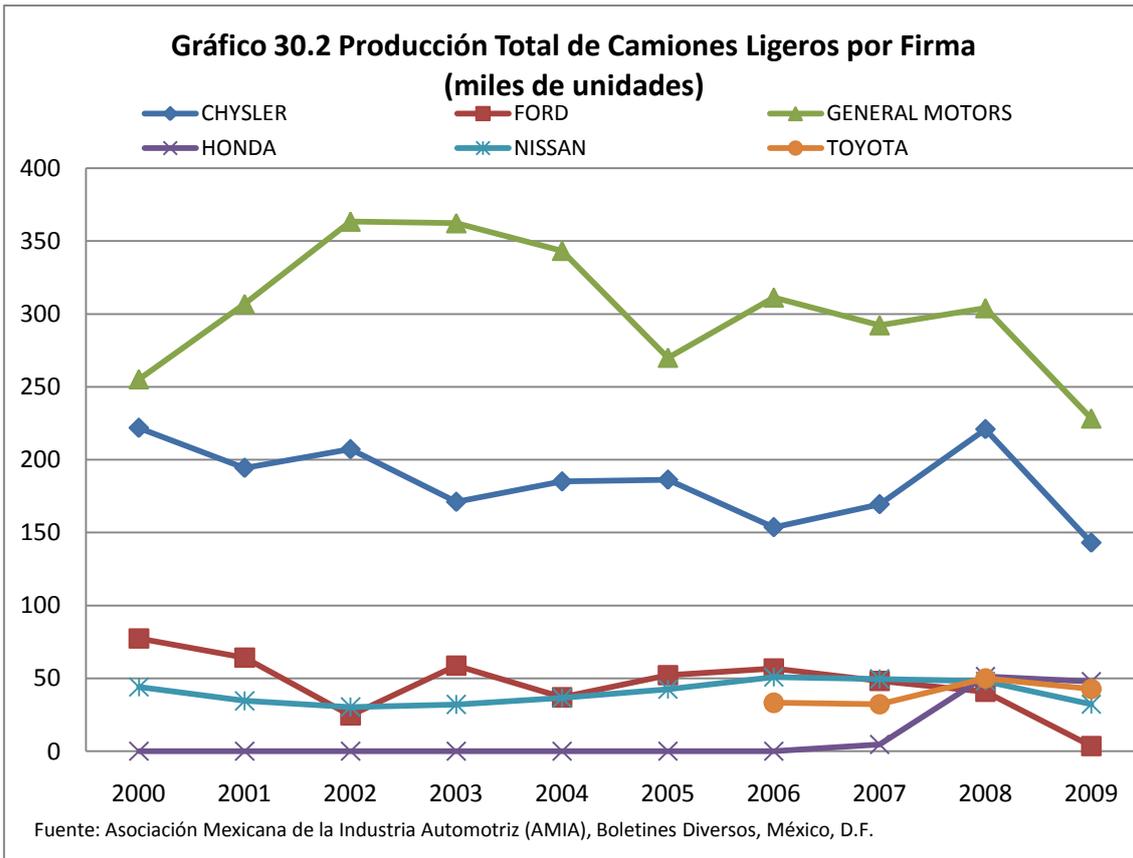
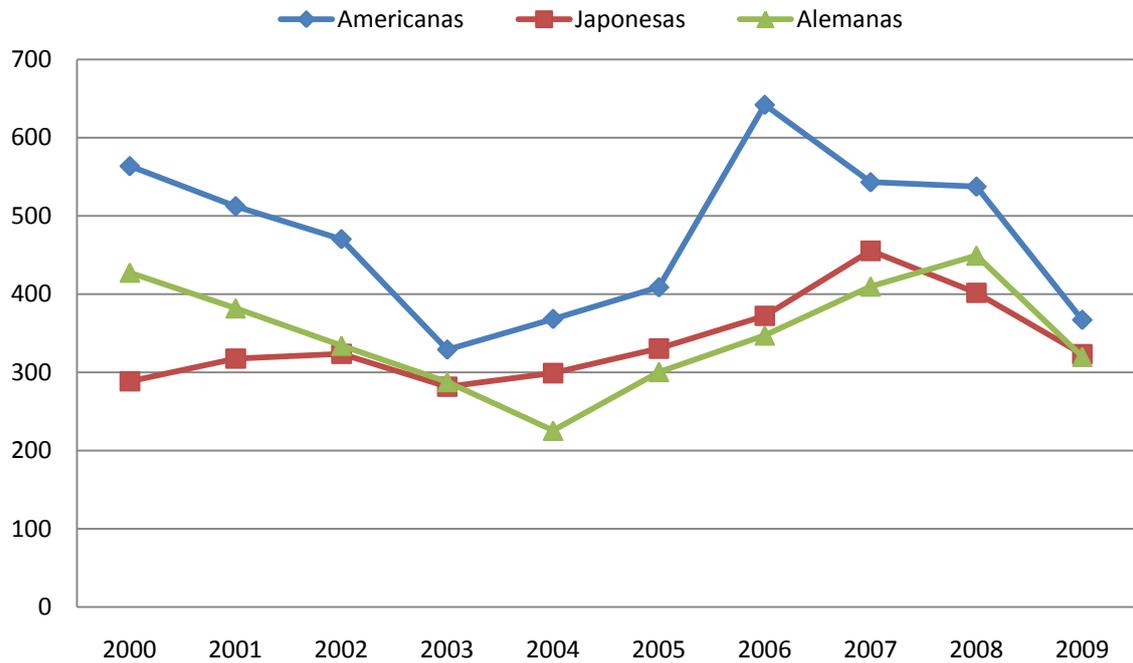
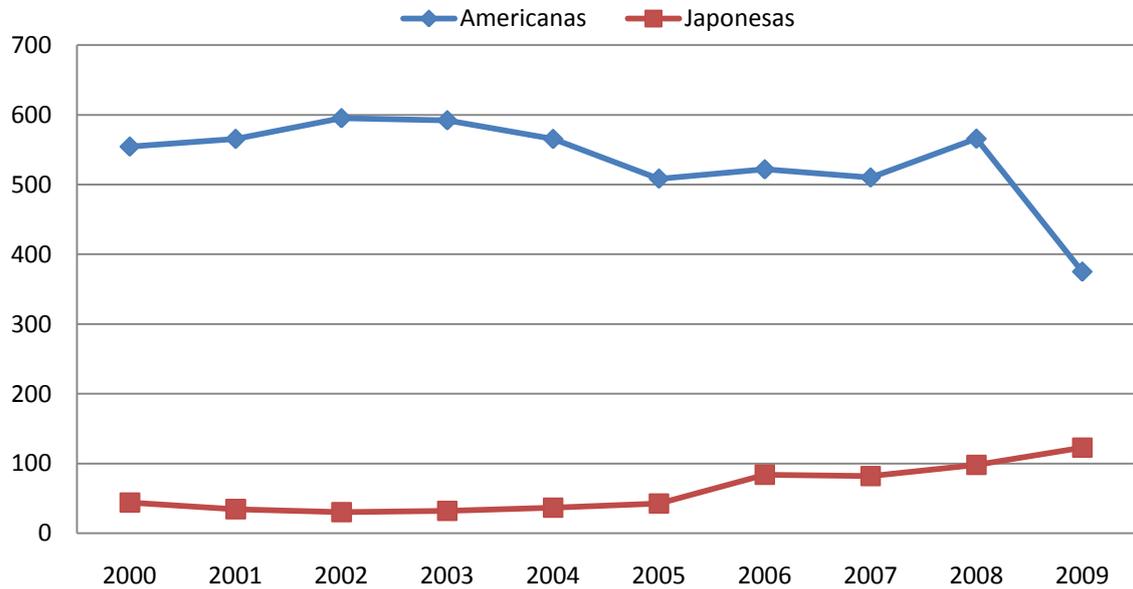


Gráfico 31.1 Producción Total de Automóviles según País de Origen (miles de unidades)



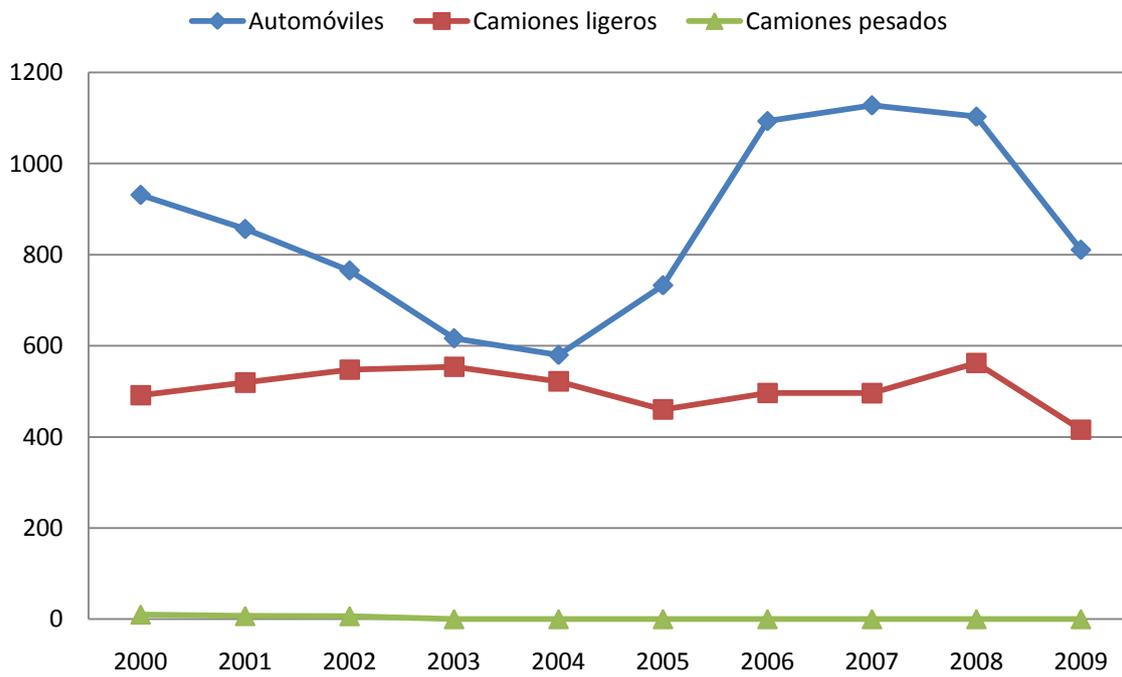
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

Gráfico 31.2 Producción Total de Camiones Ligeros según País de Origen (miles de unidades)



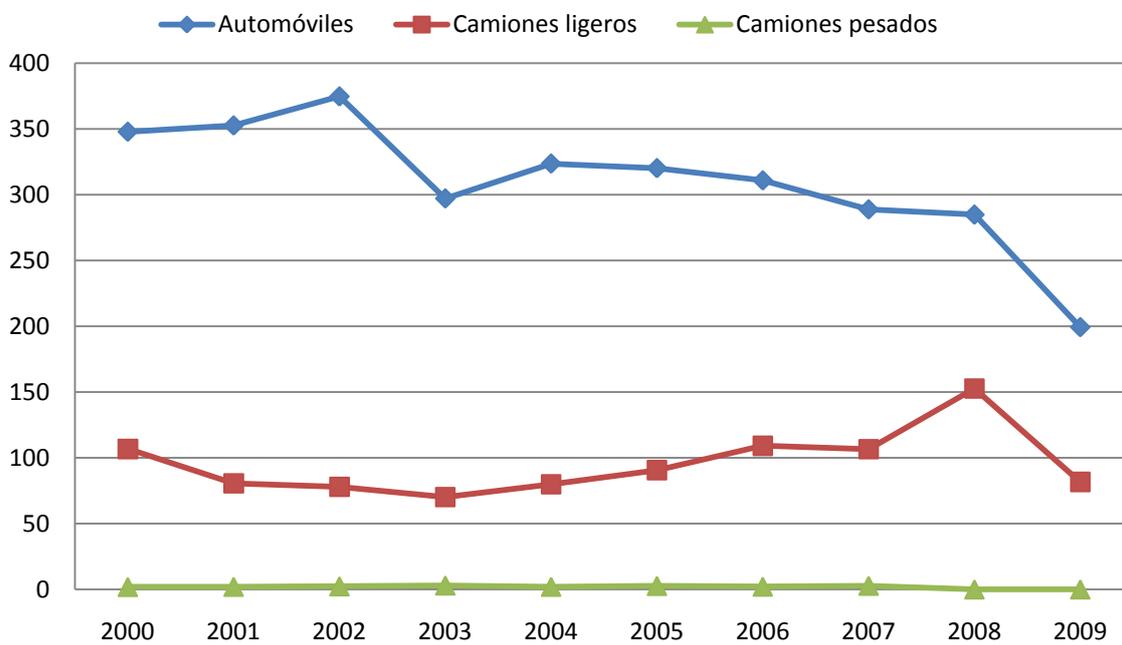
Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

Gráfico 32.1 Producción de Vehículos de Exportación por Segmento (miles de unidades)



Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

Gráfica 32.2 Producción de Vehículos para el Mercado Doméstico por Segmento (miles de unidades)



Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Boletines Diversos, México, D.F.

