



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Unidad Xochimilco

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
MAESTRÍA EN ECONOMÍA Y GESTIÓN DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

***Tecnología, Innovación y Medio Ambiente:
el caso de una empresa química mexicana***

TESIS

Que para obtener el grado de:
**MAESTRO EN ECONOMÍA Y GESTIÓN DEL CAMBIO
TECNOLÓGICO**
Presenta:

I. Q. FERNANDO JAVIER DÍAZ LÓPEZ

ASESOR: DR. DANIEL H. VILLAVICENCIO C.

México, D.F. Agosto de 2002.

La presente Tesis de Grado fue desarrollada como Estudio de Caso
en el marco de la investigación:

Villavicencio, D. et. al. *Estrategias de Innovación en la Industria
Química Mexicana: estudio longitudinal de una muestra de
empresas 2001-2003*

UAM-CONACYT(proyecto #37896-S)

AGRADECIMIENTOS.

El autor desea expresar su agradecimiento de manera especial al Dr. Daniel Villavicencio, quien con su atinada dirección, consejos y paciencia contribuyó de manera vital para poder desarrollar este primer ejercicio profesional y que derivó en una gran amistad.

A los *Ingenieros Jesús Vargas, Francisco Mc-Swiney, Carlos Delfín y José Luna* por la confianza depositada y el apoyo para realizar un estudio de la empresa *Nhumo*. Lo cual reafirma su compromiso con la comunidad como una empresa responsable social y ambientalmente, dispuesta a recibir un punto de vista quizás diferente al usual sobre su organización, y que empató ambos intereses.

A la *Ingeniera Margarita Ferat* de la Gerencia de Control Ambiental y Seguridad de GIRSA, quien fue la primera persona que brindó su voto de confianza a este proyecto de parte de la industria. Deseo hacer una mención especial al *Ing. Alejandro Lorea* de la ANIQ y al *Dr. Leonardo Ríos* del CyD por facilitar el vínculo con sus socios y amigos que permitió desarrollar un proyecto real encaminado a entender las relaciones entre la innovación tecnológica y el medio ambiente.

Mi respeto, admiración y agradecimiento al cuerpo de maestros de la Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico de la UAM-X, mi nueva Alma Mater, en especial a los *Doctores Alexandre O Veracruz, Gabriela Dutrénit y Arturo Lara*, y a los Maestros *Enrique Medellín, Sergio del Valle y Antonio Esteva* por influir tan significativamente en la definición de una investigación de este tipo. Al *Dr. David Barkin* quien sin conocerme depositó su confianza en los proyectos emprendidos por este joven investigador, y por supuesto al *Mtro. Carlos Barrera* de la UAEM quien me motivó a iniciar la aventura del postgrado.

Finalmente deseo agradecer a mis amigos, compañeros de la maestría con quienes compartí esta etapa de nuestra vida...*José Luis, Eleazar, Alma, Rafa, Lalo, Héctor, Brenda, Meche, Alina, Edgar, Salvador, Enrique*, gracias de parte del niño verde...

Deseo dedicar estos años de esfuerzo....

*A mis Padres....Fernando e Irma, por darme la vida
y permitirme llegar hasta esta etapa
para nuevamente apoyarme al parir...*

*A mis hermanas, Azu, Coy e Itzel por su paciencia
y amor incondicional en todos estos años que he
decidido seguir con mis sueños...*

*A José Luis y David...mis nuevos hermanos que hacen feliz a mis
hermanas y con ello se han ganado mi cariño y respeto...*

*A Alan, Edgar y Ma. Fernanda...esos pequeños angelitos
que han cambiando mi vida... y hábitos de estudio.*

*A Fernanda...por el amor y cariño, cuidados y desvelos,
por haberme motivado a continuar en el otro lado
del mundo...aunque ello signifique estar lejos.*

*Al Clan Cameron...por esos años tan llenos de vida
de reto y servicio...a mis amigos de Tolulandia y
de la Ciudad de la Esperanza...*

en especial a todos los ángeles que han aparecido en mi vida....

y mi profundo respeto a Dios...

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPITULO 1. APRENDIZAJE TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN EN LAS FIRMAS	
1.1 El papel del aprendizaje tecnológico en la firma.....	1
1.1.1 Algunas Definiciones básicas.....	1
1.1.2 Los tipos de conocimiento que coexisten en la empresa.....	7
1.1.3 Los niveles de aprendizaje en la Firma.....	8
1.1.4 El aprendizaje y las estructuras productivas.....	8
1.1.5 Las Actividades de Aprendizaje en la Firma.....	11
1.1.6 Aprendizaje Tecnológico en la Industria Química Mexicana.....	14
1.2. Construcción de capacidades tecnológicas.....	26
1.3 El papel de la innovación tecnológica.....	33
1.4 Modelando una empresa Eco-innovadora.....	39
1.4.1 La construcción de Empresas Innovadoras.....	40
1.4.2 Las Alianzas Estratégicas Tecnológicas y la Construcción de Capacidades.....	47
 CAPITULO 2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA QUÍMICA MEXICANA	
2.1 La industria química en México.....	50
2.1.1 Antecedentes históricos de la IQM.....	50
2.1.2 La evolución de la Industria Química en México.....	52
2.2 Algunos antecedentes históricos.....	56
2.3 Desempeño ambiental en la industria Mexicana.....	59
2.4 Eco-innovación en las firmas y la industria, una alternativa tecnológica.....	61
2.4.1 Algunos Conceptos Básicos.....	61
2.4.2 Los patrones de adopción de las Eco-innovaciones.....	68
2.5 Aprendizaje ambiental en la Industria.....	72
2.5.1 Los factores de establecimiento de los procesos.....	73
2.5.2 Los principios directores de las empresas.....	75
2.5.3 La estrategia ambiental de la empresa.....	75
2.5.4 La puesta en marcha de un sistema de gestión ambiental.....	75
2.5.5 Comunicación y colaboración.....	76
2.6 Alternativas actuales a la integración de la variable ambiental en los procesos de la industria química hacia la eco-innovación y el aprendizaje ambiental.....	77
2.6.1 El programa de Responsabilidad Integral.....	77
2.6.2 Los esquemas voluntarios de Auditorías Ambientales y Sistemas de Gestión.....	78

2.6.3 El diseño para el Medio Ambiente o Eco-diseño.....	82
2.6.4 La Química Verde.....	82
2.6.5 La Ingeniería Verde.....	82
2.6.6 La Producción más Limpia.....	83
 CAPITULO 3. TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y MEDIO AMBIENTE EN NHUMO	
3.1 Descripción de la empresa.....	84
3.1.1 Antecedentes de Desc.....	84
3.1.2 Perfil del Grupo.....	85
3.1.3 El sector químico de Desc: GIRSA.....	86
3.2 El grupo de polímeros y especialidades de Desc: el caso de Nhumo.....	88
3.3 Descripción del producto.....	91
3.3.1 Características Generales del Negro de Humo.....	91
3.3.2 Principales Productos y Mercados de Nhumo.....	93
3.4 Descripción del proceso.....	96
3.5 Estructura Organizacional de la Empresa.....	100
3.6 Aprendizaje Tecnológico-Ambiental en Nhumo.....	102
3.6.1 Eco-innovación y eco-eficiencia en Nhumo.....	107
3.6.1.1 La Introducción de la Variable Ambiental.....	108
3.6.1.2 Proyectos Eco-eficientes en Nhumo.....	110
3.6.1.3 Beneficios de la Eco-eficiencia.....	113
3.6.2 La Construcción de Capacidades Tecnológicas y Administración del Conocimiento en Nhumo.....	115
3.6.2.1 Uso de la Información Tecnológica en Nhumo.....	115
3.6.2.2 Administración del Conocimiento.....	117
3.6.2.3 Cambios Organizacionales.....	117
3.6.2.4 Construcción de Capacidades en Nhumo.....	120
3.6.3 La Administración de Tecnología en Nhumo.....	123
3.6.4 Recomendaciones a la empresa.....	127
 CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES	132
 LITERATURA CITADA Y COMPLEMENTARIA.....	139
ANEXOS.....	A1
GLOSARIO.....	G1

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS.

Tabla 1.1.5 Actividades de Aprendizaje Tecnológico Comunes para la Industria Química.....	22
Tabla. 1.2 Matriz de capacidades tecnológicas.....	30
Tabla 1.3.1 Modelo lineal de Innovación Tecnológica.....	38
Tabla 1.3.2 Proceso de Innovación Tecnológica.....	39
Tabla 1.4.1 El cambio de paradigma empresarial.....	42
Tabla. 1.4.2 Clasificación de Empresas de acuerdo a su estrategia tecnológica.....	44
Tabla 2.1.1 Paradigmas Tecnológicos en la Industria Química.....	51
Tabla 2.1.2 Producto interno Bruto. Tasas de crecimiento. División de Químicas, Derivados de Petróleo.....	54
Tabla 2.4.1. Instrumentos de política ambiental y tipos de respuesta tecnológica.....	62
Tabla 3.1.1 Elementos clave de la misión de DESC.....	86
Tabla 3.1.2 Grupos de negocio de DESC.....	86
Tabla. 3.3.2 Comparación entre negros de humo grado hulero producidos bajo (clasificados ASTM) por diversas firmas a nivel mundial.....	94
Tabla. 3.3.3 Principales productos de Nhumo.....	95
Tabla. 3.6.1 Variables de eco-eficiencia declarados por Nhumo.....	107
Tabla 3.6.1.2 Tipos de mejoras, habilidades requeridas e impacto en Nhumo.....	114
Tabla 3.6.2.1 Herramientas existentes en la empresa para analizar la información.....	116
Tabla 3.6.2.4 Elementos presentes en Nhumo asociados con las capacidades tecnológicas.....	121
Tabla. 3.6.2.5 Perfil de capacidades tecnológicas de la empresa.....	123
Tabla 3.6.5 Herramientas actuales y necesarias para administración del conocimiento en Nhumo.....	127
Tabla 3.6.4 Estrategia Tecnológica Posible para Nhumo.....	128
Tabla 3.6.6 Análisis de Fortalezas y Debilidades (FODA) para Nhumo.....	129

FIGURAS.

Figura 1.2.1 Interrelación entre los diversos componentes que motivan el aprendizaje tecnológico en la empresa.....	25
Figura 1.3.1. Los equipos en la interfase cliente- empresa para la innovación.....	37
Figura 2.4.1. Las tres seguridades de la eco-eficiencia.....	64
Figura 2.4.2. Ciclo de vida de la tecnología típico para un proceso dado.....	69
Figura 2.4.3. Patrones de Adopción de las tecnologías y eco- innovaciones.....	70
Figura 2.4.4. La Curva S. Eco- Innovación y Adopción.....	71
Figura 2.5.1 Modelo de aprendizaje ambiental en Empresas Suizas.....	73
Figura 3.3.2 Espectro ilustrativo de grados de negro de humo según tamaño de partícula.....	95
Figura 3.4.1 Proceso Simplificado de Refinación de Petróleo.....	97
Figura 3.4.2 Proceso de fabricación de negro de humo de horno.....	98
Figura 3.6.2.2 Modelo de administración del conocimiento de Nhumo.....	118
Figura 3.6.3 Ciclo de vida de la tecnología de negro de humo y curvas de aprendizaje asociadas.....	124
Figura 3.6.4 Modelo de aprendizaje ambiental para Nhumo.....	128
Figura 3.6.5 . Modelo de aprendizaje tecnológico para Nhumo.....	129

INTRODUCCIÓN.

La historia de la industria química en el mundo es especial, pues a pesar de que cimentó sus bases científicas con anterioridad a la Revolución Industrial en Inglaterra, tomó una forma como la conocemos actualmente solamente a comienzos del siglo XIX con el establecimiento de procesos de fabricación a gran escala de productos de bajo valor agregado, y con el paso de los años llegó a convertirse en un sector basado en la ciencia y que ha llegado a un grado de madurez que le permite desarrollar una dinámica innovativa particular.

Desde la década de los 70's, la problemática ambiental generada por la degradación del entorno después de poco menos de 250 años de desarrollo industrial se había agravado y motivado el surgimiento de una nueva visión de la conciencia “ecológica” y de “preservación del ambiente” en la población de los países desarrollados, con el objeto de favorecer una nueva sociedad consciente de la problemática y generadora de soluciones, aunque este proceso no se ha logrado del todo.

Pero fue durante la época de los 80's, que el mundo se había dado cuenta de que la globalización de los mercados era un efecto real y tangible, y que los mercados “viejos” se habían sobresaturado de competidores, y el dilema entonces radicaba en encontrar nuevos mercados de forma que las compañías deberían aprender a operar como si el mundo fuera un solo y gran mercado, ignorando diferencias superficiales regionales y nacionales. Así se gestaron diversas interpretaciones de lo que debería hacer una firma para asegurar el buen éxito de su negocio, y el papel que los diferentes actores, tal como la tecnología, tendrían en dicho juego.

Por su parte, mientras el mundo comenzaba a “*pensar globalmente y actuar localmente*”, en países como Suecia y Estados se generaron cambios importantes en la legislación en materia ambiental aunado al desarrollo y fortalecimiento de otras disciplinas como la Ingeniería Ambiental que llevó a mejoras técnicas en los procesos y productos, así como la Economía y Contabilidad Ambiental, quienes por su parte coadyuvaron a cambios

organizacionales en las empresas, al comenzar a incluir el rubro de gastos por concepto de “costos ambientales”-.

Por otro lado, algunas firmas de la industria química han integrado a su memoria colectiva y organizacional que todas las tecnologías siguen un patrón determinado - experimentación rápida y variedad de diseños, adopción, madurez y salida- y también, que en la búsqueda por generar demanda tienen la oportunidad de notar cuando se presentan nuevos entornos y es necesario reconvertirse a nuevas *trayectorias tecnológicas*, pudiendo tomar la forma de eco-innovaciones, antes de sean sustituidos en el corto y largo plazo y su permanencia en el mercado se vea amenazada.

Pero la realidad de la industria química nacional evidenciada por estudios recientes que tratan de entender cómo llevan a cabo el aprendizaje tecnológico y la innovación mientras que a su vez llevan a cabo sus funciones productivas de manera tradicional. En un entorno de industria madura y con un papel principalmente de producción en escala, la industria química mexicana ha sido catalogada como imitadora y reactiva ante las condiciones tecnológicas del exterior, y a pesar de suscitar convenios con tecnólogos que busquen aminorar esta situación, genera dependencia e inhibición de generación de capacidades, experiencia y conocimiento requeridas para poder reconvertirse efectivamente a los nuevos paradigmas de la química y que suponen una integración entre las variables *económica-tecnológica y ambiental*.

En una economía global especializada de rápido movimiento y cambio, el apoyo de tecnologías específicas, sectores o firmas puede resultar especialmente productivo para los países. Siendo los *procesos de adquisición de conocimiento* una variable fundamental en dicha dinámica de manera que su adquisición o desarrollo depende en gran medida de cómo la firma articula e interrelaciona los saberes de cada uno de sus actores, y como el aprendizaje individual es un fenómeno social, lo que un individuo aprende depende en gran medida de la base de conocimiento existente de la organización creándose una interrelación que puede ser virtuosa.

Las oportunidades centrales dadas por una *discontinuidad tecnológica* y factores de mercado en la industria química no siempre pueden ser fácilmente usados para mover el valor de sus procesos a la sostenibilidad y la innovación en materia ambiental, posiblemente debido a numerosas razones y barreras. Y pareciera que no existe aún suficiente evidencia empírica para demostrar que las firmas se encuentran motivadas a acumular *aprendizaje tecnológico y ambiental* con el fin de formular capacidades tecnológicas y estar preparado para innovar mediante la formulación de una estrategia integral que comprenda las variables *organizacionales, productivas, de I+D, de negocios de aprendizaje, la tecnología y el medio ambiente*. Lo anterior debido quizás a la presencia de costos hundidos y otras variables no evidentes en las primeras etapas del proceso innovativo que impactan la cultura de la firma involucrando un cambio técnico y organizacional.

A pesar de la emergencia de la nueva economía del conocimiento y la innovación, parece ser que en entornos de países en desarrollo, y más a nivel micro en industrias con recursos limitados, que la construcción de procesos de aprendizaje y capacidades tecnológicas se dificultan un poco más en el sentido de la presente dificultad de ver a la innovación tecnológica y su difusión como un instrumento empresarial para disminuir la presión de los sistemas económicos sobre los ambientales.

Surge en años recientes en Europa toda una nueva filosofía en torno a la eco- innovación y desarrollo sostenible como generadores de valor, al sugerir en primer lugar que el mundo se encuentra creciendo, en términos poblacionales de manera exponencial, y por tanto seguirá existiendo la posibilidad de generar los mercados. En segundo lugar, las presiones “ambientales” y los gustos de los consumidores deberán cambiar debido a la misma naturaleza de las actividades humanas, es decir el gusto por lo “natural” y lo “verde”; finalmente la forma de creación de valor en la empresa deberá cambiar también, pues la relación proveedor usuario será más estrecha, y los consumidores preferirían productos, procesos y servicios más “amigables” al ambiente.

Históricamente, la presión social y las regulaciones ambientales del Estado, han derivado en una operación más cautelosa de la industria química y sus ramas afines en el sentido de emplear herramientas de gestión de la calidad y el medio ambiente así como procesos “limpios” y “responsables” con el entorno.

Debido a dichas influencias de los factores externos, es que las grandes firmas de la industria química misma han desarrollado y asimilado diversos mecanismos de protección ambiental, y conductas o políticas de responsabilidad hacia el medio ambiente. En ocasiones debido también a la cultura misma de la empresa y su alto sentido de responsabilidad con el medio ambiente y la sociedad. En otras, debido a que han encontrado que invertir en conceptos como *ecoeficiencia* genera valor para la empresa y promueve una dinámica de eficiencia productiva y mejora continua.

De forma que la conjugación de los valores empresariales y sociales podrían dirigir sus esfuerzos a crear o establecer un “nuevo valor” de los productos, y procesos de la industria química nacional. Entonces ese nuevo valor podría favorecer la introducción de la discontinuidad tecnológica necesaria para iniciar el nuevo *ciclo tecnológico eco-innovador* que pretendemos ejemplificar para el estudio de caso en la Empresa Nhumo, siendo la suma de los aspectos anteriores el principal motivo por el que consideramos pertinente el realizar esta investigación.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.

Las preguntas básicas del planteamiento de la presente tesis *se relacionan con la cuestión del aprendizaje “ambiental” y el patrón de comportamiento innovativo de una empresa química mexicana como Nhumo*. De forma tal, que sus procesos y productos sean administrados a la generación de aprendizaje tecnológico ambiental, y que esto a su vez se derive en innovaciones que integran la variable ambiental y cuyo posicionamiento en el mercado se deba en alguna medida a que se trata de una empresa responsable social y ambientalmente.

Las preguntas de investigación son:

1. *¿Cuáles son los procesos de aprendizaje que permiten a una empresa química mexicana, como Nhumo, integrar la variable ambiental a los procesos, productos y servicios ambientales para la formulación y desarrollo de su estrategia?*
2. *¿Cómo se puede integrar la variable ambiental a las diferentes variables tecnológicas en una empresa química mexicana como Nhumo, y su caso, como se da esta interrelación?*
3. *¿Qué tipo de dinámica eco-innovativa y eco-eficiente existe en una empresa química mexicana como Nhumo y que le generan oportunidades de negocio?*

La dinámica innovativa en este sector (principalmente innovaciones incrementales), nos sugiere la idea de poder plantear algunas repuestas tentativas a las preguntas anteriores. De forma tal, que pudieran existir algunos factores que podrían motivar a la firma a diseñar una estrategia de gestión del ambiente, eco-innovación y eco-eficiencia en una empresa química mexicana como el caso de Nhumo.

De alguna forma, la realidad de la industria nacional y del entorno (llámese políticas, instituciones, cámaras industriales y las empresas mismas) nos indica que existe un gran desconocimiento de los procesos de aprendizaje como fuente de conocimiento, y que esto se pudiera significar en un rasgo de competitividad. Y lo que es más, pareciera no haber interés por su desarrollo e integración en el total de la industria dado el gran desconocimiento del papel que deberían jugar todos los agentes involucrados.

Pocas son las empresas que promueven la generación del conocimiento, entendida también como la promoción de la investigación y desarrollo, pues el cambio técnico necesario para el proceso de innovación es también aquél que es nuevo para la empresa y no necesariamente nuevo para el mercado. De esta forma la empresa pudiera generar sus propias capacidades y reformular poco a poco su estrategia y convertirse en un líder o seguidor principal que le permita posicionarse de manera más importante en el mercado y obtener los beneficios en costos y generación de valor y competitividad.

ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN.

Para el desarrollo de la presente investigación, se eligió un diseño de investigación de estudio de caso, con el fin de obtener la evidencia empírica necesaria para poder contestar las preguntas de investigación inicialmente planteadas. En este sentido, la unidad de análisis es la firma, Nhumo, que fue objeto de un estudio de caso individual.

Debido a las ventajas de un diseño de estudio de caso de este tipo de investigación, proporciona de alguna manera un compendio de evidencia empírica del objeto de estudio, que con la debida precaución y tratamiento, puede servir como fundamento para tratar de explicar el fenómeno en su totalidad; en un sentido de una replicación lógica y más fácilmente analizable con el fin de construir evidencia empírica válida y entonces realizar inferencias a la realidad. Por tanto, los componentes de este estudio de caso fueron:

- Preguntas de investigación
- Propositiones o respuestas tentativas
- Unidad de análisis
- Vinculación lógica entre los datos y las proposiciones (construcción y validación de indicadores)
- Criterios para interpretar los resultados y realizar inferencias empíricas

La información de la empresa fue obtenida del periodo de estancia de investigación (análisis de información, entrevistas y estancia en planta) en la empresa Nhumo en el periodo comprendido del 25 de Junio al 11 de Julio de 2002.

La construcción de *indicadores*, presume la definición de *variables de estudio* fundamentales. Para el propósito de este estudio, se definieron una serie de indicadores relacionados con cuatro variables para la construcción de un modelo previo: *organización, proceso productivo, aprendizaje tecnológico y tecnología (cambio tecnológico e innovación)*; las cuales se pueden ver en los anexos del presente trabajo.

Durante la etapa previa al desarrollo del trabajo de campo los objetivos de la investigación incluyeron:

- Definir insumos conceptuales como organización productiva, eco-innovación, eco-eficiencia, desempeño ambiental, responsabilidad ambiental, evaluación y análisis ambiental, dinámica innovativa (proceso de innovación), aprendizaje tecnológico (procesos y tipos de aprendizaje), tipos de conocimiento, construcción de capacidades, capacidad de absorción, mejora continua, mejores prácticas, responsabilidad integral, etc.
- Identificar la empresa para estudio de caso y elaborar guías de entrevistas, así como un modelo para la gestión del ambiente en la empresa, etc.
- Identificar teorías o enfoques que abordan la economía de la innovación.
- Estudiar el proceso productivo (jerarquía, comunicación, complejidad tecnológica, desempeño ambiental, etc).
- Elaborar una serie de indicadores que nos permitan identificar las variables deseadas en pro del aprendizaje tecnológico, eco-innovación y eco-eficiencia.
- Elaborar una propuesta metodológica para que una empresa química mexicana pueda generar aprendizaje ambiental, integre la variable ambiental, produzca eco-eficientemente, eco-innove, y lo haga patente en su cultura organizacional, estrategia tecnológica y de negocios.

El proceso de búsqueda de una empresa que facilitara la realización de un estudio de caso no fue tarea fácil, y mediante algunos primeros acercamientos al Grupo Industrias Resistol a través de su Centro de Investigación y Desarrollo se iniciaron los contactos primero con algunas empresas del grupo consideradas como “candidatas”, esfuerzos no del todo inútiles. Fue a través de la Asociación Nacional de la Industria Química y su Gerencia de Medio Ambiente que se dio el contacto con su homólogo del Corporativo de GIRSA, quien a su vez motivó a la empresa Nhumo para realizar un estudio de el porqué no capitalizaban sus innovaciones en materia de medio ambiente, seguridad e higiene cuando se trataba de una empresa con altos índices de desempeño ambiental.

Fue en el proceso de negociación con Nhumo cuando surgió la necesidad de ampliar el espectro de la investigación y modificar el trabajo de campo al tema de la administración de la tecnología y la administración del conocimiento, pues la empresa ha empezado a dirigir esfuerzos en este sentido y pretendía obtener un diagnóstico externo en estos aspectos y se deseaba empatar los objetivos de la investigación con los proyectos estratégicos en este rubro de la empresa.

Fue así que se generó un acuerdo con la empresa de *generar un modelo de gestión de innovación tecnológica* en medio ambiente; *identificar los procesos de aprendizaje tecnológico* que le permiten integrar la variable ambiental en las variables tecnológicas para la formulación de una estrategia; realizar un *diagnóstico de las innovaciones tecnológicas* (de la historia y el estado actual) y detectar áreas de oportunidad para sistematizar su generación futura en base a un análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA) y finalmente, ayudar a encontrar un posible mecanismo para asimilar la tecnología recibida de parte de su tecnólogo

CONTENIDO.

De manera general la temática de este trabajo incluye un primer apartado conceptual en temas de aprendizaje tecnológico e innovación en las firmas, en donde se aborda un enfoque de aprendizaje tecnológico como un proceso acumulativo, en donde el estudio de la organización productiva es importante para entender la coexistencia de los tipos de conocimiento y los niveles de aprendizaje, así como su relación con las estructuras productivas y que de su interacción con los actores permiten traducirse en un proceso de creación de conocimiento, es decir de aprendizaje que se puede mover a un nivel superior connotado por la construcción de capacidades productivas, tecnológicas y organizacionales y posiblemente en innovación. Se analiza también el aprendizaje tecnológico en la industria química.

Este mismo apartado trata los temas de innovación y su papel en la firma, de manera que se pueda situar a la empresa en un medio que favorezca la innovación y la ayude a convertirse en una empresa innovadora. Por ello, también se analiza la necesidad de un cambio en el

paradigma empresarial tradicional de la industria (química) y la definición de una estrategia tecnológica que le permita conseguirlo tomando siempre en cuenta la naturaleza del sector y el tipo de empresa, pues esta condición puede modificar patrones de comportamiento innovativo. Finalmente se trata el tema de la I+D como un proceso integral entre las diferentes funciones de la compañía y promotor de la capacidad de absorción necesaria para favorecer el aprendizaje tecnológico en un entorno de empresas químicas que cuentan con socios tecnológicos buscando con ello, una alianza que le beneficie en la administración de su tecnología.

El segundo capítulo incluye los temas relacionados más directamente a la Industria Química en México y el medio ambiente. Por ello se aborda la naturaleza del sector y se ubica al producto de la empresa en estudio, pues con ello se pueden obtener puntos de referencia importantes para entender sus estrategias ambientales. Este apartado contiene también algunos antecedentes a la visión del medio ambiente y las firmas en el contexto de su desempeño y las herramientas que actualmente existen para coadyuvar a su desarrollo. Finalmente se abordan el tema de la ecoinnovación y el aprendizaje ambiental con un modelo que sirve de base para conocer los procesos que confluyen para este fin, así como un breve análisis de algunas herramientas y programas que pudieran favorecer los procesos de generación de aprendizaje ambiental en las empresas, y con ello capacidades.

El capítulo siguiente corresponde al estudio de caso en la empresa Nhumo que inicia describiendo el grupo industrial al que pertenece y que de alguna forma influye en su toma de decisiones. Posteriormente se analiza a la empresa, empezando por la descripción de su producto, proceso productivo y la organización misma para en un siguiente apartado abordar el tema del aprendizaje tecnológico ambiental en Nhumo, en donde se inicia ya el análisis y los cuestionamientos del trabajo de campo y la evidencia encontrada para posteriormente realizar algunas inferencias y poder contestar las preguntas de investigación planteadas para ese fin analizando los proyectos de ecoeficiencia y los posibles beneficios que dejó en la organización. Finalmente se trata el tema de la construcción de capacidades de la empresa, la administración del conocimiento y su tecnología, así como las

recomendaciones derivadas del diagnóstico descrito en el apartado de estrategias de investigación.

El último capítulo corresponde a las conclusiones derivadas del estudio de caso y su análisis con relación al marco teórico establecido para este trabajo. De manera que los principales hallazgos de esta investigación en materia de la relación entre la tecnología, innovación y medio ambiente son específicos para este estudio de caso en particular, y que el realizar inferencias a otras empresas de la misma industria química debe suponer el cuidado y atención de tomar en cuenta las condiciones particulares del sector, industria y empresa que dictan un patrón que influye en la manera de ser de Nhumo. Por ello, el último apartado en efecto obtiene conclusiones relevantes para el estudio de caso, pero a su vez levanta nuevas preguntas cuya respuesta sería objeto de investigaciones posteriores.

CAPITULO 1. APRENDIZAJE TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN EN LAS FIRMAS

El propósito del presente capítulo es el de establecer el marco de referencia para el tema de tecnología e innovación desde el punto de vista de la economía de la innovación y su enfoque evolutivo. En este sentido, es importante para el desarrollo del presente trabajo de investigación el poder establecer las bases conceptuales y teóricas que nos permitirán mas adelante, durante el capítulo correspondiente al estudio de caso, realizar inferencias con la realidad de las empresas químicas mexicanas en esta materia, con base en la evidencia empírica encontrada para el caso de la empresa en estudio. Por lo tanto, los conceptos relacionados al aprendizaje tecnológico seguidos de los temas relacionados a la construcción de capacidades tecnológicas, nos permitirán establecer los “parámetros de medición” para la empresa en estudio: Nhumo.

Aunado a lo anterior, la visión Shumpeteriana de la innovación y la definición actual de una empresa innovadora, nos aportan elementos de soporte al análisis realizado en apartados posteriores en relación con las condiciones necesarias para que una empresa química mexicana como Nhumo pueda integrar a sus diversas variables tecnológicas variables como la de medio ambiente, que es el caso presente, aunado a los diversos motivantes que pudiera tener o desarrollar para eco-innovar y por ende, generar condiciones que le permitan tener la habilidad para sobrevivir, adaptarse y competir en mercados cambiantes.

1.1 EL PAPEL DEL APRENDIZAJE TECNOLÓGICO EN LA FIRMA.

1.1.1 Algunas Definiciones Básicas.

La *tecnología* puede ser entendida como el conocimiento organizado y formalizado de diferentes técnicas, o el conjunto de conocimientos que pueden servir para la producción de bienes y la creación de bienes nuevos. Estos conocimientos pueden entonces ser incorporados en las fábricas, máquinas o bien transcritos en documentos que pueden ser utilizados por los diferentes actores de la producción (Perrín, 1983 citado en Villavicencio, 1993).