CUADRO 1. Evolución de la Capacidad Instalada en México, según Planta y Modelo

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
General Motors	1964	Toluca, Estado de Mexico	1965	Planta de Motores y Fundición			fundicion-motores
	1994		2002	Chevrolet Silverado,	SUV	250,000	
			2009	Kodiak P-30, P-7 & C-35. Motores: L-4, 3.0 lts; L-4, 1.4 & 1.6 lts; L 6, 4.1 & 4.8 lts; V-8, 5.7 lts. Fundición de cabezas y blocks para motor		10,000	
	1980	Ramos Arizpe, Coahuila	1982	Ensamble de motores (HVV6 Y HFV6),		400,000	motores y transmisiones
			1995	Estampado de paneles para el Chevy			
			1999	Transmisiones: 4 y 6 Velocidades			
FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
	1981	Ramos Arizpe, Coahuila	1981	Trailblazer	SUV	63,000	ensamble de autos

			2002	Monza, Joy/Swing, Cavalier/Sunfire, Chevy, HHR, Saturn VUE		240,000	
			2010	Ensamble de Camionetas Chevrolet Híbridas		240,000	
	1994	Silao , Leon	1995	Suburban, Silverado	SUV	100,000	
			1999	Se concluye la fabricación de camionetas de plataforma GMT-400 y se inicia la GMT-800	SUV	130,000	

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
			2000	Avalanche, Suburban, Escalde	SUV	208,000	
			2002	Suburban, Escalade, Avalanche, Cheyenne, AZTEK, CAPTIVA SPORT, GM SIERRA, RENDESVOUZ, SONORA, VUE, YUKON	SUV	250,000	
			2009	Suburban, Escalade, Avalanche, Cheyenne, AZTEK, CAPTIVA SPORT, GM SIERRA, RENDESVOUZ, SONORA, VUE, YUKON, Silverado	SUV	250,000	

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
	1997	Silao , Leon		Planta de Estampado: Estampa puertas, toldos y cajuelas			
	2002	Silao , Leon		Planta de Motores: 4.8 L, 5.3L, 6.0L y 6.2L. Transmisiones 6L50, 6L80 Y 6L90			
	2008	San Luis Potosi , San Luis Potosi		Chevrolet Aveo (3 versiones) Pontiac G3 Hatchback		nd.	
	2007	Ciudad Shagún, Estado de Mexico	2007		trucks	nd.	
			2008	Chevrolet HHR	Crossover, mediano-lujo	100,000	plataforma global
			2009	Chevrolet HHR		100,000	

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
Chrysler	1964	Toluca, Edo de México	1964			nd	La empresa inicio en 1925 con CKD production en la Cd. de Mexico
			2002	PT Cruiser	compacto	260,000	
			2009	PT Cruiser Y Dodge Journey		37,800	
			2010	Desaparición de PT Crusier y Dodge Journey			
	1981	Ramos Arizpe, Coahuila	1981	V6 y V4	motores	270,000	motores
	1983		2002	Ram pickup	SUV	170,000	

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
	2005	Saltillo, Coahuila	2005	Dodge Ram	SUV	170,000	
			2005	Mega Cab	pick-up, lujo	80,000	New vehicle, the biggest in their type
			2010	Motores "Phoenix"		440 mil unidades	Construcción de Nueva Planta en complejo Derramadero
			2011	Nissan Titan	pick-up	nd.	Producción para Nissan en el marco de la firma de un convenio mediante el cual Nissan va a fabricar a Chrysler un vehículo pequeño para ser comercializado en Sudamérica

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
Ford	1964	Cuautitlán, Edo de México	1964			nd.	motores, fundicion
			1964			nd.	ensamble de autos
			1994	Tempo/Topaz, Thunderbird/Cougar, Grand Marquis, Serie F		100,000	6 Robots en línea de ensamble
			2002	Ikon, serie-F Y LCF		110,000	
			2009	Vehículos de Pasajeros y Camiones de las Series F-150 y F-550		nd.	Actualmente no se están produciendo.

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
			2010	Ford Fusion en su versión Hatchback Europea y Sedan	compacto	500,000	Reconversión de la planta para producir automóviles compactos en vez de camiones.
	1982	Chihuahua, Chihuahua	1983	Motor "Penta" y Motores de 4 cilindros	motores	600,000	motores
			1993	Motor "Zetec"		nd.	Inversión que incluyó la construcción de un edificio adicional de manufactura y un centro de entrenamiento.

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
			2000	Motor "Zetec" y Motores de 4 cilindros		nd.	Programa Duratec I-4 y construcción de un edificio con conceptos de manufactura esbelta integrados
			2005	Motor CD 338		nd.	En el 2004 finaliza la operación del motor Zetec
			2006	Biela para motor D35 (Edge, MKX, MKZ, CX9)		nd.	
			2009	Motores de 2.0, 2.3 y 5 litros para Fusion, Escape Híbrido, Mazda Tribute, Mercury Mariner, Ecosport, Mazda 6, Transit y Mondeo	motores	375,000	Volumen diario promedio de 1,510 motores
FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO

			2009	Motores I4 y Nueva línea de producción de motores diesel para camiones ligeros y medianos	Planta de motores II	330,000	
	1986	Hermosillo, Sonora	1986	Tracer	compacto	130,000	270 unidades diarias
			1990	Escort y Tracer	compacto	89,000	90 Robots en línea de ensamble
			1994	Escort y Tracer	compacto	170,000	Cuarenta unidades por hora y 700 unidades en promedio diario. Se contratan alrededor de mil técnicos más, y se amplían las instalaciones, con 172 robots para ensamble.

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
			1998	Escort y Focus		124,000	
			2002	Escort, Focus y Fiesta-Ikon	compacto	186,000	
			2005-06	Fusion, Mercury Milan, Lincoln Zephyr, Contour, MKZ, Mystique	compactos	300,000	Exclusiva producción en México para el mercado de Estados Unidos, se trata autos medianos y de lujo
			2009	Fusion, Mercury Milan, Lincoln Zephyr, Contour, MKZ, Mystique, Focus ZX3, ZX5 y el deportivo SVT ZX3 y ZX5	compactos	300,000	
Nissan	1967	Cuernavaca, Morelos	1967			nd.	Ensamble de autos
	1993	Cuernavaca, Morelos	1993	Frontier, Sentra, Tsuru, Megane Scenic (Clio) and pickup	compacto	150,000	
			2002	Sentra, Tsuru and Renault Scenic	compacto	170,000	
FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO

			2009	Sentra, Tsuru and Renault Scenic	compacto y camiones ligeros	140,000 automóviles	
Nissan/Renualt	1984	Aguascalientes, Aguascalientes	1984		motores	450,000	motores
			1993	Sentra, Tsuru, Tsubame wagon/van, Clio	compacto-SUV	155,000	
			1994	Tsuru, Sentra, Platina	compacto	200,000	
			2002	Sentra, Tsuru, Platina and Clio-Renault	compacto	260,000	
			2009	Sentra, Tsuru, Platina and Clio-Renault	compacto	202.500 Autos 648.000 Motores	
			2011	Modelo para Chrysler basado en plataforma de Tiida	Camión Ligero	90,000	

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
Volkswagen	1967	Puebla, Puebla	1967			nd.	fundicion,ensamble de autos, motores
			1981		motores	300,000	motores
			1992	Cabrio Sedan, Poniter, Golf, Jettta	compacto	350,000	
			2002	New Beetle and Jetta	compacto	425,000	
					Motores	621,000	
			2005-06	Jetta A5, Bora	mediano, compacto	220,000	Produccion exclusiva en Mexico para todo el mundo
			2010	Auto del Bicentenario	Sedan compacto	430,000	Desarrollado por ingenieros mexicanos, con una inversión de mil millones de dólares.
FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
Honda	1988	El Salto, Jalisco	1995	Accord	compacto	15,000	

			2002	Accord	compacto	30,000	
			2004	Accord 03	compacto	30,000	
			2007	CR-V Versión LX	SUV	30,000	En agosto del 2007 se dejó de producir el Accord
			2008	MUV	Vehículo Multiutilitario	9,000	Se invirtió aproximadamente 30 millones de dólares y se crearon cerca de 200 nuevos puestos de trabajo permanentes
			2009	CR-V Versión LX	SUV	50,000	

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
BMW	1994	Toluca, Estado de Mexico	1995	Porrsche 911, 3 and 5 series	deportivo	300	
			2002	Serie 3	deportivo	5,000	
			2003	abandona actividades de ensamble		0	se concentra en comercializacion.
			2009	Actividades de blindaje ligero		0	

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
Mercedes-Benz	1995	Santiago , Estado de Mexico	1995	E, S class cars		4,000	
			1995	Medium trucks		11,000	
			2009				Ensambló automóviles hasta el 2003. En la actualidad, se dedica a comercializar.
Renault	1984	Gomes Palacios, Durango	1984		motores	350,000	planta cerrada
	2000			Clío Sport y Clío 1.6 fase II en planta de Nissan Aguascalientes			Asociación con Nissan Mexicana, produciendo del 2001 al 2007 72,752 unidades

FIRMA	AÑO DE INICIO	LOCALIZACION	AÑO DE REFERENCIA	MODELOS	TIPO	CAPACIDAD PRODUCTIVA	COMENTARIO
Toyota	2002	Tijuana, Baja California	2002	Tacoma Trucks	pick-up, lujo	30,000	inicia como empresa en Tijuana, y se planea que para el 2005 estara lista la planta armadora
			2005	Tacoma Pickup's Cabins and Trucks	trucks	140,000	Principal produccion: tacoma truck cabins (beds) (100,000)
			2009	Tacoma Pickup's Cabins and Trucks	trucks	180,000	

Fuente: Carrillo y García, 2010.

Anexo 2. Vicisitudes del Trabajo de Campo

La evidencia empírica primaria y secundaria se recolectó siguiendo dos líneas principales: 1) hipotetizar la sucesión progresiva de las empresas automotrices en relación con la instrumentación de acciones de innovación ambiental. Lo cual se realizó con base en el modelo hipotético señalado en el esquema 1 y 2 del capítulo III; y, 2) búsqueda de información primaria y secundaria sobre cambios en las condiciones del entorno y un estudio pormenorizado de las fluctuaciones que caracterizaron la sucesión de fases de estabilidad (momentos evolutivos) e inestabilidad estructural del sector automotriz.

El procedimiento metodológico comprendió una primera fase que fluctuó entre:

- a) una revisión del estado del arte para identificar los principales vínculos causales de la innovación ambiental, hecha a partir de la estancia en la Organización Holandesa para la Investigación Científica Aplicada (TNO) entre septiembre y diciembre del 2008,
- b) una investigación exploratoria con entrevistas en profundidad a gerentes ambientales en plantas del corredor automotriz de Ramos Arizpe y Saltillo, Coahuila realizada entre enero y marzo del 2009, y
- c) entrevistas con actores clave, realizada entre julio y agosto del 2009, las cuales tuvieron el doble propósito de obtener información relevante sobre el sector automotriz y generar los contactos necesarios para facilitar la entrada a los corporativos automotrices,

Respecto a la búsqueda de información secundaria, desde agosto del 2008 a Septiembre del 2009 se consultaron fuentes hemerográficas y páginas de web de las armadoras y proveedoras automotrices consultadas para este proyecto. Ello con la finalidad de documentar el tipo de respuestas que habían estado generando para sortear la crisis financiera. Con esta información, se integraron los siguientes trabajos:

- a) “La industria automotriz en México: enfrentando la crisis actual” coautoriada Jorge Carrillo [Colef] y Oscar Contreras [Colson], Ponencia presentada en el 17 Colloquium International Groupe d' Etudes et de Recherches Permanent sur l' Industrie et les Salariés (GERPISA), en Paris, del 17 al 19 de junio del 2009.
- b) Reporte de investigación para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) titulado “La Situación del Sector Automotriz en México” en coautoría con Jorge Carrillo.

En cuanto a la obtención de datos primarios, entre los meses de mayo y agosto del 2009 se diseñó y construyó el guión para conducir las entrevistas a profundidad con los gerentes ambientales. Básicamente, esta guía operacionalizó las variables vinculadas con la ocurrencia de acciones de innovación ambiental documentadas en la literatura.

Después de una prueba piloto, desde septiembre y hasta mediados de noviembre del 2009 se realizaron entrevistas con gerentes ambientales de las principales armadoras y productoras de autopartes en México. El tipo de información recolectada sobre las variables identificadas en nuestro modelo de vínculos causales fue de carácter diacrónico.

En síntesis durante las entrevistas se logró: a) establecer los parámetros tanto contextuales como aquellos relacionados con sus competencias productivas, vinculados con la ocurrencia temporal de acciones de innovación ambiental, b) situar claramente los años en que ocurrieron cambios o se mantuvo un determinado tipo de acción ambiental, c) organizar la información entorno al contexto bajo el cual se produjeron, tanto a nivel de la empresa como en relación con su entorno, las acciones ambientales, d) ubicar las agencias locales que participaron, principalmente en cómo las decisiones derivaron en la aplicación de un tipo de acción ambiental y no en otra, además de cuándo y por qué ocurrieron.

Por último, quiero comentar que la discusión de los avances del proyecto se realizaron en: 1) El Seminario de Sistemas Complejos Adaptables, del programa

doctoral en Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 2) El Congreso de LASA2009 realizado en Río de Janeiro, durante los primeros días de junio, 3) El programa LEAD de El Colegio de México, 4) El Primer Congreso de Egresados de El Colegio de la Frontera Norte, realizado en Tijuana en septiembre del 2009 y, 5) El Segundo Simposio Nacional sobre Desarrollo y Medio Ambiente en la Frontera Norte, realizado en el Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora (CESUES) a principios de noviembre del 2009.