Por su parte, el *aprendizaje tecnológico* es definido por diversos autores como el proceso a través del cual las firmas crean conocimiento y adquieren capacidades tecnológicas (Bell, 1984; Villavicencio, 1993; Arvanitis y Villavicencio, 1994; Dutrénit, 2001). Este tipo de literatura parte de la idea de que las empresas son inmaduras, aprenden a lo largo del tiempo, acumulan conocimiento y, sobre estas bases son capaces de llevar a cabo progresivamente nuevas actividades y adquirir nuevas capacidades tecnológicas (Dutrénit y Veracruz, 2001), y en algunos casos, los procesos de innovación, dado su carácter acumulativo, resultan impredecibles y por tanto pueden tomar diversos rumbos. Estos *procesos de síntesis acumulativa*, como en la noción de Usher (Ruttan, 1959) que permiten el nacimiento de “cosas nuevas” (y la modificación de los esfuerzos de innovación, por ejemplo, o bien la modificación de los esfuerzos de aprendizaje) dirigiendo en alguna medida su rumbo y afectando su velocidad. Por ello, el tema del aprendizaje tecnológico como un proceso de creación de conocimiento, y con ello, la noción de crear algo “nuevo” con los mismos insumos, permite establecer en alguna medida un patrón de referencia cercano y un punto de partida para abordar el problema de estudio.

Para autores de la teoría de la economía evolutiva, como Lundvall (1992), asumen que el recurso mas fundamental de la economía moderna es el *conocimiento*, y por tanto, el proceso más importante es el *aprendizaje*. Además se asume también que el aprendizaje es predominantemente un proceso interactivo, y por tanto asimilado socialmente y que no puede ser entendido sin tomar en cuenta su contexto institucional y social. Finalmente, reconoce que el rol tradicional del Estado en el soporte del proceso de aprendizaje es de alguna forma confrontado por los procesos de globalización e internacionalización. Justo en este punto de análisis de las roles de los actores nos permitiría integrar las condiciones externas en el estudio de caso de Nhumo y entender como se dan estas interacciones intrafirma y al exterior de la misma, pues justamente los factores externos han modificado la trayectoria eco-innovativa de la empresa y dirigir algunos esfuerzos hacia la administración de su conocimiento y la administración de su tecnología.

El tema del aprendizaje, como depositario de las capacidades tecnológicas en las firmas pareciera tener una base en problemas relacionados en la información, como se vio

anteriormente y en particular por los trabajos de Fransmann (1994), quien establece justamente esta dimensión de ver a las firmas (depositarias de conocimiento) como una reacción a problemas de información. En este mismo sentido, Fransmann parte de la definición de *información* (punto no agotado claramente por Bell, para quien si consideraba los flujos de información, pero sin considerar específicamente que su asimetría puede modificar los patrones de adquisición y flujo del conocimiento), como aquellos datos relacionados a los estados del mundo y que están disponibles y sujetos de ser utilizados. Aquí el autor incluye una dimensión de información relevante e información procesada, y el oportunismo como ese elemento que motiva a los agentes a proporcionar información asimétrica y obtener algún beneficio de ello, relacionado con el concepto de costos de transacción de Coase y de los procesos de interiorización del conocimiento (espiral del conocimiento) de Nonaka y Takeuchi (1995) quienes desarrollan un modelo de creación de conocimiento organizacional que relaciona el conocimiento tácito y explícito con conocimiento individual y organizacional.

En este apartado vale la pena preguntarse si problemas relacionados con el uso de la información pudieran afectar y en que medida, a una empresa química mexicana en sus procesos de aprendizaje y de creación del conocimiento, pues es importante diferenciar entre la noción de datos, información y conocimiento al interior de la firma.

Justo en la noción de los procesos de interiorización del conocimiento, Nonaka y Takeuchi (1995) utilizan la noción de *espiral del conocimiento*, para explicar el proceso de creación de conocimientos al nivel individual, grupal y de la organización productiva en su conjunto. La espiral comprende cuatro modos de interacción de los conocimientos tácitos y codificados. En primera instancia, la difusión de los saberes tácitos en el seno de los talleres y que denominan “socialización”. Seguido de la “externalización” que constituye la manera de codificarlos o explicitarlos. Posteriormente la “combinación”, que es el proceso por el cual se reconstituyen y sistematizan los conocimientos explícitos en el seno de la empresa, tomando en cuenta los que ya posee de manera codificada; y finalmente la “internalización que consiste en difundir y reintegrar el conjunto de conocimientos codificados en las prácticas y habilidades individuales y colectivas del personal. Se crean así nuevos

conocimientos tácitos. Este movimiento continuo y sostenido representa un proceso de aprendizaje y de *creación organizacional de conocimientos*, es decir de innovación en el sentido definido hasta este momento.

Como será abordado en el apartado metodológico, la empresa Nhumo ha declarado realizar actividades encaminadas a interiorizar el conocimiento explicado por la noción de esta espiral, pero como se hará notar, podría ser tan sólo una visión parcial del fenómeno que pudiera a largo plazo concretarse para la empresa, ya que podrían existir algunos factores que inhiben la consecución exitosa de estos procesos y que generen innovaciones.

Para complementar la observación anterior, conviene ahora señalar el tema de la *capacidad de absorción* enunciado por Cohen y Levinthal (1990) quienes argumentan que las habilidades para explotar el conocimiento externo son un componente crítico del aprendizaje y las capacidades innovativas; y que dichas habilidades está en función del nivel de conocimiento preexistente, puesto que éste último le proporciona a la firma la habilidad para reconocer el valor de nueva información, assimilarla y aplicarla con fines comerciales.

Estas habilidades de manera colectiva constituyen la llamada *capacidad de absorción* de la firma. En resumen, podemos decir con base a los autores, que las capacidades de aprendizaje involucran en cierta medida desarrollo de la capacidad para asimilar la base de conocimiento existente, mientras que las habilidades para resolver problemas representan una capacidad para crear nuevo conocimiento, y éste a su vez se puede traducir en aprendizaje. Para dichos autores, la noción simple de que el conocimiento previo es la fuente principal de la capacidad de absorción tiene importantes implicaciones para el desarrollo de dicha capacidad a lo largo del tiempo, y por ende en el desempeño innovativo de las organizaciones.

En otras palabras, según estos autores la capacidad de absorción acumulada en un periodo en una firma le permitirá ser mas eficiente en un siguiente periodo, además de que para ese momento ya poseerá cierta “experiencia” que le permitirá vislumbrar y discernir entre las

diferentes oportunidades tecnológicas provenientes del entorno y las expectativas futuras que son específicas a cada caso y dependientes de la trayectoria que tomen.

Este efecto de capacidad de absorción sugieren los autores que, alternativamente, las empresas que cuentan con una capacidad de absorción moderada tenderán a ser reactivas en búsqueda de nuevas alternativas en respuesta a fallas en algún criterio de desempeño que no fueron definidos en términos del cambio tecnológico per se (por ejemplo, rentabilidad y posición en el mercado). Pero para desarrollar dicha capacidad de absorción, en general, es necesario contar con una fuente importante de generación de conocimiento entendida como promoción de Investigación y Desarrollo (I+D); puesto que las firmas son sensibles a las características del ambiente de aprendizaje en que operan, entonces los beneficios indirectos de la capacidad de absorción, dada su naturaleza intangible, dependen en algún grado en la inversión o cantidad de esfuerzos para desarrollar dicha variable.

De esta forma, al tener identificados los conceptos de capacidad de absorción de Cohen y Levinthal nos permitiría conocer el alguna medida si Nhumo aprovecha o no la ventaja de tener un socio tecnológico como Cabot Corp. quien es el líder mundial en la tecnología de fabricación de negro de humo en el mundo; en otras palabras, si el estar con el “mejor” le ha favorecido en algo en su capacidad de absorción de la tecnología, puesto que es un hecho que las actividades rutinarias y la experiencia productiva ha generado en el personal de la empresa una base de conocimiento existente, pero lo que no resulta claro es si ha aumentado su capacidad de absorber nueva información y lograr impactarla económicamente y conseguir los objetivos estratégicos de la misma, que podrían traducirse en aprendizaje tecnológico colectivo.

En este mismo sentido, Cohen y Levinthal enuncian un gran riesgo que corre una organización al no desarrollar una capacidad de absorción adecuada debido a la dependencia que pudiera generarle dicha condición (como pudiera ser en el caso de Nhumo el no desarrollar I+D, dado que cuenta con un socio tecnológico que le proporciona la información tecnológica que solicita y por tanto, deja de favorecer el fortalecimiento de su

capacidad de absorción) y deja de asimilar y explotar nueva información, a pesar de que pudiera tener un gran valor al mostrarle riesgos y oportunidades.

Este efecto de *bloqueo o lock out* puede tener dos razones principales: *primero*, si la firma no desarrolla su capacidad de absorción en un periodo temprano, entonces sus creencias acerca de las oportunidades tecnológicas presentes en su campo de conocimiento tenderán a no cambiar en el tiempo dado que la firma no se daría cuenta de su importancia y que podría modificar sus expectativas y le resultaría difícil dar marcha atrás. Y *segundo*, en este mismo sentido estos *patrones de inercia* que mencionaran Nelson y Winter (1982) pueden emerger como un factor central en el comportamiento de la firma en forma de una implicación del comportamiento racional del modelo donde la capacidad de absorción es acumulativa (al igual que en la noción de aprendizaje tecnológico dado el carácter de acumulatividad se tiene el de incertidumbre). De forma tal que el efecto de *lock-out* y la capacidad de reconversión entonces están íntimamente relacionados de manera tal que a falta de una capacidad real de absorber la información del entorno (e incluso la propia mediante la I+D) puede limitar la capacidad de reconvertir la empresa ante un cambio en el mercado o en la orientación del gusto de los consumidores hacia otros productos y no el de la empresa dada la emergencia de un nuevo paradigma tecnológico.

Finalmente, un punto que es necesario mencionar relacionado con el aprendizaje y la capacidad de absorción es el de “desaprendizaje” en el sentido expresado por Dogson(1993) que se basa en un análisis que hace de Clark y otros autores como Villavicencio (1993) y Leonard-Barton (1995) relacionado a la práctica de “olvidar” comportamientos pasados que resultan redundantes o no exitosos en el momento presente y estar preparados para “reconvertirse” mediante la utilización de aquellas capacidades que sí serán útiles en el nuevo entorno. En este caso, dado que son los individuos en una organización los que aprenden (a través de técnicas u métodos normalizados en la noción de rutinas) y de esta forma la organización también aprende colectivamente a través de otras técnicas expresadas en la elaboración de reglas organizacionales que les permite compartir y difundir el conocimiento, entonces el aprendizaje que hay dentro de la empresa (nuevas combinaciones de conocimiento) podrían responder a estímulos externos y tener la

capacidad de “olvidar” aquello que no sería útil en un nuevo entorno y “volver a aprender” aquello que le signifique un factor de supervivencia y adaptación a los ambientes cambiantes dados por nuevas combinaciones de tecnología y patrones innovativos . La noción anterior de “desaprender y reconvertirse” está relacionada con la de *rigideces centrales* de Leonard-Barton y será abordada con más detalle en el apartado correspondiente a la construcción de capacidades tecnológicas.

1.1.2 Los tipos de conocimiento que coexisten en la empresa

Diversos autores pueden identificar claramente los *tipos de conocimiento* que existen en una empresa como *codificados, tácitos y codificables*. Villavicencio y Salinas (2002) realizan un resumen interesante sobre los tipos de conocimiento existentes en una firma, de manera que definen a *los conocimientos codificados* están compuesto por el conjunto de leyes, principios y teorías que explican de manera sistematizada la realidad. Se encuentran “objetivados” en un soporte material (un libro, una máquina, un modelo) y disponibles a través de un lenguaje coherente y inteligible a las personas. Hacen mención que cuando el conocimiento es codificado se transforma en bien público y puede entonces transmitirse al mercado por aquellos que disponen de los códigos para interpretarlo, para apropiárselo y usarlo. Por su parte, a el *conocimiento tácito* lo definen como conocimientos prácticos, saberes adquiridos por cada individuo en vivencias previas a la vida laboral o durante la misma, pero también se adquieren en experiencias de intercambio con otros individuos en el contexto de la empresas, de suerte que tienen un referente tanto individual como colectivo. Mencionan también que el conocimiento tácito puede recaer en un individuo o en un grupo de individuos. El conocimiento tácito colectivo comprende las prácticas productivas individuales y las formas colectivas de regulación organizacional. Finalmente, los *conocimientos codificables* son traducidos como aquellos conocimientos que siendo tácitos originalmente, pueden ser codificados o “articulados”, es decir que pueden ser explicados y descritos, transferidos y almacenados.

Dichos autores plantean también la noción de la codificación del conocimiento a través de las normas ISO y los sistemas de aseguramiento de calidad (SAC) pues los procesos de implantación suponen la elaboración de manuales y procedimientos, y esta es una forma de

codificar el conocimiento individual de los trabajadores y formen parte de la memoria colectiva. Como veremos en el siguiente capítulo, los sistemas de gestión en la empresa pudieran tener un papel preponderante en los procesos de aprendizaje tecnológico ambiental al interior de la empresa.

1.1.3 Los niveles de aprendizaje en la Firma

El aprendizaje tecnológico tiene lugar a dos niveles principalmente: individual y organizacional. Aunque algunos autores como Nonaka y Takeuchi (1995) mencionan la existencia de un mayor número de *niveles de conocimiento* en el ámbito *individual, grupal, organizacional e interorganizacional*, y es la interrelación de las dimensiones (tácito, etc) con los niveles (grupal, etc.) la que provoca el surgimiento de la espiral del conocimiento descrita en el apartado anterior, de un nivel bajo a uno alto. Para autores como Simon (1996) el aprendizaje tiene lugar primero a nivel individual, dentro de las cabezas de los individuos; existiendo dos formas para que la organización aprenda: *uno*, por el aprendizaje de sus miembros, y *dos*, incorporando a miembros nuevos que tienen el conocimiento que la organización no tuvo previamente”. De esta forma, la definición del aprendizaje, y por lo tanto del conocimiento, es un asunto del individuo. Sin embargo, el aprendizaje individual es un fenómeno social, lo que un individuo aprende depende en gran medida de la base de conocimiento existente de la organización (quien es la que genera reglas organizacionales). Así, aunque el aprendizaje de la organización ocurre a través de los individuos, por lo que existe un consenso entre diversos autores de que el aprendizaje organizacional no es la suma del aprendizaje individual de los miembros de la firma (Villavicencio, 1995; Dutrénit, 2000).

1.1.4 El aprendizaje y las estructuras productivas

En relación al tema del conocimiento y las firmas, Lundvall (1992) considera que existe una relación importante entre el aprendizaje y las estructuras productivas. En este sentido, asume que el proceso de aprendizaje está en conexión con las actividades rutinarias en la producción, distribución y consumo, y produce una cantidad importante de insumos para el proceso de innovación. Las experiencias cotidianas de los trabajadores, ingenieros de producción y representantes de ventas influyen los programas de la empresa y

determinan la dirección de los esfuerzos innovativos, y son ellos quienes producen conocimiento e ideas que forman insumos cruciales para el proceso de innovación. Cuando se tienen problemas de “cuello de botella” registrados en la producción o en el uso de un producto, los planes de producción cambian afectando la dirección de los esfuerzos innovativos.

La noción anterior expresada por Lundvall nos permite en algún grado establecer para el caso de la empresa en estudio de que manera la experiencia cotidiana de la producción le ha permitido o no, desarrollar capacidades de aprendizaje que deriven en la consecución de innovaciones en el sentido que hemos establecido. De esta forma, posteriormente analizaremos si el personal de la empresa ha “traducido” su experiencia cotidiana en la producción, en lo que denominaremos *oportunidades de aprendizaje tecnológico*, entendidas como aquellas prácticas organizacionales producto del proceso de espitar del conocimiento, y que tienen impactos no sólo en el proceso productivo, sino en las demás variables de estudio que son la organización misma, el cambio tecnológico y la innovación. Un aspecto que otorga confianza a la empresa Nhumo para pensar que ha aprendido al menos para desarrollar fuertes capacidades de producción, es que durante las entrevistas notó tener un gran dominio sobre los problemas productivos frecuentes (cuellos de botella) y con son internos a la empresa, y que le permite tener una gran capacidad de toma de decisiones y resolución de problemas, aunado a la flexibilidad enunciada para adaptar sus planes de producción dadas las necesidades de los clientes y expectativas del mercado.

La experiencia cotidiana también incrementa el conocimiento técnico y proporciona ideas sobre la dirección en que deben buscarse las soluciones. Tales actividades involucran el *aprender haciendo*, que incrementa la eficiencia de las operaciones de producción (Arrow, 1962), *aprender usando*, que incrementa la eficiencia en el uso de sistemas complejos (Rosenberg, 1982), *aprender interactuando*, que involucra a los usuarios y productores en una interacción que resulta en innovación de productos. Finalmente, Lundvall establece si la innovación refleja aprendizaje, y si el aprendizaje emana parcialmente de las actividades rutinarias, entonces la innovación debería ser parte importante de la estructura económica actual. En este sentido, uno de los hallazgos mas significativos del trabajo de campo en este tema es el relacionado con las actividades de aprendizaje que la empresa Nhumo realiza

concientemente, y las que aún no ha aprovechado consistentemente para dirigir sus esfuerzos innovativos producto del aprovechamiento de la fuente de las actividades rutinarias de producción y que le permitirían tentativamente favorecer el desarrollo de capacidades tecnológicas innovativas.

En este mismo apartado, los trabajos de Ruffier (1996) sobre la noción de *eficiencia productiva* de un sistema productivo complejo menciona que debe ser entendida como el nivel de aptitud obtenido de la capacidad de movilizar los recursos humanos y no humanos para producir objetos o servicios en la forma y los costos requeridos por la demanda. Dicha noción de aptitud obtenida se refiere en alguna medida a la capacidad de transformar los equipos de la organización (y como las capacidades tienen su fundamento en el aprendizaje) en función de la evolución del entorno, y cómo la memoria de los artefactos físicos (sistemas productivos) son una parte del capital tecnológico de la empresa. Este autor destaca también el papel que tienen algunas herramientas de gestión como la *producción ajustada o lean production* (para el caso de la industria automotriz), la *reingeniería* y la *mejora continua* como promotores de la eficiencia en la empresa y en algún grado fuentes y en algunos casos limitantes de innovación en la empresa. En el caso de la producción ajustada, uno de sus puntos fuertes es el papel que juega al fijar los precios en función de la producción y no del consumo. Para la reingeniería, tiene el gran defecto de no tomar en cuenta ni la necesidad ni la dificultad de constituir el capital tecnológico de la empresa al no tomar en cuenta los recursos “inmateriales” indispensables para la evolución de los sistemas que se pretenden reformar. Finalmente, la mejora continua constituye una práctica más cercana a la de la eficiencia productiva, pues corresponde a la idea de que un sistema productivo se construye poco a poco y adquiere las cualidades que le permiten mejorar en el tiempo, y en su caso, motivar más cambios en la empresa.

Como será tratada en el estudio de caso, la noción anterior es importante en el sentido de que para una empresa química mexicana, como el caso de Nhumo, la noción de eficiencia productiva aunada a un comportamiento de respeto e integración con el medio ambiente (en la visión de desarrollo sustentable), le pudieron ayudar a generar y acumular una serie de capacidades productivas, así como ciertas capacidades tecnológicas que hasta el momento han determinado su trayectoria tecnológica y que le permiten competir satisfactoriamente

en el mercado (afirmación de la empresa con base en las entrevistas realizadas), pero que no necesariamente le garantizarán su permanencia en el mercado futuro en el caso de la emergencia de nuevos productos o nuevas trayectorias tecnológicas con su base de conocimiento existente así como su capital tecnológico.

1.1.5 Las Actividades de Aprendizaje en la Firma

Algunos autores como Villavicencio (1993) consideran que además de los factores inherentes a la información y el conocimiento, existiendo otros factores a considerar como los actores del aprendizaje tecnológico en la firma, mas constantemente el autor se pregunta si las interacciones entre ellos puede derivar en innovaciones (por una parte) y en aprendizaje tecnológico (por otro). Los procesos colectivos de aprendizaje (entendido como la suma de aprendizajes individuales de los diferentes actores), que diversos estudios han demostrado la importancia de aprendizaje sobre la marcha y la reingeniería (por ejemplo) como fundamentos de un proceso de aprendizaje tecnológico (con un alto contenido tácito de este proceso, aprender haciendo) e identificándose, algunos elementos clave para el aprendizaje tecnológico como el momento de la concepción e instalación de la forma tecnológica o su puesta en marcha.