Anexo 3. Proyecto de Tratamiento de Aguas Residuales de la Empresa C

Background:

The waste water from the manufacturing processes of machining centers and washing of pieces and subassemblies, were sent to confinement as contaminated (oil and chemicals) water-hazardous waste .

The quantity of waste water increased due to the operation of washing of returnable dunnage for GM and DC customers (plastic containers-customer property).

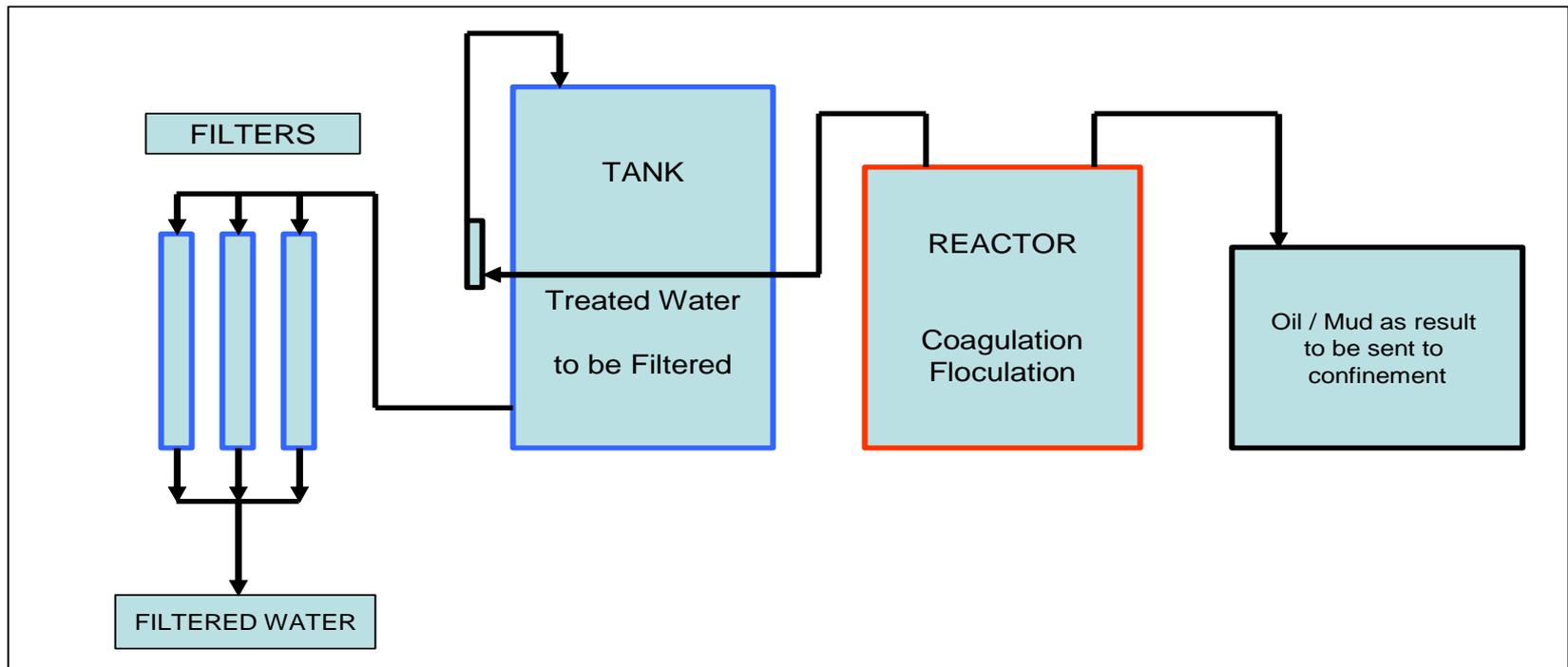
The handling of the inventory of waste water increased and as consequence the costs of the confinement (external supplier).

After an investigation on the water treatment options, was decided to use the coagulation, flocculation and ultrafiltration methods.

The Waste Water Treatment then is doing according to the following steps:

- 1.- The waste water is placed in a reactor where the pH is checked and a polymer is added to neutralize the charges and creating bigger particles that can be agglomerated.
- 2.- A flocculant polymer is added to create bigger particles that can be placed in the bottom.
- 3.- As final step, this treated water is going trough filters and the water is then recovered and can be re-used.

The results can be of 90% of waste waters recovered and 10% of mud.



Investment of the project:

	MNX
Cloagulant Polymer	6,641
Floculant Polymer	1,210
Ultrafiltration equipment with tubes and filters.	9,700
Tube to one filter	2,960
Tube to two filters	4,090
Filter of 5 micras	600
02 Tanks of 5000 Lts. (Taken from Galvanic Process).	14,000
Stirring rod of the reactor in Coagulation Tank (Taken from Galvanic Process).	3,500
Pump of 3 hp (Taken from Galvanic Process).	2,500
Housing of 20 " with filter of 10 micras	1,000
TOTAL	\$ 46,201

Note: some of the equipment used in the installation of this water treatment were taken from the area of Galvanic that was closed in 2000 year by management decision in SAM.

Comparison of m3 of Treated water VS m3 of waste water sent to confinement

Cost by m3 of treated water

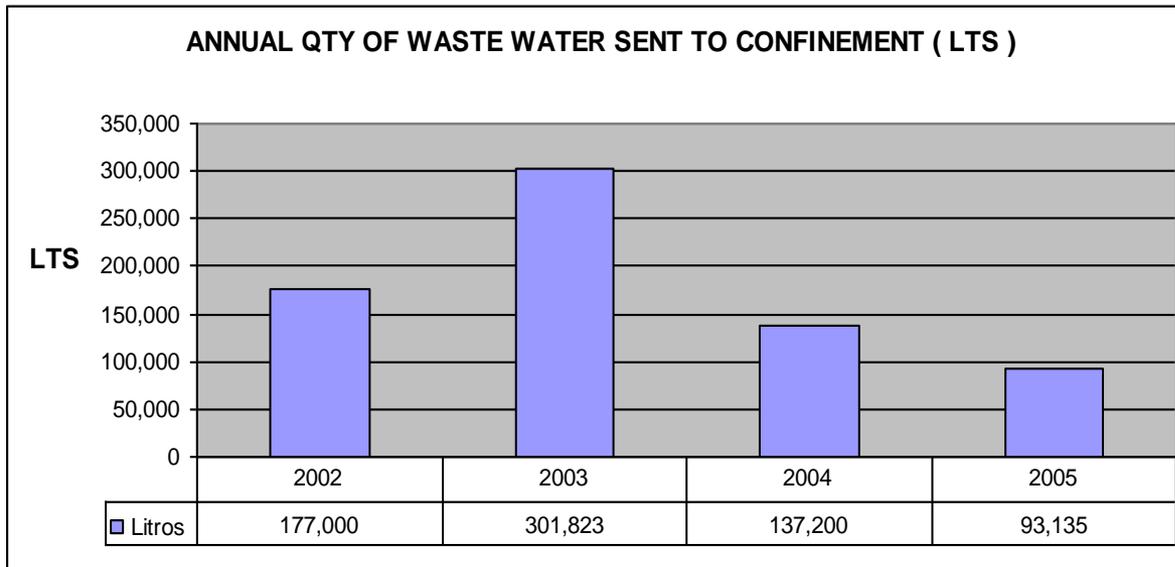
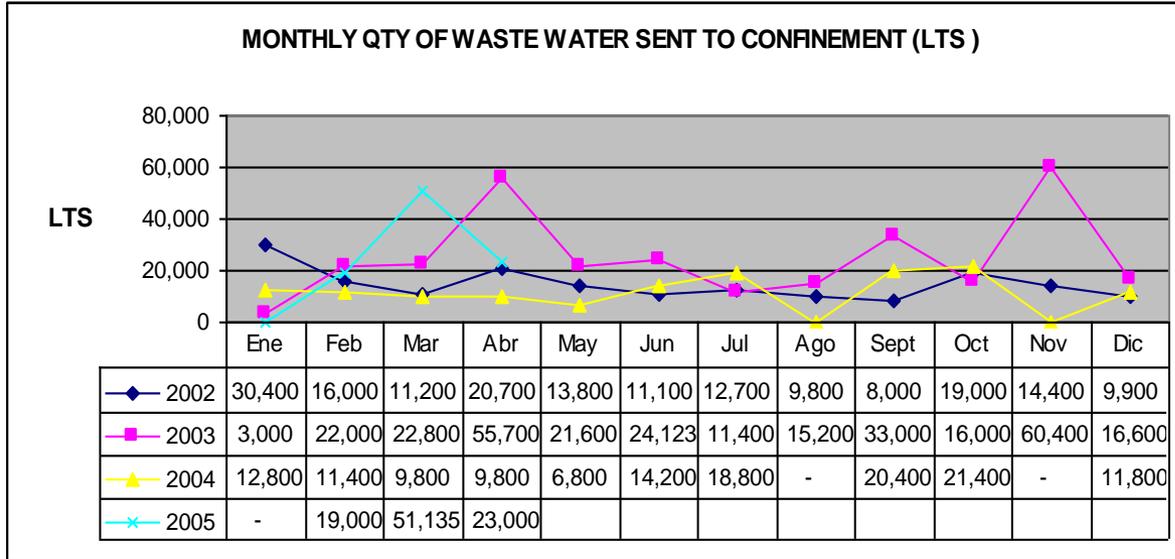
	Requested by m3	Costo \$/Kg	Total
Coagulant	2Kg.	27.86	55.72
Floculant	18 gr.	53.74	1.04
Electricity	130 Kw	1.023	133
TOTAL			189.76 MNX

Cost by m3 of waste water sent to confinement

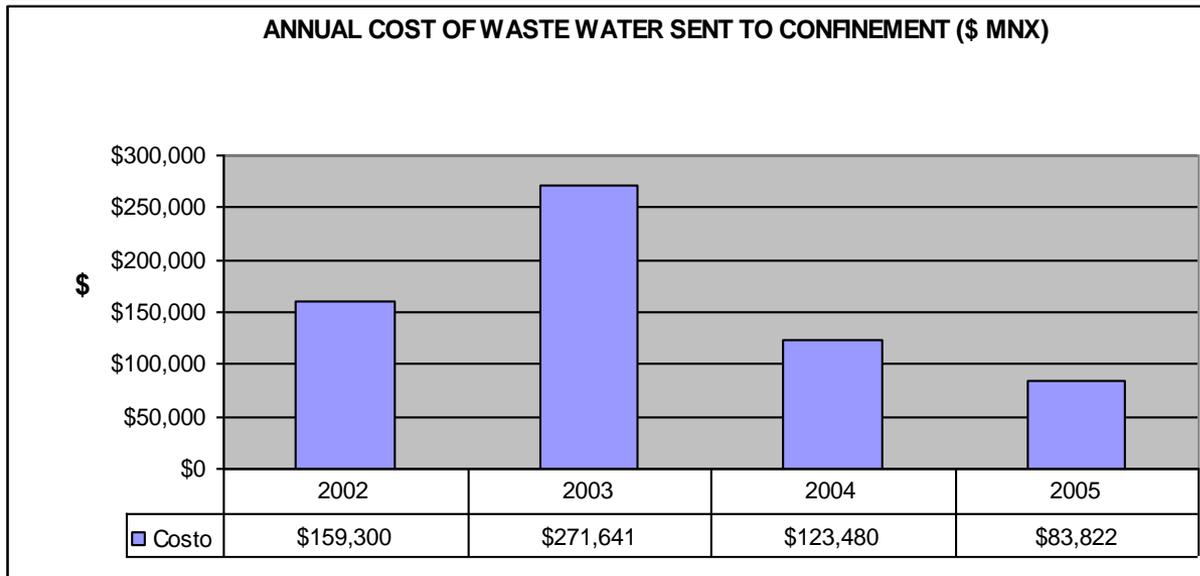
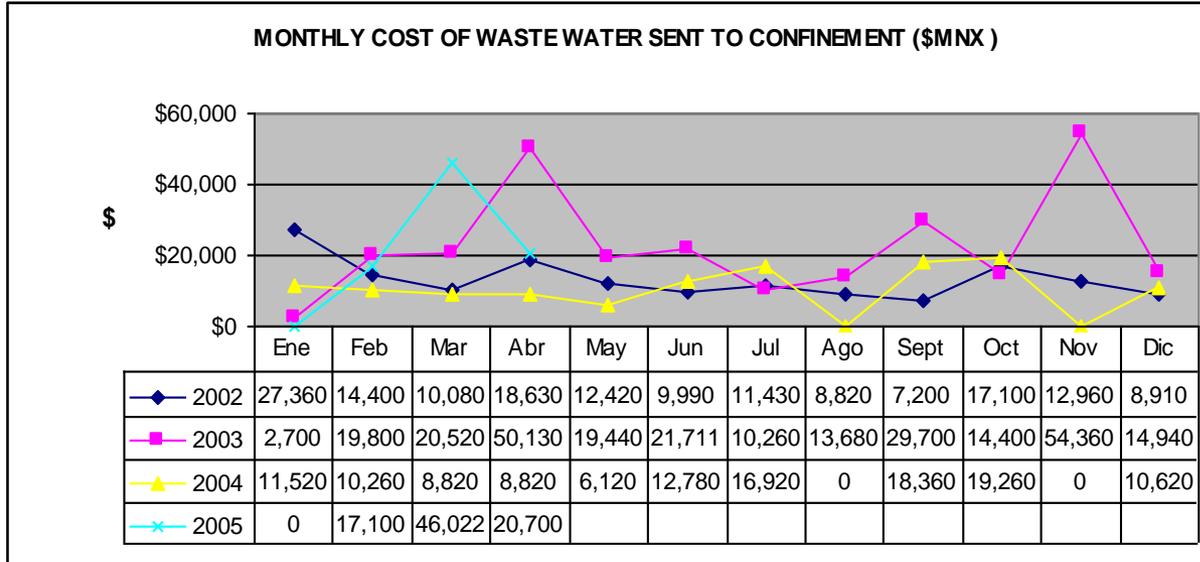
M3 of confinement	\$900.00 MNX
-------------------	--------------

Savings of \$ 710.24 MNX by m3

GRAPHS SHOWING THE WASTE WATER SENT TO CONFINEMENT



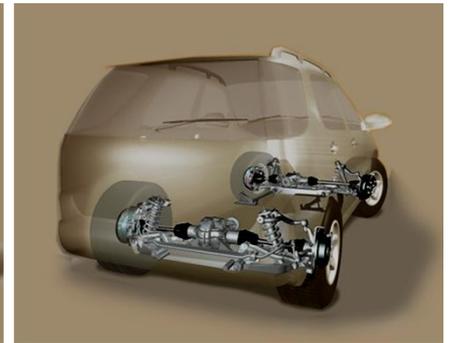
COST OF WASTE WATER SENT TO CONFINEMENT





Transmisiones para vehículos y tecnología de chasis

Anexo 4. EMPRESA C, 2007



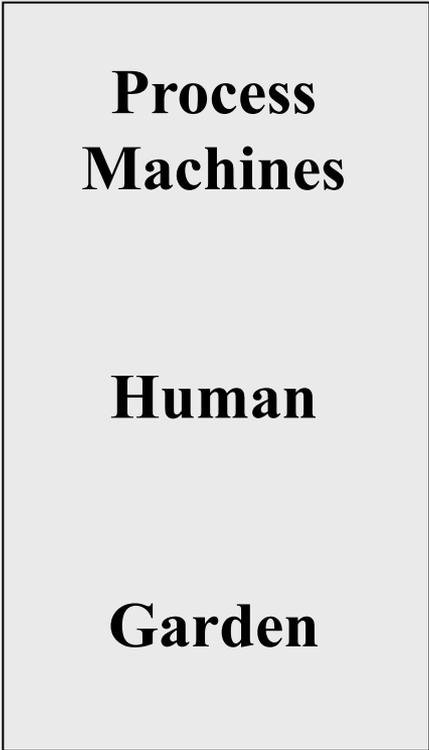
Environmenta Program to Save Water

	2004			2005												2006		
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1.1. Water Monitoring																		
1.1.1 Monitoring of the town water consumption				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.1.2 Identification of consumption by area					■													
1.1.3. Identification of main consumption areas																		
1.2. Optimization of water softener regenerator				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.3 Decrease of number of changes on coolant and chemicals in washer machines																		
1.3.1Monitoring of process parameters of coolant				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.3.2 Maintenance of the containers for coolants																		
1.3.3 Control of changes on coolant																	■	
1.4. Planning of water leakage detection																		
1.4.1. Creation of a LAYOUT for piping in plant								■										
1.5. Water leakage audit																		
1.5.1. Audit to press room rest rooms - piping system									■									
1.5.2. Audit to offices rest rooms- piping system										■								
1.5.3. Audit to Stator rest rooms- piping system											■							
1.5.4. Audit to rest rooms door #3 - piping system												■						
1.5.5. Audit to warehouse storage tanks- piping system													■					
1.5.6. Audit to the cafeteria - piping system														■				
1.5.7. Audit to the water treatment- piping system															■			
1.5.8. Audit to the production line - piping system																■		
1.5.9. Audit to the irrigation water - piping system																	■	
1.6 Fixing leaks																		
1.6.1. Maintenance schedule for leaks																		
1.6.2. Fixing leaks according maintenance schedule *+++																		
1.6.3. Verification of the corrective maintenance																		
1.7. Verification of water consumption																		
1.7.1. Comparison between water consumption before and after measures implemented																		
1.7.2. Implementation and verification of leaks as preventive maintenance																		
1.8 Savings Evaluation																		

Water Flow Control

Inputs

Town Water
 Raw Water
 Rain Water
 Others



Outputs

Towers Venting
 Towers Evaporation
 Water/Coolant
 Water Softener Regeneration
 Human Use
 Osmosis Concentrate
 Rest Rooms
 Cafeteria
 Irrigation

Environmental Effect

100% water
 Biocida 50 lts
 Dispersante 50 lts
 5000 lts salmuera
 25% Chloride
 DBO
 Hocut 787
 Rust Veto 2212
 Cerfa Clean 5384
 Sodium Nitrate
 100% Water

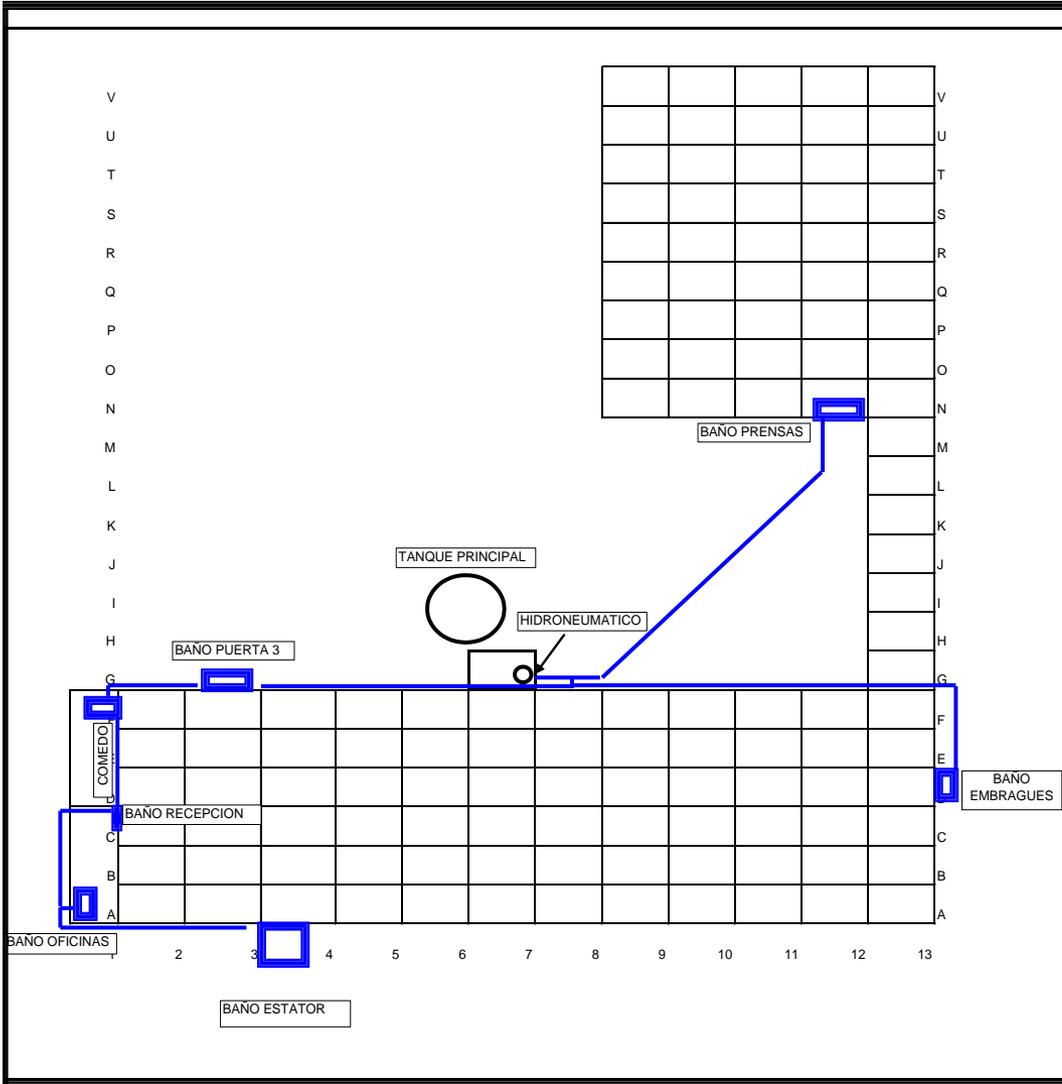
WATER CONSUMPTION M3 2004 Measuring Devices

	JAN	FEB.	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT.	NOV	DEC	TOTAL	AVERAGE/MONTH
TOWN WATER	2264	2144	1881	1752	2677	2061	1360	1350	1340	1280	1325	1005	20439	1703.3
HYDROPNEUMATIC	1454	1232	722	754	1040	720	660	590	700	570	602	378	9422	785.2
WATER SOFTENER	459.2	492	608	666	749	714	484	599	514	585	605	338	6813.2	567.8
OSMOSIS RESULT	331.7	363	441	437	536	508.4	324.2	383	366	354	335	195	4574.3	381.2
OSMOSIS CONCENTRATE	119.4	134	148	153	182	158.2	109	123	124	130	149	84	1613.6	134.5
TOWERS VENTING	37.6	33	22	13	8	6	4	4	0	2	12	5	146.6	12.2
REST ROOMS ALL LINES	56	72	96	82	87	74	45	57	62	45	71	58	805	67.1
REST ROOMS PRESS ROOM	77	91	120	110	168	100	114	111	95	15	90	60	1151	95.9
REST ROOMS GENERAL	139	133	192	166	150	133	135	158	184	153	123	95	1761	146.8
CAFETERIA	0	78.1	388	453	395	269	246	272	294	231	260	145	3031.1	252.6
IRRIGATION WATER USE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0

WATER CONSUMPTION M3 2005 Measuring Devices

	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV	DIC	TOTAL	AVERAGE/MONTH
TOWN WATER	1692	1125	1290	1243	1220	1410	1450	1280	1612	1378	1460	1300	16460	1371.7
HYDROPNEUMATIC	920	610	654	548	398	440	390	420	530	540	570	550	6570	547.5
WATER SOFTENER	490	492	624	529	748	868	625	710	896	694	718	452	7846	653.8
OSMOSIS RESULT	282	273	352	314	475	550	366	440	551	374	403	258	4638	386.5
OSMOSIS CONCENTRATE	128	127	163	134	189	188	138	157	200	164	184	141	1913	159.4
TOWERS VENTING	6	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	11	0.9
REST ROOMS ALL LINES	107	57	98	158	86	75	89	105	124	172	118	104	1293	107.8
REST ROOMS PRESS ROOM	95	90	115	105	100	110	100	115	125	110	100	120	1285	107.1
REST ROOMS GENERAL	335	120	108	104	131	120	110	102	130	115	110	110	1595	132.9
CAFETERIA	233	191	151	143	112	108	112	115	137	162	243	187	1894	157.8
IRRIGATION WATER USE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0

PLANO DE TUBERIAS DE BAÑOS Y COMEDOR



CHECK LIST / CORRECCION DE FUGAS DE TUBERIAS Y BAÑOS

DATE	AREA	FLUJOMETRO	MINGITORIO	PPE	TAZA	Lavamanos
07-Ene-05	Cuarto Químicos			Fuga de agua		
10-Ene-05	Baño Hombres Oficinas	No hay fuga	No hay fuga	No hay fuga	No hay fuga	
07-Feb-05	Baño Hombres Oficinas			Se solda tubería y T		
02-Feb-05	Recepcion	Se ajusta Fluxometro				
02-Feb-05	Recepcion	Se instala fluxometro				Se coloca teflon a fuga de taza
11-Ene-05	Hidroneumatico	Switch de presión sale mucho agua				
08-Feb-05	Riego	Se tapa tubería de riego y enfriamiento				
07-Feb-05	Baños Hombres Puerta 03		Se reparan 4			
07-Feb-05	Baños Hombres Puerta 03	Se reparan fugas 4	4			
16-Feb-05	Baños Hombres Puerta 03		Se instala mingitorio			
17-Mar-05	Baño Hombres Oficinas		Se desmonta destapa			
17-Mar-05	Baños All Line		Se desmonta destapa			
18-Mar-05	Baños All Line		Se desmonta destapa			
30-Mar-05	Puerta 3			Se repara fuga, se cambia válvula.		
04-Abr-05	Baños Prensas			Se repara fuga		
20-Abr-05	Baños Mujeres Puerta 03					Se reparan 6
30-Abr-05	Baños All Line					Se repara fuga
30-Abr-05	Baños Prensas		Se repara fuga			
09-May-05	Baños Hombres Puerta 03		Se repara fuga			
20-May-05	Baños Hombres Puerta 03				Se cheque fuga y cambia válvula	
10-Jun-05	Baños All Line		Se repara fuga			
15-Jul-05	Baños Prensas		Se repara fuga			Se repara fuga
20-Jul-05	Baño Hombres Oficinas	Se ajusta Fluxometro	Se instala			
22-Jul-05	Recepcion mujeres					Se cambia manguera
12-Ago-05	Baños Embragues		Se reparan 2 fugas			
13-Sep-05	Baños Hombres Puerta 03		Se desinstalan 03 mingitorios			
13-Oct-05	Recepcion			Se repara fuga		
11-Oct-05	Comedor			Se repara fuga		
13-Oct-05	Baños Embragues Mujeres					Se instala válvula
20-Oct-05	Recepcion	Se ajusta Fluxometro	Se destapa			
25-Oct-05	Baño Hombres Oficinas		Se destapa			
25-Oct-05	Baño Mujeres Oficinas			Se repara fuga		
27-Oct-05	Baño Mujeres Oficinas	Se ajusta Fluxometro				
31-Oct-05	Baños Embragues Mujeres			Se repara fuga		
04-Nov-05	Baño Hombres Oficinas	Se ajusta Fluxometro				
04-Nov-05	Comedor			Se repara fuga en la barra		
13-Dic-05	Baños Hombres Puerta 03		Se desinstalan 03 mingitorios			
19-Dic-05	Baños All Line		Se destapa			