Por su parte Villavicencio y Arvanitis (1995) definen el aprendizaje como la acumulación de experiencias que conforman un acervo de la empresa, y en este sentido establecen la noción de *aprendizaje tecnológico* para la empresa como el mecanismo fundamental por el que logra experiencias que mas tarde podrá usar para obtener resultados nuevos. Como se mostrará en el capítulo relacionado con el estudio de caso, es la articulación de este tipo de actividades las que permiten a una empresa acumular y crear nuevo conocimiento, es decir, innovar (o en nuestro caso eco-innovar), pero no basta que la empresa desarrolle sólo una u otra actividad, sino que debe ser producto de la interacción de todas ellas, y que para el caso de la empresa Nhumo podría existir una carencia de interacción de sus actividades de aprendizaje, o incluso la falta de actividades de aprendizaje que le permitan generar innovaciones y permanezca en el status de cambios en su proceso productivo.

Tabla 1.1.5 Actividades de Aprendizaje Tecnológico Comunes para la Industria Química

Actividades de Aprendizaje Tecnológico	
1.	Búsqueda de opciones tecnológicas
2.	Negociación de Tecnología
3.	Desarrollo de Nuevos Productos
4.	Adaptación, modificación de maquinaria y equipos
5.	Fabricación propia de repuestos y equipos
6.	Diseño original de procesos

Fuente: Villavicencio y Arvanitis (1995).

Producto del análisis de diversos estudios empíricos, estos autores elaboraron un esquema de las conductas empresariales en la industria química venezolana para modificar el uso de su tecnología. Estas actividades se encuentran expresadas en la tabla 1.1.5 y de manera más específica fueron definidas de la siguiente manera: la *búsqueda de información especializada de opciones tecnológicas* supone, en términos generales, que una empresa está en estado de alerta respecto a los múltiples oferentes de soluciones tecnológicas e incluye visitas a plantas, participación en ferias y congresos, suscripción a bases de datos, etc. La *negociación de tecnología*, dependiendo el tipo de empresa, puede considerarse como la negociación de cláusulas de un contrato o puede ser la negociación inteligente que llega a “desempaquetar” una oferta de tecnología. En el caso de *adaptación o modificación de equipos, partes y piezas* para muchos autores es la principal actividad del aprendizaje de las empresas en los países en vías de desarrollo, mientras que la *fabricación propia de equipos y partes* se encuentra a menudo en empresas que confrontan problemas de abastecimiento de equipos y partes. El *desarrollo de nuevos productos* cubre varias actividades como son: la copia de productos, la modificación de fórmulas y el desarrollo genuino de un nuevo producto, sea este un producto nuevo para dicha empresa y su mercado, o sea un producto de mayor trascendencia. Finalmente el *diseño de procesos nuevos* en industrias de alto componente científico como electrónica, telecomunicaciones y automotriz, o en industrias de proceso como en la química, esta actividad es compleja. Se trata de varias actividades de todas las que modifican profundamente el proceso productivo. En general, se necesita una capacidad de concepción y diseño, producto de las actividades de la unidad de ingeniería o de investigación y desarrollo (Villavicencio y Arvanitis, 1995).

De manera mas general, para Leonard-Barton (1995) de las cuatro actividades de aprendizaje que crean conocimiento, tres se encuentran orientadas al interior de la firma:

1. Un proceso creativo de resolución de problemas (para la producción actual).
 2. Implementación e integración de nuevas metodologías y herramientas (para incrementar las operaciones internas); y
 3. La experimentación formal e informal (para la creación de actividades en el futuro)
- Mientras que la actividad final se encuentra al exterior de la firma:
4. El obtener a los expertos del exterior para la importación del conocimiento.

Los estudios de Villavicencio (1993) demuestran en algún grado que si el aprendizaje tecnológico es un proceso acumulativo, colectivo de acumulación de conocimientos y experiencias, entonces de alguna manera se sustenta en los modos de articulación de los diferentes componentes tecnológicos (característicos de cada firma), así como en los modos de interrelación de los diferentes actores de la producción.

En este sentido, Villavicencio enuncia que es importante destacar el papel de las *trayectorias tecnológicas* (en el sentido de este proceso acumulativo) y sus *discontinuidades*, asociadas con la forma de tomar decisiones tecnológicas. Por otra parte, también es importante el estudio de la organización misma, pues los diferentes patrones de comportamiento (social) de los actores pueden modificar o no los procesos de transmisión y circulación del conocimiento mismo. De manera complementaria y en una etapa histórica anterior, el análisis Dosi (1982) ya destacaba el papel de los *paradigmas tecnológicos* dado su poderoso *efecto de exclusión* que hace los actores de la firma pudieran dejar de ver otras oportunidades tecnológicas dado que dirigen sus esfuerzos en la dirección precisa de su *trayectoria tecnológica*. Y como mostraremos posteriormente, el papel que desempeña la trayectoria tecnológica en el caso de una industria madura como lo es la petroquímica, aunado a la naturaleza de producción de *commodities*, que son del dominio público y de bajo valor agregado, pudiera representar ciertas inercias o tendencias que le impedirían tomar una nueva trayectoria tecnológica en el caso del surgimiento de un nuevo paradigma. Dado la naturaleza de la empresa Nhumo, este tipo de trayectorias estarían determinadas por la composición de los actores de la organización, pues como se mencionó anteriormente son los actores los que dejarían de dislumbrar oportunidades tecnológicas diferentes en la industria petroquímica, como el caso del surgimiento de trayectorias complementarias a la

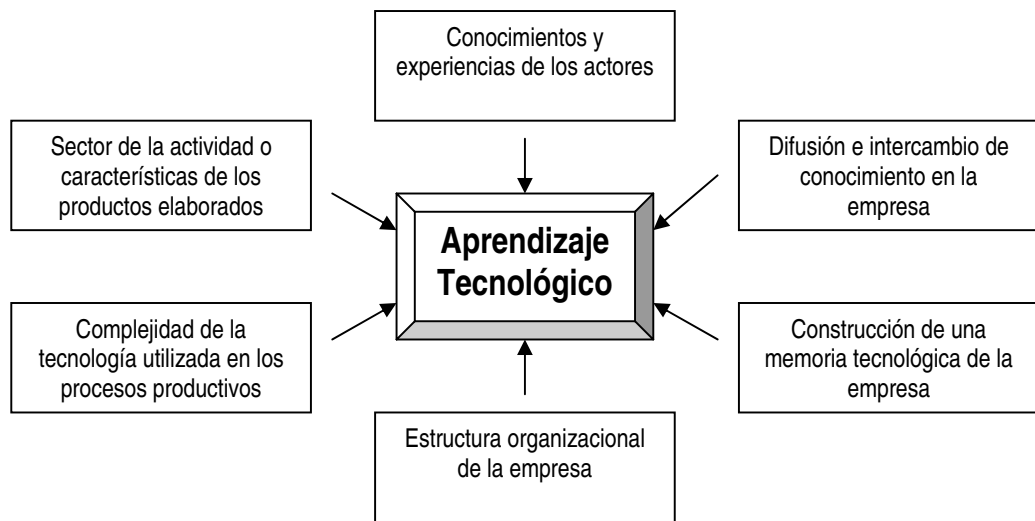
trayectoria de negro de humo por productos complementarios o sustitutos, lo cual acentuaría el efecto de exclusión y determinaría una cierta inercia dada la tecnología disponible y las condiciones de mercado dominantes en ese supuesto momento.

1.1.6 Aprendizaje Tecnológico en la Industria Química Mexicana

De un estudio sobre Aprendizaje Tecnológico en la Industria Química Mexicana (Villavicencio, D. et. al., 1995), y que es el único referente cercano para el análisis de la empresa Nhumo, se destacan que dicho proceso social dinámico y acumulativo de generación y difusión de conocimiento tecnológico (C. T.) en las empresas está estrechamente relacionado con la dinámica interna de la misma que depende de (ver figura 1.2.1):

- a) “Los conocimientos y las experiencias que poseen y desarrollan diferentes actores de la empresa y que son capaces de movilizar para la generación de nuevo conocimiento.
- b) La difusión e intercambio del conocimiento en el seno de la empresa a través de interrelaciones con actores dentro y fuera de ella, lo cual implica el establecimiento de canales de comunicación confiables y duraderos.
- c) La perpetuación de esos procesos que permiten la construcción de una memoria tecnológica reforzando la adquisición y generación del C. T. en la empresa.
- d) La estructura organizativa de las empresas, pues no todas ellas se dotan de normas y reglas que permiten el acceso y difusión del C. T. por parte de los actores, ni la acumulación de experiencias de aprendizaje.
- e) La complejidad de la tecnología utilizada en los procesos productivos –procesos mecánicos o automatizados-, ligada al grado de madurez de la tecnología o a la frontera alcanzada a nivel internacional, así como al carácter de la apropiabilidad, estandarización y dificultades de acceso a ella.
- f) El sector de actividad en el que se encuentran o las características de los productos que elaboran, que pueden ser productos que requieren un alto grado de contenido tecnológico, de especialización y precisión, o a la inversa productos estandarizados con bajos niveles de incorporación de conocimiento” (Villavicencio, et. al., 1995).

Figura 1.2.1 Interrelación entre los diversos componentes que motivan el aprendizaje tecnológico en la empresa



Fuente. Elaborado con base en Villavicencio, et. al. (1995)

Los aspectos anteriores conforman las fortalezas de la empresa, en la medida en que se articulan y conjugan con estrategias explícitas de innovación aunado a la definición de la estrategia de negocios y tecnológico-ambiental de la empresa. En otro trabajo de Arvanitis y Villavicencio (1995) mencionado con anterioridad se definen y discuten la forma en que las capacidades de la empresa se traducen en estrategias de aprendizaje tecnológico que se circunscriben al interior de la empresa y cómo el entorno puede motivar la inhibición de su desarrollo. En este sentido, la relación existente entre estos factores, conjugado con factores externos a la empresa condicionan los resultados de dicho proceso de aprendizaje.

Los principales hallazgos del trabajo de Villavicencio, et. al. para el caso de la industria química mexicana mostraron que las empresas muestran una importante actividad interna de aprendizaje tecnológico, que en parte se debe a las experiencias de aprendizaje acumuladas en dichos procesos. De manera que los mecanismos de copia, mejoras y modificaciones menores a productos y procesos productivos, y en mucho menor medida las innovaciones incrementales condicionan la caracterización de la industria como de moderadamente innovadora de parte de los autores. La I+D y la ingeniería de las empresas se encontró eran utilizadas principalmente para resolver los problemas de adaptación y modificación de maquinaria, piezas y partes que el mercado de proveedores no era capaz de

cubrir, y que dadas las condiciones de mercado de reciente apertura, no era posible encontrarse con facilidad. Por tanto, la necesidad de estrategias empresariales que movilizaran ese aprendizaje tecnológico hacia la innovación surgió como un elemento importante para estudiar a futuro, mediante la mejora de las capacidades internas de las empresas en el marco de un *medio innovador* que lo favoreciera .

1.2 LA CONSTRUCCIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS.

El tema de la construcción de capacidades puede ser entendido en gran medida por los mecanismos de aprendizaje y de acumulación tecnológica al interior de la firma. En este sentido, el mismo trabajo de Bell enunciado en apartados anteriores permite establecer un marco para integrar la definición de las formas de adquisición de conocimiento, es decir, las formas de aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas en las firmas.

Partiendo de una definición de aprendizaje en el contexto del cambio tecnológico a diferencia del uso común del término, Bell establece que se trata de los procesos de adquisición de habilidades técnicas adicionales y conocimiento por los individuos, y a través de ellos, por las organizaciones. Se trata entonces, de un proceso de acumulación en el sentido de que la acumulación tecnológica (aprendizaje) precede a la capacidad tecnológica, el cambio técnico, la capacidad de producción y por ende a la capacidad industrial. De tal forma que las características centrales de la acumulación tecnológica involucra variables de: conocimiento tácito y científico, importancia central en los negocios de las firmas, relación entre firmas, acumulatividad, discontinuidad del cambio técnico, tipos de aprendizaje, etc.

Para Bell, este proceso de adquisición de habilidades y conocimiento esta basado en gran medida en la experiencia: *el aprender haciendo*. La ejecución de tareas de producción en un periodo de tiempo de alguna forma genera un flujo de información y entendimiento que permite que dicha ejecución se mejore en ocasiones subsecuentes. Este flujo de aprendizaje es visto por tanto, como un proceso de retroalimentación que opera dentro de todas las actividades productivas con algunos componentes característicos: *uno*, el flujo de información que estimula la búsqueda de la mejora (continua) y *dos*, el flujo de

entendimiento y conocimiento acerca de cómo puede llevarse el cambio. De esta manera, se tiene que de la realización de las actividades de producción, se genera un flujo de conocimiento acerca de la manera en que se desarrolla dicho proceso; y de manera general, se puede decir que el aprendizaje se ha convertido en una referencia de la manera en que una firma incrementa su capacidad para administrar tecnología e implementar el cambio técnico.

En el contexto de los mecanismos de aprendizaje, es decir, las diferentes formas en que se puede llevar a cabo dicho proceso de adquisición de conocimiento, el propio Bell establece que el aprendizaje basado en *hacer*, es particularmente un mecanismo importante para aumentar las capacidades tecnológicas, y resulta necesario en muchas fases del desarrollo tecnológico (aun cuando no es una condición suficiente). Existiendo en específico, algunos otros mecanismos de aprendizaje tales como: *aprender por operar*, *aprender por el cambio*, *aprender por el entrenamiento*, *aprender por la adquisición externa* (por ejemplo, contratando elementos clave) y *aprender por búsqueda*. Otro punto importante de resaltar por Bell es con respecto a la eficiencia o no de los medios para adquirir conocimiento, pues en diversos estudios se ha demostrado que las experiencias pasivas de adquisición de conocimiento pueden resultar en formas lentas de acumulación de ciertos tipos de capacidades tecnológicas, resultando los costos y riesgos demasiado altos. Existen, además, algunos otros mecanismos que influyen según Bell en las formas de acumulación tecnológica que dependen de factores externos a la firma, en este caso, la estructura de mercado y la competitividad, el gobierno y las fallas de mercado, impacto económico de la actividad académica, políticas públicas de intervención y discontinuidad tecnológica, así como las instituciones.

Si el conocimiento, resultado del aprendizaje permite crear capacidades, es decir aquello que distingue a la empresa, ya sea facilitando procesos, o llevándolos a cabo; y las capacidades éstas a su vez se muestran como habilidades para hacer cosas, entonces resulta conveniente analizar el concepto de capacidades tecnológicas en el contexto de las firmas, y poder cuestionar entonces, el porque sería importante para una empresa química mexicana como Nhumo el generar procesos que le permitan aprender y en que medida, pues no todo

lo que se aprende genera capacidades y no se traduce en acumulación tecnológica, en el sentido de que en ocasiones es necesario “desaprender” para poder construir un nuevo puente con las oportunidades tecnológicas, productivas y del entorno en general que esta cambiando.

Para diversos autores como Prahalad y Hamel (1990) y Leonard-Barton (1995) las *capacidades tecnológicas centrales* son aquellas habilidades que distinguen a la firma competitivamente y le permiten crear una ventaja competitiva sostenida basada en la tecnología en un contexto cambiante. Estas capacidades están conformadas por un conjunto de habilidades tecnológicas, activos complementarios y rutinas organizacionales que son distintivas de la firma. Las capacidades centrales determinan la habilidad para sobrevivir, adaptarse y competir en mercados cambiantes y crecen a través de las acciones de la empresa, siendo necesario que los líderes de la organización identifiquen e implementen actividades que generen conocimiento que pueda ser absorbido y retenido por los empleados de la firma para mantener el carácter de evolutivo y retenga su esencia de creación de ventajas competitivas sostenidas.

En este mismo sentido, Leonard-Barton también sugiere que el término de capacidades tecnológicas es usado para incorporar al sistema de actividades las dimensiones del conocimiento, las cuales son: *habilidades y conocimiento*, *sistemas técnicos* (teniendo estas dos anteriores un funcionamiento como competencias del sistema dinámico), *sistemas de administración* y, *valores y normas* (siendo estas dos últimas utilizadas como mecanismos de control del conocimiento) que crean una ventaja para la empresa o línea de negocios.

Un aspecto menos visible y tangible enunciado por la autora para la creación de capacidades, es el alto grado de conocimiento tácito que suponen las actividades desarrolladas por los individuos, pues éste se convierte en un bien intangible para la firma y virtualmente imposible de imitar, al contrario de los sistemas físicos. Y complementado con los valores de la firma, dichos bienes intangibles resultan significativos en la capacidad distintiva que la firma hubiera creado, y de alguna forma ésta es una característica

primordial de las capacidades tecnológicas centrales, que son por tanto, difícilmente imitables.

Es necesario distinguir entre las *capacidades tecnológicas rutinarias de producción*, que en la literatura frecuentemente se encuentran expresadas las capacidades tecnológicas básicas como capacidades de producción, y las capacidades tecnológicas innovativas, a partir de la distinción entre el tipo de conocimiento y habilidades requeridas para operar un sistema de producción determinado y el tipo de conocimiento requerido para modificarlo (Bell y Pavitt, 1995).

Las *capacidades tecnológicas de producción* rutinarias son aquellas capacidades para usar y operar la tecnología existente. Las *capacidades tecnológicas innovativas* son capacidades para generar y administrar el cambio técnico. Un nivel básico de capacidades innovativas podría permitir solo una contribución al cambio relativamente menor e incremental; pero en los niveles intermedios y avanzados, las capacidades tecnológicas podrían tener una contribución al cambio más sustancial, novedosa y inclusive con fines de mercado e impacto económico (Dutrénit, 2000; Dutrénit y Veracruz, 2001).

Bell y Pavitt (1995) construyeron una nueva *taxonomía de capacidades tecnológicas* que distingue las principales capacidades tecnológicas de acuerdo al grado de innovatividad. Enfatiza las diferencias que existen entre las capacidades tecnológicas básicas de producción y las capacidades tecnológicas innovativas. La matriz mostrada en la tabla 1.2 incluye cuatro niveles de acumulación de capacidades tecnológicas: *capacidades tecnológicas de producción* rutinarias, y tres niveles de capacidades tecnológicas innovativas: *básicas*, *intermedias* y *avanzadas* (Dutrénit y Veracruz, 2001) y que fue utilizado para definir el perfil de capacidades tecnológicas de la empresa en estudio mostrado en el capítulo 4 de este trabajo.

Dutrénit y Veracruz hacen mención que la taxonomía es un marco analítico útil que permite identificar el perfil de capacidades tecnológicas de cada empresa, e incluso analizar los perfiles por industria o por tipo de empresa. Sin embargo, la acumulación es más desigual

de la que insinúa en la taxonomía y las empresas acumulan más capacidades tecnológicas en unas funciones que en otras.