SAVINGS OF WATER DUE TO WATER SOFTENER REGENERATION 120 M3

During 2004 were performed 32 Regenerations
 During 2005 were performed 28 Regenerations

Each regeneration uses 30,000 lts of water for retro-washing, regeneration and flushing
 Therefore during 2005 were saving 120,000 lts of water by performance of regenerations

SOFTENER REGENERATIONS 2004

SOFTENER	DATE	MEASURE	M3
2	02-Feb-04	13160	
1	16-Feb-04	13419	259
2	01-Mar-04	13666	247
1	12-Mar-04	13905	239
2	23-Mar-04	14110	205
1	05-Abr-04	14326	216
2	16-Abr-04	14552	226
1	23-Abr-04	14742	190
2	05-May-04	15004	262
1	11-May-04	15123	119
2	18-May-04	15283	160
1	25-May-04	15480	197
2	01-Jun-04	15681	201
1	10-Jun-04	15888	207
2	18-Jun-04	16102	214
1	28-Jun-04	16313	211
2	13-Jul-04	16522	209
1	26-Jul-04	16733	211
2	06-Ago-04	16952	219
1	20-Ago-04	17152	200
2	30-Ago-04	17403	251
1	09-Sep-04	17585	182
2	21-Sep-04	17781	196
1	30-Sep-04	17955	174
2	13-Oct-04	18149	194
1	21-Oct-04	18319	170
2	30-Oct-04	18521	202
1	09-Nov-04	18721	200
2	19-Nov-04	18927	206
1	30-Nov-04	19137	210
2	10-Dic-04	19284	147
2	21-Dic-04	19490	206
32 Regeneraciones		Average	204

SOFTENER REGENERATIONS 2005

SUAIVIZADOR	FECHA	LECTURA	M3
1	15-Ene-05	19725	235
2	07-Feb-05	20030	305
1	16-Feb-05	20225	195
2	24-Feb-05	20405.7	180.7
1	04-Mar-05	20574	168.3
2	17-Mar-05	20794.6	220.6
1	29-Mar-05	21006	211.4
2	08-Abr-05	21216	210
1	18-Abr-05	21520	304
2	30-Abr-05	21750	230
2	23-May-05	22039	289
1	02-Jun-05	22348	309
2	13-Jun-05	22731	383
1	24-Jun-05	23008	277
2	04-Jul-05	23260	252
1	19-Jul-05	23576	316
2	22-Jul-05	23850	274
1	16-Ago-05	24179	329
2	29-Ago-05	24454	275
1	09-Sep-05	24737	283
2	19-Sep-05	25037	300
1	29-Sep-05	25321	284
2	07-Oct-05	25542	221
1	20-Oct-06	25834.6	292.6
2	31-Oct-05	26151	316.4
1	11-Nov-05	26422	271
2	17-Nov-05	26610	188
2	1-Dic-05	26887	277
1	9-Dic-05	27026	139
28 Regeneraciones		Average	269

REDUCTION ON WATER CONSUMPTION DUE TO COOLANT CHAGE AND WASHER MACHINES MAINTENANCE PROGRAM 14.2 M3

RECORDS OF CHANGE OF CHEMICALS AND CLEANING ON MACHINES - EQUIMSA 2004

MACHINE	LINE	DATE	DATE	TOTAL CHANGES	VOLUMEN LTS	TOTAL										
C-47784/3 Fases	Main	31-Ene-04			08-May-04						13-Oct-04		30-Dic-04	4	4000	16000
C-47223 Tap & Drill	Main				08-May-04	14-Jun-04	25-Jul-04				22-Oct-04			4	300	1200
C-47605 Anocut	Main					30-Jun-04			31-Ago-04				30-Dic-04	3	650	1950
C-47968 Tocco	Main	28-Ene-04			01-May-04	12-Jun-04					23-Nov-04			4	150	600
C-47518 Brochadora	Main		18-Feb-04			29-May-04			14-Ago-04				30-Dic-04	4	300	1200
C-49120 Mori Seiki	Main			22-Mar-04					01-Ago-04				04-Dic-04	3	300	900
C-48041 Saginaw	Chrysler			30-Mar-04		21-Jun-04			14-Ago-04				30-Dic-04	4	250	1000
C-49359 Kiwa	Chrysler		16-Feb-04		29-May-04					20-Sep-04			04-Dic-04	4	250	1000
C-46657/1 Tocco Fase 1	Chrysler		28-Feb-04				13-Jun-04		14-Ago-04				04-Dic-04	4	350	1400
C-46657/1 Tocco Fase 2	Chrysler		28-Feb-04				13-Jun-04			20-Sep-04			04-Dic-04	4	270	1080
C-49230 Mori Seiki	Chrysler		18-Mar-04				12-Jun-04	24-Jul-04					30-Dic-04	4	250	1000
C-49146 Mori Seiki	Circle		24-Feb-04		30-May-04									2	250	500
C-49229 Mori Seiki	W235		18-Mar-04		07-May-04	12-Jun-04	21-Jul-04	19-Ago-04	13-Sep-04	24-Sep-04	12-Nov-04		30-Dic-04	9	250	2250
C-49335 Mori Seiki	W235			22-Mar-04		21-Jun-04	19-Jul-04				12-Nov-04			4	250	1000
Lavadora W235	W235				25-May-04	16-Jun-04	31-Jul-04	28-Ago-04	14-Sep-04	25-Oct-04	14-Nov-04	7-Dic-04		8	2600	20800
C-47554 New Britain	All-Stator		18-Mar-04			12-Jun-04					10-Nov-04			3	200	600
MODEL 10											22-Nov-04			1	100	100
C-46206 BLANCHARD	Tool Room	17-Ene-04				30-Jun-04				01-Sep-04				3	800	2400
C-45954 THOMPSON	Tool Room	17-Ene-04				30-Jun-04				01-Sep-04				3	300	900
C-46373 NORTON	Tool Room	17-Ene-04				30-Jun-04								2	200	400
OKAMOTO	Tool Room	17-Ene-04														0
														77		56280

RECORDS OF CHANGE OF CHEMICALS AND CLEANING ON MACHINES - EQUIMSA 2005

MACHINE	LINE	DATE	TOTAL CHANGES	VOLUMEN LTS	TOTAL											
C-47784/3 Fases	Main			11-Mar-05			25-Jun-05		11-Sep-05		06-Nov-05	22-Nov-05	5	4000	20000	
C-47223 Tap & Drill	Main								02-Sep-05	17-Oct-05	11-Nov-05	29-Dic-05	4	300	1200	
C-47605 Anocut	Main								23-Sep-05				1	650	650	
C-47968 Tocco	Main			09-Abr-05				19-Jul-05			13-Nov-05	28-Dic-05	4	150	600	
C-47518 Brochadora	Main					17-Jun-05						28-Dic-05	2	300	600	
C-49120 Mori Seiki	Main					17-Jun-05						27-Dic-05	2	300	600	
C-48041 Saginaw	Chrysler			28-Abr-05	31-May-05				11-Sep-05	06-Oct-05	13-Nov-05	27-Dic-05	6	250	1500	
C-49359 Kiwa	Chrysler								14-Sep-05			27-Dic-05	2	250	500	
C-46657/1 Tocco Fase 1	Chrysler			15-Abr-05			30-Jul-05					28-Dic-05	3	350	1050	
C-46657/1 Tocco Fase 2	Chrysler			15-Abr-05			30-Jul-05					28-Dic-05	3	270	810	
C-49230 Mori Seiki	Chrysler			14-Abr-05					11-Sep-05	29-Oct-05			4	250	1000	
C-49146 Mori Seiki	Circle			09-Abr-05					11-Sep-05			27-Dic-05	3	250	750	
C-49229 Mori Seiki	W235	27-Ene-05	15-Feb-05		09-Abr-05	07-Jun-05	11-Jul-05	11-Sep-05		13-Nov-05		27-Dic-05	8	250	2000	
C-49335 Mori Seiki	W235				09-Abr-05				11-Sep-05		13-Nov-05	27-Dic-05	4	250	1000	
Lavadora W235	W235			08-Mar-04		25-Jun-05						7-Dic-05	3	2600	7800	
C-47554 New Britain	All-Stator			09-Abr-05					11-Sep-05			29-Dic-05	3	200	600	
MODEL 10													1	100	100	
C-46206 BLANCHARD	Tool Room				18-Abr-05								1	800	800	
C-45954 THOMPSON	Tool Room				18-Abr-05								1	300	300	
C-46373 NORTON	Tool Room				19-Abr-05									200	0	
OKAMOTO	Tool Room															0
DMU 50M	Tool Room					04-May-05										41860
														60		

Planned (with no water saving project)

Real (implementing water saving project)

MONTHLY AVERAGE M3

During 2005 was added the Clutch operation to SAM

	SAM	CLUTCH	TOTAL
Rest Rooms All Line	72.9	36.4	109.3
Rest Rooms Prensas	110.7	55.3	166
Rest Rooms General	149.0	74.5	223.5
Cafeteria	260.4	130.2	390.6
Cooling Towers	592.3		592.3
Water for the Process EQUIMSA	14		14
Water Treatment KING KONG	8		8
Washing machines		15	15
Process Water MILLAN		4	4
	1207.3	315.4	1522.7

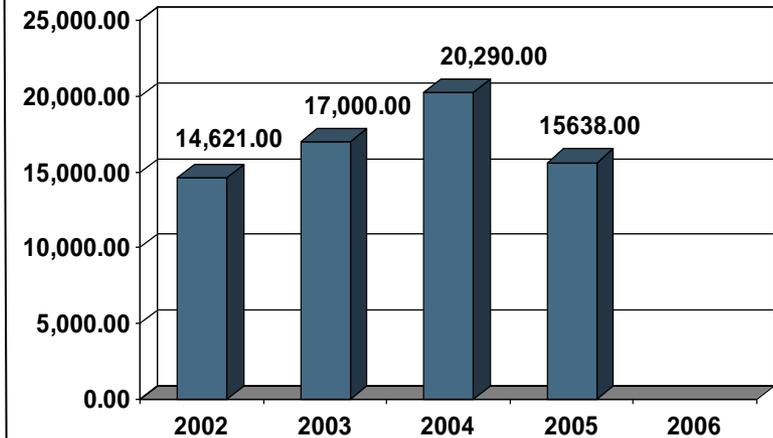
Estimated values (Sierra Madre Project)

SAM (2004 year) Torque Converter = 1207.3 m3 of water

SAM (2005 year) Torque Converter + Clutch = 1522.7 m3 of water

2005 year = 18272.4 m3 (projected)

Water (m3)



Actual Values reported in ERIS

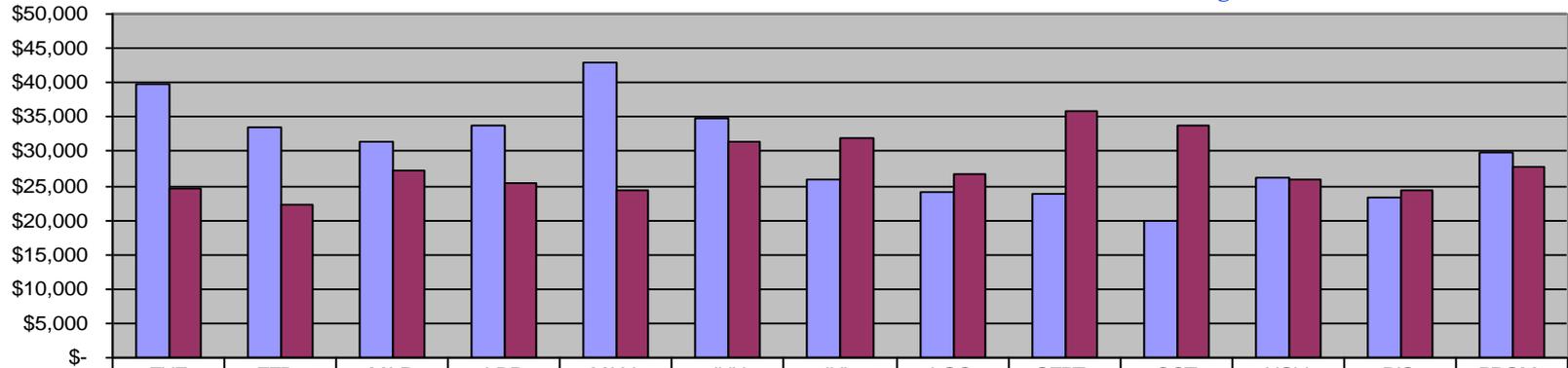
Savings of 23 %

Savings of 4652 m3 from 2004 to 2005 year

MONTHLY COST - MNX TOWN WATER

Savings in MNX = \$ 26,028

% Savings MNX = 7.2 %

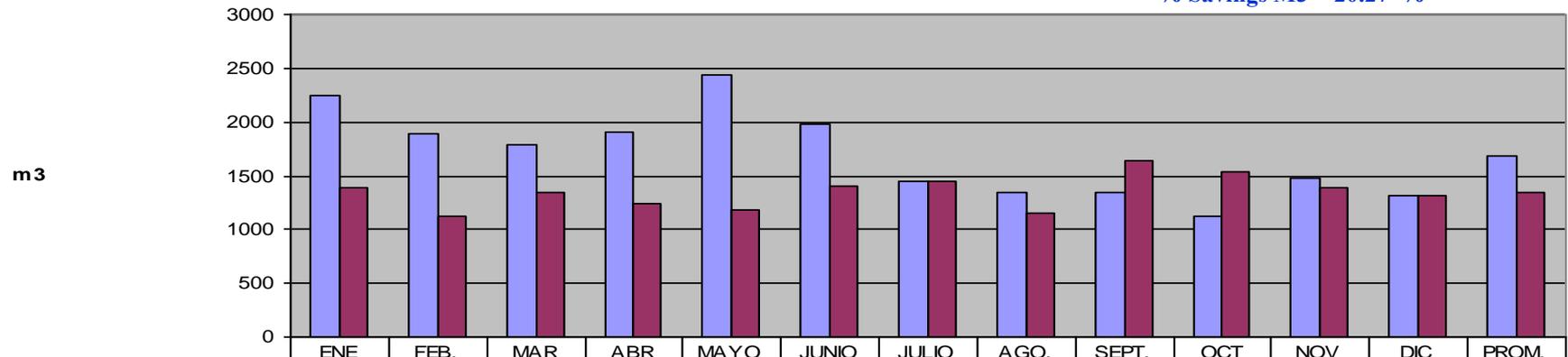


RED MUNICIPAL 2004	\$39,669	\$33,413	\$31,505	\$33,661	\$43,044	\$34,898	\$25,834	\$24,084	\$23,872	\$20,020	\$26,292	\$23,325	\$29,968
RED MUNICIPAL 2005	\$24,580	\$22,132	\$27,129	\$25,385	\$24,217	\$31,400	\$32,031	\$26,707	\$35,815	\$33,775	\$25,965	\$24,449	\$27,799

WATER CONSUMPTION - M3 TOWN WATER

Savings in m3 = 4113

% Savings M3 = 20.27 %



RED MUNICIPAL 2004	2245	1891	1783	1905	2436	1975	1451	1352	1340	1122	1477	1313	1690.833
RED MUNICIPAL 2005	1384	1125	1341	1247	1184	1407	1441	1154	1645	1535	1396	1318	1348.083

Bibliografía

- Abo, T. (1994) "Hybrid Factory: The Japanese Production System in the United States", Nueva York, Oxford University Press
- Abernathy, W.J. y J.M. Utterback (1975), A dynamic model of product and process innovation. *Omega International Journal of Management Science*, 3, 6
- Arimura T, Hibiki A, Katayama H. (2008) Is a voluntary approach an effective environmental policy instrument? A case for environmental management systems. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 55, 281-295
- Alonso, Jorge y Jorge Carrillo (1996). "Gobernación económica y cambio industrial en la frontera norte de México: un análisis de trayectorias y aprendizaje". En *Revista Eure*. Separata, Vol. XXII. Núm. 67. Santiago de Chile, Diciembre. Pp. 45-64
- Alonso, Contreras y Kenney, 1996**
- Anderson, Philip; Kenneth J. Arrow y David Pines (1988) *The Economy as an Evolving Complex System*. New York. Addison-Wesley Publishing Company. Santa Fe Institute.
- Arteaga García Arnulfo (2005) "Integración productiva y relaciones laborales en la industria automotriz en México" Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. División de Ciencias Sociales y Humanidades.
- Arundel, Anthony y René Kemp (2009) "Measuring eco-innovation". United Nations University. Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology. Working Papers Series UNU-MERIT, 2009-017
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA). Boletines de prensa y estadísticas básicas del sector, consultadas en <http://www.amia.com.mx/> durante el mes de agosto del 2009.
- Axelrod Robert y Michael Cohen (2000), *Harnessing complexity: an organizational implications of a scientific frontier*, New York, Basic Books, A Member of the Perseus Books Group.
- Banamex (2009) *Examen de la situación económica en México*, (LXXV, 990:446-451), México, dic.2008- enero,2009.
- Barajas, Ma. del Rosio, Carmen Rodríguez y Araceli Almaraz (2004), "Complejidad tecno-productiva y su relación con la formación de capacidades tecnológicas y organizacionales en la Industria Maquiladora de Exportación", en Jorge Carrillo y Ma. del Rosio Barajas (coords.), *Escalamiento industrial y aprendizaje en las maquiladoras fronterizas. Resultados de investigación*, proyecto Conacyt 35497-s, junio, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, B.C., México (en prensa).
- Barajas Ma. del Rosio, Carmen Rodríguez y Humberto García Jiménez (2006) "Aprendizaje Organizacional y comportamiento ambiental en la industria maquiladora de exportación del norte de México". En *Revista Frontera Norte*. Vol. 18, Num. 36, Julio-Diciembre.
- Belzowski, Bruce (2009) "Can Chrysler survive its reinvention". En Freyssent Michel Editor *The Second Automobile Revolution. Trajectories of the world carmakers in the 21st century*. Palgrave Macmillan in association with GERPISA. Great Britain.

- Birkinshaw J. y N. Hood (1998) "Multinational Subsidiary Evolution: Capability and Carter Change in Foreign-owned Subsidiary Companies" *Academy of Management Review*, vol. 23, número 24, páginas 773-795
- Boyer, R. E. Carron, U. Jürgens y S. Tolliday (1998) *Between Imitation and Innovation: The transfers and hybridization of productive models in the international automotive industry*. Oxford University Press
- Bracamonte Sierra, Álvaro; Contreras, Oscar F. (2008) "Redes globales de producción y proveedores locales: los empresarios sonorenses frente a la expansión de la industria automotriz" *Estudios Fronterizos*, Vol. 9, Núm. 18, julio-diciembre, pp. 161-194 Universidad Autónoma de Baja California. México
- Brown. F., y L. Domínguez (1989), "Nuevas tecnologías en la industria maquiladora de exportación", en *Comercio Exterior*, Vol. 39, núm. 3, marzo, México, pp. 215-223.
- Brinton, Mary C. & Victor Nee Editors (1998), *The New Institutionalism in Sociology*, New York. Russell Sage Foundation.
- Brunnermeier, Smita B. y Mark A. Cohen (2003) "Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries" *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 45, Issue 2. 278-293
- Bunge, Mario (1972), *Causalidad; el principio de causalidad en la ciencia moderna*, Buenos Aires, Argentina. Universidad de Buenos Aires. Traducida por Hernán Rodríguez. Tercera Edición.
- _____ (2000), *La relación entre la sociología y la filosofía*, Buenos Aires, Argentina. Editorial EDAF.
- _____ (2003), *Emergencia y Convergencia: Novedad Cualitativa y Unidad del Conocimiento*, Barcelona, España, Gedisa Editorial.
- Byrne, David (1998), *Complexity Theory and the Social Sciences*, New York, Routledge
- Carrasco, Ricardo (2006) *The Automotive Industry in Mexico. Historical, Forecast and Business Opportunity 2005*, Bancomext, Mexico
- Carrillo, Jorge (1993) *La Ford en México. Reestructuración Industrial y Cambio en las Relaciones Sociales*, Tesis de Doctorado, El Colegio de México, México.
- Carrillo, Jorge y Hualde, Alfredo (1997) "Third Generation Maquiladoras: The Case of Delphi-General Motors", in *Journal of Borderlands Studies*
- Carrillo, Jorge, Mortimore, Michael y Alonso, Jorge (1999) *Competitividad, y Mercado de Trabajo. Empresas de Autopartes y de Televisores en México*, Plaza y Valdéz, UACJ y UAM, México.
- Carrillo, Jorge e Hinojosa Raúl (2001) "Cableando el Norte de México: La evolución de la industria maquiladora de Arnéses", en *Región y Sociedad*, vol. XIII, núm. 21. Pp. 79-114, El Colegio de Sonora.
- Carrillo, Jorge, y Humberto García Jiménez (2003), "Escalamiento industrial y riesgos de trabajo: el papel de las certificaciones internacionales", en *Comercio Exterior*, vol. 53, núm. 7, agosto, pp. 734-743.
- Carrillo, Jorge (2004) "Transnational Strategies and Regional Development: The case of GM and Delphi in Mexico". *Industry and Innovation*. Vol. 11 Numbers 1/2, pp. 127-153. March-June

- Carrillo, Jorge, Humberto García Jiménez y Redi Gomis (2005) "Evolución Productiva y desempeño ambiental en la industria maquiladora de exportación". En Jorge Carrillo y Claudia Shatan *El Medio Ambiente y la maquila en México: Un problema ineludible*. Editado por la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL). Publicaciones de las Naciones Unidas. México, D.F. Septiembre de 2005. ISBN 9-789213-227497
- Carrillo, Jorge (2007) *The auto industry in Mexico. Between integration and globalization*. Paper. International Conference "The New International Division of Labour? The changing role of emerging markets in automotive industry". Krakow, Poland, February, 2007.
- Carrillo, Jorge y Oscar Contreras (2008) "The historical evolution of US auto firms in Mexico: two models of local development". *International Journal of Automotive Technology and Management*, Vol. 8, No. 4, pp. 382-400
- Carrillo, Jorge, Oscar Contreras y Humberto García (2009) "La industria automotriz en México: enfrentando la crisis actual" Ponencia presentada en el XVII del Groupe d' Etudes et de Recherches Permanent sur l' Industrie et les Salariés de l' Automobile (GERPISA), Paris, Junio 17-19, 2009.
- Carrillo, Jorge y Humberto García Jiménez (2009) "La situación de la industria automotriz en México ante la crisis actual" Reporte de Investigación para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El Colegio de la Frontera Norte.
- Chappin, Maryse; Walter J.V. Vermeulen, Marius T.H. Meeus, Marko P. Hekkert (2009) Enhancin our understanding of the role of environmental policy in environmental innovation: adoption explained by the accumulation of policy instruments and agent-based factors. *Environmental Science & Policy*, 12, 934-947.
- Cleff, Thomas y Klaus Rennings (1999) "Determinants of environmental product and process innovation". *European Environment*, vol 9, 191-201
- CNN-Expansión (2009) "Nafin apoya a financieras automotrices" <http://www.cnnexpansion.com/economia/2009/03/01/nafin-apoya-a-financieras-automotrices>, consultado el 13 de abril.
- Contreras, Oscar (2009), *Empresas transnacionales, aprendizaje tecnológico y desarrollo local. Un estudio de caso en el noroeste de México*, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM (en prensa).
- Contreras, Oscar y Paula Isordia "Local Institutions, local networks and the upgrading challenge. Mobilising regional assets to supply the global auto industry in Northern Mexico. *International Journal of Automotive Technology and Management*. Vol. 10 No. 2/3 pp. 161-179
- Coase, Ronald (1991) "La naturaleza de la empresa", en Oliver Williamson y Sidney G. Winter (Compiladores) (1996) *La naturaleza de la empresa: Orígenes, evolución y desarrollo*, México, D.F., Fondo de Cultura Económica. Primera Edición en Español, 1996
- _____ (1998) "The New Institutional Economics", en *The American Economic Review*, Vol. 88, No. 2. Papers and Proceedings of the Hundred and Tenth Annual Meeting of the American Economic Association, pp. 72-74

- Contreras, Oscar, Martin Kenney y Jorge Alonso (1998). "Los gerentes de las maquiladoras como agentes de endogeneización de la industria". En *Comercio Exterior*, vol. 47, núm. 8. México, D.F. Agosto, pp. 670-679.
- Contreras, Oscar (2008) "Pequeñas empresas globales: Aprendizaje Tecnológico y creación de empresas intensivas en conocimiento en un conglomerado automotriz". Comercio Exterior.
- Cortes, Fernando y Rolando García (1993) "Muestreo estadístico, bases de datos y sistemas complejos". En Ignacio Méndez Ramírez y Pablo González Casanova (coordinadores) Matemáticas y Ciencias Sociales. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades. UNAM. Miguel Ángel Porrúa Grupo Editorial. México, D.F.
- _____, (2001) "Nociones de la epistemología genética aplicadas a temas de discusión en las ciencias sociales. Un par de ejemplos" *Estudios Sociológicos*, Vol. XIX, No. 57, pp 641-651
- _____, Agustín Escobar, Patricio Solís (coord.) (2008), *Cambio estructural y movilidad social en México*, México, D.F., Centro de Estudios Sociológicos. El Colegio de México
- _____, Agustín Escobar y Mercedes González de la Rocha (2008) *Método científico y política social: A propósito de las evaluaciones cualitativas de programas sociales*, México, D.F., Centro de Estudios Sociológicos. El Colegio de México
- Dalman, C.J. (1996) "New Elements of Competitiveness: Implications for Developing Economies" En C.I. Branford Jr. The New Paradigm of Systemic Competitiveness: Toward more integration Policies in Latin America. París, Francia. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- De la Torre, Augusto, Pablo Fajnzylber, John Nash (2009) "Desarrollo con menos carbono: Respuestas Latinoamericanas al desafío del cambio climático" Estudios del Banco Mundial sobre América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Washington, D.C.
- Domínguez V. Lilia (2006) "México: Empresa e Innovación Ambiental" Primera Edición. Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México y H. Cámara de Diputados, LIX Legislatura. México, D.F.
- Dosi, G. y Malerba (1996) "Organization and Strategy in the Evolution of Enterprise". Macmillan Press.
- Dosi, G. y L. Marengo (1994) "Some elements of an Evolutionary Theory of Organizational Competences". En Richard W. England (ed.) Evolutionary Concepts in Contemporary Economics. Pp. 157-178. The University of Michigan Press.
- Dosi, Giovanni y Luigi Marengo (2007), *On the convergence of Evolutionary and Behavioral Theories of Organizations: A Tentative Roadmap*, Working Paper Series, Laboratory of Economics and Management Sant'Anna School of Advanced Studies. (mimeo)
- Duval, Don y Heather L. MacLean (2007) The role of product information in automotive plastics recycling: a financial and life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production* 15:1158-1168

- El Colegio de la Frontera Norte (El Colef) (2001), "Mejoramiento de las Condiciones de Empleo en la Industria Maquiladora", Rodolfo Cruz (coord.), El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana (reporte de investigación).
- El Colegio de la Frontera Norte (2002), Encuesta Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial en Plantas Maquiladoras, Departamento de Estudios Sociales, proyecto financiado por el CONACYT: "Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial: Perspectivas para la Formación de Capacidades de Innovación en la Maquiladora de México", núm. 35947's (www.colef.mx/jorge_carrillo/multinacionales), El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, B.C.
- Excélsior (2009) "Modifica SE Programa para la Preservación del Empleo" http://www.exonline.com.mx/diario/noticia/dinero/mercados/modifica_se_programa_para_la_preservacion_del_empleo/568366, consultado el 13 de abril.
- Ferdow, K. (1997) "Making the most of Foreign Factories" *Harvard Business Review*, Marzo-Abril, páginas 73-88.
- Foster, John (2000) "Is there a role for transaction cost economics if we view firms as complex adaptative systems?" *Contemporary Economic Policy*, Vol. 18, No. 4, pp. 369-85
- _____ (2006) "Why is Economics not a Complex Systems Science?" *Journal of Economics Issues*, Vol. XL, No. 4, pp. 1069-91
- Foster, John** (2000) "Is there a role for transaction cost economics if we view firms as complex adaptative systems?" *Contemporary Economic Policy*, Vol. 18, No. 4, pp. 369-85
- Foster (1993 y 1997)**
- Fouts, PA, Russo MV. A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. *The Academy of Management Journal*; 40: 534-59
- Fresner J. Engelhardt G. Experiences with integrated management systems for two small companies in Austria (2004).. *Journal of Cleaner Production* 12: 623-631
- Frondel, Manuel, Jens Horbach and Klaus Rennings (2008) "What Triggers Environmental Management and Innovation? Empirical Evidence for Germany. *Ecological Economic* Vol. 66, issue 1. 153-160
- Fryssenet, M., A Mair, K. Shimizu, y G. Volpato (1998) "One Best Way? Trajectories and Industrial Models of the World's Automotive Producers"
- Freyssenet, Michel (2009) "Wrong Forecasts and unexpected changes: the world that changed the machine". En Freyssent Michel Editor *The Second Automobile Revolution. Trajectories of the world carmakers in the 21st century*. Palgrave Macmillan in association with GERPISA. Great Britain.
- Freyssenet, Michel y Bruno Jetin "Crise financière ou crise d'un modèle de capitalisme? Les enseignements de la crise des Big Three". En 17^{ème} Colloque International du GERPISA *Sustainable Development in the Automobile Industry: Changing Landscapes and Actors*. 17-19 june, Paris.
- Gallagher, Kevin (2000) "Trade liberalization and Industrial Pollution in Mexico: Lesson for the FTAA". University of Tufts, Medford, EUA
- Galindo, Paliza Luis Miguel (2005) "Regulación ambiental e incentivos económicos en México: ¿divorcio o matrimonio por conveniencia? En *Revista Economía Informa*. Número 333. Marzo-Abril. Pág. 47-55

- García, Rolando Coord. (1997), *La epistemología genética y la ciencia contemporánea: Homenaje a Jean Piaget en su centenario*, Barcelona, España, Gedisa Editorial.
- _____ (2000), *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*, Barcelona, España, Editorial Gedisa.
- _____ (2001), "Fundamentación de una epistemología en las ciencias sociales" *Estudios Sociológicos*, Vol. XIX, No. 57, pp. 615-20
- _____ (2006), *Sistemas Complejos: Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Barcelona, España. Gedisa Editorial.
- García Jiménez, Humberto (1999) "Trayectorias productivas y Tecnología Ambiental en la industria maquiladora electrónica de Tijuana". En *Región y Sociedad* Vol. XI No. 18. Revista del Colegio de Sonora. Marzo.
- García Jiménez, Humberto (2002) "Trayectorias de cambio tecnológico ambiental en la industria maquiladora de exportación de Tijuana" *Revista Comercio Exterior*. Vol. 52 Número 3. Marzo
- García, P. Roberto (1996) *Learning and competitiveness in Mexico's automotive industry: The relationship between traditional and world-class plants in multinational firm subsidiaries*. Tesis de doctorado. Business Administration. The University of Michigan
- Gerber, Jim (1999), "Perspectivas de la maquiladora después del 2001", en *Comercio Exterior*, vol. 49, núm. 9, septiembre.
- Gernuks, Marko; Jens Buchgeister, Liselotte Schebek (2007) Assesment of environmental aspects and determination of environmental targets within environmental management systems (EMS) – development of a procedure for Volkswagen. *Journal of Cleaner Production*, 15:1063-1075
- Ghisellinia A, Thurston DL. (2005) Decision traps in ISO 14001 implementation process: case study results from Illinois certified companies. *Journal of Cleaner Production*, 13, 763-777
- Gil Antón Manuel (1997), *Conocimiento científico y acción social: crítica epistemológica a la concepción de ciencia en Max Weber*, Barcelona, España, Gedisa Editorial
- Goffman, Irvin (1971) *La presentación de la persona en la vida cotidiana*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, Traducción de H.B. Torres y F. Setaro.
- Granovetter, Mark (1985) "Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness", *The American Journal of Sociology*, Vol. 91, No. 3, pp. 481-510.
- Grossman, Gene M. y Alan B. Krueger (1992) "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", NBER Working Paper, No. 3914, National Bureau of Economic Research, Noviembre.

Haan, Peter y Scholz, 2007

Hekkert y van den Hoed, 2007 "Competing technologies and the struggle towards a new dominant design: the emergence of the hybrid vehicle at the expense of the fuel cell vehicle?" Department of Innovation Studies, Utrecht University y Delft University of Technology, Design for Sustainability, Holanda. Documento Inédito.

- Hart, S. (1997) "Beyond Greening: Beyond for Sustainable World". Harvard Business Review, Vol. 75, Núm. 1. Páginas 67-76
- Harvey, D. L. y Reed, M. H. (1994) "The evolution of dissipative social systems", *Journal of Social and Evolutionary Systems*, Vol. 17, No. 4, pp. 371-411
- Hayles, N.K. (1990), *Chaos Bond*, Ithaca, NY, Cornell University Press
- _____ (1991), *Chaos and Order*, Chicago, University of Chicago Press.
- Hedström y Swedberg Editor (1998) "Social Mechanisms: An Analytical Approach to Social Theory" Páginas, 1-31. Cambridge University Press
- Hempel, C.G. (1970) Aspects of scientific explanation : and other essays in the philosophy of science. New York. Editorial Free
- Hillary R. (2004) Environmental management systems and the smaller enterprise. *Journal of Cleaner Production*, 12, 763-77
- Hirsh, Paul M. & Michael D. Lounsbury (1996) "Book Review Essay: Rediscovering Volition: The Institutional Economics of Douglas C. North", *The Academy of Management Review*, Vol. 21, No. 3. pp 872-884
- Holland, John H. (1996) *El Orden Oculto, de cómo la adaptación crea la complejidad*, México, D.F., Fondo de Cultura Económica. Primera Edición en español, 2004.
- Horbach, Jens (2008) "Determinants of environmental innovation: New evidence from German panel data sources" *Research Policy*, vol. 37 issue 1. 163-173
- Huber, Joseph (2008) "Technological environmental innovations (TEIs) in a chain-analytical and life-cycle-analytical perspective" *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16, Issue 18. 1981-1986
- Huiskamp, Udeke (2001), "Greener skies: KLM's ISO 14001-certified environmental programme takes off" *ISO Management Systems, INTERNATIONAL* October, pp. 26-31. *Abstract*
- Iraldo, Fabio. Francesco Testa y Marco Frey. Is an environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco-management and audit scheme (EMAS) in the European Union. *Journal of Cleaner Production*, 17, 1444-1452
- Jaffe (1995) "Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What does the evidence tell us?" *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXIII, marzo, páginas 132-163
- Jaffe, F.B. y K. Palmer (1997) Environmental Regulation and Innovation: A panel data study. *Review of Economics and Statistics* 97(4), 610-619
- Jenkins, Rhys (2003), "La apertura comercial ¿ha creado paraísos de contaminadores en América Latina?" en *Revista de la Cepal*, Núm. 80, agosto, Santiago de Chile, pp. 85-100.
- Jetin, Bruno (2009) "Strategies of Internationalisation of Automobile Firms in the New Century: a New Leap Forward? En Freyssent Michel Editor *The Second Automobile Revolution. Trajectories of the world carmakers in the 21st century*. Palgrave Macmillan in association with GERPISA. Great Britain.
- Juárez, Huberto, Arturo Lara y Carmen Bueno (coord.) (2006) *El auto global, desarrollo, competencia y cooperación en la industria del automóvil*, UIA/UAM/BUP, Puebla.

- Kemp, René y Peter Pearson (2007) "Final Report MEI project about measuring eco-innovation" European Commission within the Sixth Framework Programme (2202-2006)
- Kogut B. y Zander Udo (1993) "Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation" *Journal of International Business*, vol. 24, número 4. Páginas 625-645
- Kopinak, Kathryn y Saúl Guzmán García (2005) "Hacia una teoría de la industria maquiladora mexicana que considere los impactos ambientales". En Jorge Carrillo y Claudia Shatan *El Medio Ambiente y la maquila en México: Un problema ineludible*. Editado por la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL). Publicaciones de las Naciones Unidas. México, D.F. Septiembre de 2005. ISBN 9-789213-227497
- Koplin, Julia; Stefan Seuring y Michael Mesterharm (2007) Incorporating sustainability into supply management in the automotive industry – the case of Volkswagen AG. *Journal of Cleaner Production*, 15:1053-1062

Lane y Potter, 2007

- Lara, Arturo (2002) "Packard Electric/Delphi and the birth of autopart cluster: The case of Chihuahua, Mexico" en *International Journal of Urban and Regional Research*, vol. 26, pp. 785-98.
- Lara Rivero, Arturo, Gerardo Trujano y Alejandro García (2005) Producción modular y coordinación en el sector de autopartes en México. El caso de la red de plantas de Lear Corporation, *Región y Sociedad*, Vol. 17, no, 32, pp.32-70
- Leydesdorff, Loet y Peter Van den Basselaar (1994), *Evolutionary Economics and Chaos Theory: New Directions in Technology Studies*, Londres, Pinter Publishers.
- Luethge, Denise y Philippe Byosiére (2009) "Honda: Serendipity or strategy from 1997-2007? En Freyssent Michel Editor *The Second Automobile Revolution. Trajectories of the world carmakers in the 21st century*. Palgrave Macmillan in association with GERPISA. Great Britain.
- Lustosa, Maria Cecilia (2006) Innovation and Environment under an evolutionary perspective: Evidence from Brazilian firms.
- MacDuffie, John Paul (2006) "Modularity and the automobile: what happened when the concept hit the road". Documento Inédito. Wharton School, University Pennsylvania and International Motor Vehicle Program (IMVP)
- Malnight, T.W. (1996) "The Transition from Decentralized to Network-Based MNC Structures: An Evolutionary Perspective". *Journal of International Business Studies*, Vol. 27, Núm. 21, páginas 43-65.
- Mazzanti, Massimiliano y Roberto Zoboli (2006) "Examining the Factors Influencing Environmental Innovations". Fondazione Eni Enrico Mattei. <http://www.feem.it/Feem/Pub/Publications/WPapers/default.htm>
- McElroy, Mark W. (2003), *The New Knowledge Management: Complexity, Learning and Sustainable Innovation*, United States of America, Butterworth Heinemann
- Méndez, Elizabeth (1995), "La industria maquiladora en Tijuana: riesgo ambiental y calidad de vida", en *Comercio Exterior*, vol. 45, núm. 2.

- Mercer, Glenn (2009) "Ford, 1993-2007: Losing its way?" En En Freyssent Michel Editor *The Second Automobile Revolution. Trajectories of the world carmakers in the 21st century*. Palgrave Macmillan in association with GERPISA. Great Britain.
- Mickwitz, Per, Heli Hyvättinen, Paula Kivimaa (2008) "The role of policy instruments in the innovation and diffusion on environmentally friendlier technologies: popular claims versus case study experiences" *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16, Issue 1. January 1-9
- Montalvo C., Carlos (2002), "Environmental policy and technological innovation: Why do firms adopt or reject new technologies?", *New Horizons in the Economics of Innovation Series*, Edward Elgar Editor, Cheltenham, UK.
- Montalvo C., Carlos (2004), "Challenges for cleaner production in international manufacturing subcontracting: The case of Maquiladora Industry in Northern Mexico", en *Frontera Norte*, vol. 16, núm. 31, enero-julio, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, B.C.
- Montalvo C., Carlos (2008) "General wisdom concerning the factors affecting the adoption of cleaner technologies: a survey 1990-2007". En Carlos Montalvo y René Kemp (2008) *Diffusion of Cleaner Technologies: Modeling, case studies and policy* Special Issue. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16 Supplement 1
- Montalvo, Carlos y René Kemp (2008) *Diffusion of Cleaner Technologies: Modeling, case studies and policy* Special Issue. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16 Supplement 1.
- Mortimore, Michael y Faustino Barron (2005) Informe sobre la industria automotriz mexicana. *Serie Desarrollo Productivo* 162. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). Santiago de Chile, Agosto
- Mortimore, Michael y Faustino Barron (2005) Informe sobre la industria automotriz mexicana. *Serie Desarrollo Productivo* 162. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). Santiago de Chile, Agosto
- Muller, Alan (2006) "Globalization and Corporate Social Responsibility: the case of the Mexican Auto Parts Industry". University of Amsterdam Business School. Draft Paper.
- Mumme Stephen P., (1999), "NAFTA and Environment" Interhemispheric resource center and Institute for Policy Studies, Colorado State University, IN FOCUS, *Foreign Policy*, Vol. 4, No. 26 , October , 4 pags.
- Muñoz Guzmán, Marco Antonio (2004) "La contaminación ambiental y el derecho en México". Tesis Doctoral. Centro de Investigaciones Jurídico Políticas. Universidad Autónoma de Tlaxcala, México.
- Nee, Victor (2003) "A New Institutional Approach to Economic Sociology". CSES Working Paper Series. Paper # 4. Center for the study of Economy and Society. Department of Sociology. Cornell University.
- _____ (1998a) "Norms and Networks in Economic and Organizational Performance", *The American Economic Review*, Vol. 88, No. 2, Papers and Proceeding of the Hundred and Tenth Annual Meeting of the American Economic Association, pp. 85-89
- Nee, Victor and Paul Ingram (1998b) "Embeddedness and Beyond: Institutions Exchange, and Social Structure". Capítulo 1. En Mary Brinton And Victor Nee

- Editors (1998) "The New Institutionalism in Sociology" Russell Sage Foundation. New York. Pages 21-45.
- Newbold J. (2006) Chile's environmental momentum: ISO 14001 and the large-scale mining industry a Case studies from the state and private sector. *Journal of Cleaner Production*, 14, 248-61
- Nieuwenhuis y Wells, 2007**
- North, Douglas (1990), *Instituciones, Cambio Institucional y Desempeño Económico*, México, D.F., Fondo de Cultura Económica, Primera Traducción en español, 1993, Tercera reimpresión, 2006.
- North, Douglas y Barry Weingast (1989) "Constitutions and commitment: The evolution of institutions governing public choice in seventeenth-century England" *The journal of economic history* (Cambridge: Cambridge University Press) XLIX (4): 803-832.
- O'Hara, Philip Anthony (2007), "Principles of Institutional-Evolutionary Political Economy – Converging Themes from the Schools of Heterodoxy", *Journal of Economic Issues*, Vol. XLI, Núm. 1. pp. 1-41
- Oltra, Vanessa y Maïder Saint Jean (2009) Sectoral system of environmental innovation: An application to the French automotive industry. *Technological Forecasting & Social Change*, 76, 567-583
- Oman, C. (1994) "Globalization y Regionalization: The Challenge for Developing Countries", Capítulo 5. OECD
- Ornelas, Sergio L. (2009) "Mexico's auto industry. The 2009 crisis and beyond", *MexicoNow* (7, 39: 23-30).
- Ornelas, Sergio L. (2006) "Mexico's auto industry revival", *MexicoNow* (4, 22: 8-26).
- Ornelas, Sergio L. (2009) "Mexico's auto industry. The 2009 crisis and beyond", *MexicoNow* (7, 39: 23-30).
- Orsato, R.J. y P. Well (2007) U-turn: the rise and demise of the automobile industry. *Journal of Cleaner Production* 15: 994-1006
- Piaget, Jean (1973), *Tendencias de la investigación en ciencias sociales*, Madrid, Alianza Universidad/Unesco, Versión Española de Pilar Castrillo.
- _____ (1978), *La equilibración de las estructuras cognitivas: Problema central del desarrollo*, México, D.F., Siglo XXI Editores
- _____ (1982) *Las formas elementales de la dialéctica*, Barcelona, Editorial Gedisa,
- _____ (1983), *Estudios Sociológicos*, Barcelona, Editorial Ariel, Traducción de Miguel A. Quintanilla
- _____ y Rolando García (1982) *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*, México, Siglo XXI Editores. Décima Edición, 2004.
- Piore y Sabel**
- Popper, Karl Raimund (1973), *La lógica de la investigación científica*, Madrid, España, Editorial Tecnos, Traducción por Víctor Sánchez de Zavala.
- Porter ME, van derl Linde C. (1995) Toward a new conception of the environment competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9: 97-118

- Pozas, María de los Ángeles, Minor Mora Salas y Juan Pablo Pérez Sáinz (2004) “La sociología económica: Una lectura desde América Latina”. Cuaderno de Ciencias Sociales 134. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). Sede Académica Costa Rica. Páginas 9-64
- Pozas, María de los Ángeles (2006) “La Nueva Sociología Económica: Debates y Contradicciones en la Construcción de su Objeto de Estudio”, en Enrique de la Garza Toledo (Coord.) *Tratado Latinoamericano de Sociología*. México, D.F., Anthropos. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Sociales y Humanidades.
- Powell, Nancy (2005) Technical Textiles. Automotive Applications, North Carolina State University
http://www.cggc.duke.edu/pdfs/Nancy_Powell_Web_Automotive_Presentation_2_0060605.pdf
- Powell W. Walter y Paul J. Dimaggio (Compiladores) (1999). “El Nuevo Institucionalismo en el Análisis Organizacional”. Fondo de Cultura Económica, Colegio Nacional de Ciencias Políticas y Administración Pública, A.C. y Universidad Autónoma del Estado de México. Primera Edición en Español. Páginas 7-75; 104-125
- Powell W. Walter y Paul J. Dimaggio (1991), “Retorno a la jaula de hierro: el isomorfismo institucional y la racionalidad colectiva en los campos organizacionales” En Powell W. Walter y Paul J. Dimaggio (Comp.) *El Nuevo Institucionalismo en el Análisis Organizacional*, México, D.F., Colegio Nacional de Ciencias Políticas y Administración Pública, A.C., Universidad Autónoma del Estado de México y Fondo de Cultura Económica, Primera Edición en Español, 1999
- Presidencia de la República (2009) “El Presidente Calderón en la Presentación del Programa para la Preservación del Empleo”
<http://www.presidencia.gob.mx/prensa/?contenido=42184>, consultado el 13 de abril
- Prigogine, Ilya y Peter Allen (1982) “The Challenge of Complexity. In Self-Organization and Dissipative Structures: Applications in the Physical and Social Sciences”, ed. W.C. Schive y P.M. Allen. Austin: University of Texas Press
- Prigogine, Ilya y Isabelle Stengers (1983) *La Nueva Alianza: Metamorfosis de la ciencia*, Alianza Editorial, Madrid, España
- Reed, M y Harvey, D.L. (1992), “The new science and the old: complexity and realism in the social sciences” *Journal for the Theory of Social Behavior*, Vol. 22, pp 356-79
- _____ (1996) “Social Science as the Study of Complex Systems”, en Kiel, L.D. y Elliott, E. (Eds) *Chaos Theory in the Social Sciences*, Ann Arbor, University of Michigan Press.
- Rennings, Klaus, Andreas Ziegler, Kathrin Ankele, Esther Hoffmann (2006) “The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance” *Ecological Economics*. Vol 57, Issue 1. Pp 46-59

- Rothstein, Jeffrey S. (2008) 'Lean Times: The UAW Contract and the Crisis of Industrial Unionism in the Auto Industry', *New Labor Forum*, 17:2, 60 - 69
- Sandoval, G. Sergio (2003) *Hibridación, modernización reflexiva y procesos culturales en la planta de Ford Hermosillo*. El Colegio de Sonora, CIAD, A.C. y Plaza y Valdes Editores.
- Seitz, Margarete (2007) A critical assesment of motives for product recovery: the case of engine remanufacturing. *Journal of Cleaner Production* 15:1147-1157
- Senter, Richard Jr., y Walter MacManus "General Motorsin an Age of Corporate Restructuring". En Freyssent Michel Editor *The Second Automobile Revolution. Trajectories of the worl carmakers in the 21st century*. Palgrave Macmillan in association with GERPISA. Great Britain.
- Stacey, Ralph D. (1996), *Complexity and Creativity in Organizations*, San Francisco, Berrett-Koehler Publishers
- Stevens, Merieke y Takahiro Fujimoto (2009) "Nissan: From the Brink of Bankruptcy" En Freyssent Michel Editor *The Second Automobile Revolution. Trajectories of the worl carmakers in the 21st century*. Palgrave Macmillan in association with GERPISA. Great Britain.
- Stromberg, Per (2005), "La industria maquiladora mexicana y el medio ambiente: Una revisión de los problemas principales". En Jorge Carrillo y Claudia Shatan *El Medio Ambiente y la maquila en México: Un problema ineludible*. Editado por la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL). Publicaciones de las Naciones Unidas. México, D.F.
- Subramoniam, Ramesh; Donald Huisingh y Ratna Babu Chinnam (2009). Remanufacturing for the automotive aftermarket-strategic factors: literature review and future research needs. *Journal of Cleaner Production*, 17:1163-1174.
- Swedberg, Richard (2003) "The economic Sociology of Capitalism: an introduction and agenda". Working Papers. Cornell University.
- Tharumarajah A., y P. Koltun, (2007) Is there an environmental advantage of using magnesium components for light-weighting cars? *Journal of Cleaner Production* 15: 1017-1013
- The Harbour Report. En <https://www.theharbourreport.com/> consultado el 3 de febrero del 2009
- Valdez Ibarra, Miriam (2007) *Cluster Automotriz en México. Un análisis de eficiencia económica y sus determinantes: 1988-2003*. Tesis, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo.
- Van den Hoed, Robert (2007) Sources of radical technological innovation: the emergence of fuel cell technology in the automotive industry. *Journal of Cleaner Production* 15:1014-1021
- Vega, Gustavo (2009) *El Tratado de Libre Comercio en América del Norte. Visión retrospectiva y retos a futuro*. El Colegio de México, México (en prensa)
- Vergragt, Philip y Halina Szejnwald Brown (2007) Sustainable mobility: from technological innovation to social learning. *Journal of Cleaner Production* 15:1104-1115

- Vuyk, Rita (1981) *Panorámica y Crítica de la Epistemología Genética de Piaget 1965-1980, I*, Madrid, Alianza Editorial, Versión Española de Cristina del Barrio y Antonio Corral, 1984.
- Wagner, M., 2007 On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: Evidence from German manufacturing firms. *Research Policy* 36, 1587-1602
- Wallerstein, Immanuel (Coordinador) (1996), *Abrir las Ciencias Sociales*. México, D.F., Siglo XXI Editores. Novena Edición en Español, 2006. Comisión Gulbenkian para la Reestructuración de las Ciencias Sociales.
- Womack,**
- Weber, Max (1984) *La acción social: Ensayos Metodológicos*, Barcelona, Península, Traducción de Michael Faber Kaiser y Salvador Giner
- Weber, M., Hoogma R., Lane B, Shot J. (1999) *Experimenting with sustainable transport innovations: a workbook for strategic niche management*. Seville. Institute for Prospective Technological Studies.
- Wengel Jürgen y Philine Warnke (2003) *Case Study: Automotive Industry – Personal Cars. The Future of Manufacturing in Europe 2015-2020: The Challenge for Sustainability*. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Karlsruhe Josefina Lindbom. JRC-IPTS, Sevilla.
- Williamson, Oliver (1989), *Las instituciones Económicas del Capitalismo*, México, D.F., Fondo de Cultura Económica, Primera Edición en Español.
- _____ (1996) “La lógica de la organización económica”, en Oliver Williamson y Sidney G. Winter (Compiladores) (1996) *La naturaleza de la empresa: Orígenes, evolución y desarrollo*, México, D.F., Fondo de Cultura Económica. Primera Edición en Español, 1996
- _____ y Sidney G. Winter (Compiladores) (1996) *La naturaleza de la empresa: Orígenes, evolución y desarrollo*, México, D.F., Fondo de Cultura Económica. Primera Edición en Español, 1996
- _____ (2000) “The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead”, en *Journal of Economic Literature*, Vol. 38, No. 3, pp. 595-613
- _____ (2003), *Transaction Cost Economist and Economic Sociology* CSES Working Paper Series. Paper # 13. Center for the study of Economy and Society. Department of Sociology. Cornell University. (mimeo)
- Winter, Sydney (1996) “Coase, la competencia y la corporación”, en Oliver Williamson y Sidney G. Winter (Compiladores) (1996) *La naturaleza de la empresa: Orígenes, evolución y desarrollo*, México, D.F., Fondo de Cultura Económica. Primera Edición en Español, 1996
- Zhu, Qinghua, Joseph Sarkis y Kee-hung Lai (2007) Green supply chain management: pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 15:1041-1052
- Ziegler, Andreas y Jazmin Seijas Nogareda (2009) Environmental management system and technological environmental innovations: Exploring the casual relationship. *Research Policy*, 38, 885-983