Tabla. 1.2 Matriz de capacidades tecnológicas

Niveles de Capacidades	Funciones Técnicas Primarias				Funciones Técnicas de Soporte	
	Inversión		Producción			
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centrada en los procesos y en la organiz. de la produc.	Centrada en el producto	Vinculación externa	Producción de bienes de capital
Capacidades de producción rutinarias: capacidades para usar y operar la tecnología existente						
Capacidades Operativas Básicas	• Estimación de desembolsos	• Planeación del protocolo • Preparación del protocolo • Acondicionamiento del terreno • Construcción de la obra civil básica	• Operación rutinaria y mantenimiento básico de instalaciones. • Mejora de la eficiencia a partir de la experiencia en tareas existentes	• Réplica de especific. y diseños fijos. • Control de calidad rutinario para mantener los estándares y las especific. existentes	• Búsqueda de insumos disponibles de proveed. existentes. • Venta de productos existentes a clientes nuevos y existentes	• Réplica simple de especific. de planta y maquinaria
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico						
Capacidades innovativas básicas	• Monitoreo activo y control de: -estudios de factibilidad -selección de tecnología/ proveed. -programación de actividades	• Estudios de factibilidad • Búsqueda de equipo estándar • Ingeniería básica	• Designación de grupos de trabajo para hacer pruebas y eliminación de fallas • Mejora del layout, programación y mantenimiento • Adaptaciones menores	• Adaptaciones menores a las necesidades del mercado y mejoras incrementales en la calidad del producto	• Búsqueda y absorción de información nueva de proveedores, clientes e instituciones locales	• Copia de nuevos tipos de planta y maquinaria • Adaptación simple de diseños y especific. ya existentes
Capacidades innovativas intermedias	• Búsqueda, evaluación y selección de tecnología/ proveed. • Negociación con proveed. • Administración del proyecto completo	• Ing. de detalle • Adquisición de eq. • Estudios de medio ambiente • Adm. y seguimiento del proyecto • Designación del grupo de trabajo • Capacitación y reclutamiento • Puesta en marcha	• Mejora del proceso y estiramiento de capacidades de producto. • Licenciamiento de nueva tecnología. • Introducción de cambios organizacionales.	• Licenciamiento de nueva tecnología de producto y/o ingeniería inversa. • Diseño incremental de nuevos productos	• Transferencia de tecnología a proveedores y clientes para incrementar eficiencia, calidad y abastecimiento local	• Mejoras menores a partir de ing. inversa. • Diseño original de planta y maquinaria
Capacidades innovativas avanzadas	• Desarrollo de nuevos sistemas de produc. y componentes	• Diseño de procesos y desarrollo de la I+D relacionada	• Innovaciones de proceso e I+D relacionada. • Innovaciones radicales en la organiz.	• Innovación de producto y desarrollo de la I+D relacionada	• Colaboración en desarrollos tecnológicos con proveed., clientes y socios	• I+D orientada a establecer especific. y diseño de nuevas plantas y maquinaria

Fuente: Dutrénit, Vera-Cruz (2001) con base en Bell y Pavitt (1995)

Como vimos en el apartado de nociones de aprendizaje tecnológico, existen algunos factores inherentes a la organización misma y a las interrelaciones (sociales) entre los

diferentes actores que pueden modificar el comportamiento innovativo de la firma y los mecanismos de transmisión y difusión del conocimiento. Es en este marco de referencia que la taxonomía de capacidades tecnológicas enunciada anteriormente presenta una limitante para el propósito de estudio de esta investigación al no considerar explícitamente a las capacidades organizacionales, que pueden motivar innovaciones de este tipo al centrarse más a detalle en las capacidades de producción y tecnológicas.

Si consideramos que una de las variables de estudio se centra en el *proceso productivo* mismo por un lado, y por otro consideramos que la introducción de cambios significativos en la variable *organizacional* mediante la implementación de sistemas administrativos tecnológico-ambientales novedosos, orientaciones estratégicas corporativas nuevas o significativamente diferentes. Entonces estaríamos considerando que estas herramientas o reglas de la organización podrían verse modificadas por las interacciones entre los diferentes actores de la empresa, por una parte, y las articulaciones de los componentes tecnológicos a lo largo del tiempo, pues hay un sentido de acumulatividad de los procesos que hemos enunciado con las nociones de Dosi, Cohen y Levinthal, Villavicencio en la forma de acumulación de los procesos, trayectorias y discontinuidades tecnológicas y acumulación de capacidades, que en determinado momento, si la organización ya no lo requiere pueden ser desaprendidas.

Otro punto no considerado por la matriz elegida para el análisis de capacidades de la empresa es la variable mercado, pues a pesar de que se consideran los vínculos con el exterior en la forma de mecanismos de cooperación y absorción de conocimiento al exterior de la firma, no denota claramente la especificidad de los mercados y los sectores, aunque si reconoce que dado que una firma puede acumular mas capacidades en un sentido que en otro, y que este comportamiento es desigual de forma que se podría inferir esta noción puesto que no todas las empresas estarían en condiciones de cumplir con todos los casilleros dada sus trayectorias acumuladas y procesos de aprendizaje previos. A pesar de estas limitantes para el objeto de estudio, se trata de un marco de referencia pertinente para comparar a la empresa analizada, pues no se trata de un modelo que tenga que ser lineal y consecutivo.

El Manual de Bogotá (2001), que es un esfuerzo por definir indicadores de innovación tecnológica para los países latinoamericanos en un esquema similar al Manual de Oslo de la OCDE, establece un marco de análisis para el tema del desarrollo de capacidades tecnológicas para las firmas de estos países. Menciona que la mayor parte de las firmas en los países en desarrollo (PED) domina total o parcialmente las “capacidades de producción”, las cuales involucran la gestión productiva - la capacidad para monitorear y mejorar la operación de las plantas instaladas, la ingeniería de producción – la obtención y empleo de la información requerida para optimizar operaciones, el mantenimiento y reparación del capital físico y el descubrimiento de nuevos usos y mercados para los productos existentes, pero sólo un grupo más reducido de firmas ha desarrollado y alcanzado “capacidades de innovación”, que consisten en crear nuevas posibilidades técnicas y llevarlas a la práctica económica. El término cubre las actividades de invención e innovación, incluyendo las mejoras en las tecnologías existentes. La mayor parte de la actividad innovativa en los PED consiste en innovaciones menores (modificación o mejoras de tecnologías existentes), aunque estas innovaciones menores pueden llevar a grandes aumentos de productividad en algunos casos.

Finalmente, Leonard-Barton (1992 y 1995) considera que si las capacidades tecnológicas son importantes para la construcción de una memoria colectiva y un capital tecnológico para la empresa, el papel de las *rigideces centrales* es igual de importante, pues son construidas a partir de las mismas actividades que favorecen la creación de las capacidades tecnológicas, sólo que en una especie de “mutación” mostrando al mismo tiempo las “debilidades” de la empresa. Las actividades por si mismas –resolución de problemas, implementación de nuevos procesos, experimentación e importación de conocimiento desde el exterior- son esencialmente neutrales e incapaces en el desarrollo de nuevos productos o procesos. Depende de la administración de estas actividades la determinación de fomentar o inhibir el flujo de conocimiento crítico para la firma. Las actividades de inhibición del conocimiento, están por tanto relacionadas a las debilidades construidas al mismo tiempo que las fortalezas y se relacionan con:

1. *Una limitada capacidad para resolver problemas*, en este caso una decisión en el pasado pudo determinar una determinada trayectoria o estrategia tecnológica que afecta

la toma de decisiones del presente y con ello se modifica el futuro tecnológico (ambiental).

2. *Imposibilidad para innovar con nuevos métodos y herramientas*, que se manifiesta al interior de la organización aún cuando algunos individuos pudieran reconocer la necesidad de un procesos de innovación.
3. *Experimentación limitada*, cuando la extensión del conocimiento fluye a través de patrones bien definidos en lugar de crear nuevas opciones para la firma, y
4. *Búsqueda externa de nuevo conocimiento*, puesto que los flujos y canales por donde fluye el nuevo conocimiento se ven limitados por la base de conocimiento existente y que pudieran limitar su importancia.

En este sentido, Nhumo pudo surgir de un proceso de reconversión como se infiere del estudio de caso, aprovechando las capacidades construidas hasta entonces reconvirtiéndose ante las rigideces centrales presentadas por el cambio de entorno y la movilización física de la planta productiva y la llegada de un nuevo socio tecnológico, y pudieran ser justamente las fortalezas y debilidades encontradas para la empresa en base al análisis FODA del estudio de caso, la forma de definir las capacidades y rigideces tecnológicas centrales para Nhumo, y que servirían de base para integrarle diversas variables en dicho proceso, como es el caso de la variable ambiental.

1.3 EL PAPEL DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.

El tema de la innovación de productos, procesos y servicios ha incrementado su importancia para la cartera de I+D de las empresas que buscan incrementar su competitividad y desempeño en años recientes. De parte de la academia, también parece haber aumentado el interés por encontrar suficiente evidencia empírica y realizar inferencias generales con respecto al comportamiento estratégico de las firmas innovadoras en materia de productos, procesos y servicios; siendo este último motivo el utilizado para tratar de entender como una empresa como Nhumo pudiera tener una dinámica eco-innovativa y que le permitiera, en su caso, obtener ventajas de ello sobre sus competidores.

En la dinámica innovativa, los trabajos de Schumpeter (Vegara, 1985) contribuyeron en gran medida a modificar la teoría de desarrollo económico que prevalecía hasta ese

momento histórico. Al reconocer este autor el carácter de la *invención* como la generación de conocimientos nuevos y de la *innovación* como el soporte del desenvolvimiento económico y la invención o mejora de ese “algo” que lo hacen tener un impacto económico, de alguna forma marcó la pauta para futuros trabajos que reconocerían el papel trascendental de la innovación como motor económico. En especial la *innovación radical* – que una vez que impacta económicamente, cambia el entorno económico- y sugiere nuevas pautas de conducta de la firma. Pero como veremos posteriormente para el caso de la empresa en estudio, ésta no realiza investigación y desarrollo, sino cuenta con un socio tecnológico que aparentemente le brinda los requerimientos de información tecnológica y asistencia para poder realizar cambios o mejoras en proceso, teniendo limitado el desarrollo de innovaciones de producto en el sentido shumpeteriano debido

Con el objeto de tener una idea más clara de lo que entenderemos por *innovación tecnológica*, de acuerdo con el Manual Oslo (OCDE, 1994) la *innovación tecnológica de producto* es la implementación y/o comercialización de un producto con características de desempeño mejoradas, tales como el entregar servicios nuevos o mejorados al consumidor. Mientras que la *innovación tecnológica de proceso* es la implementación y/o adopción de métodos de producción o entrega nuevos o significativamente mejorados; puede involucrar cambios en equipos, recursos humanos, métodos de producción o combinaciones entre estos. En resumen: las innovaciones tecnológicas en producto y proceso comprenden la implementación de nuevos procesos y productos tecnológicos y mejoras tecnológicas significativas en los mismos. La condición de *implementación* se cumple cuando la innovación ha sido introducida en el mercado. Este tipo de innovaciones involucran una serie de actividades científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras y comerciales. Ahora bien el grado de novedad de la innovación es diferente cuando se tratan las dimensiones mundial, nacional y para la empresa, puesto que ocurre cuando la empresa implementa una innovación por primera vez en la firma, pero puede ser nueva para ella misma, y no así para la nación e el mundo. O bien, en el caso extremo pudiera incluso de no tratarse de una innovación en el supuesto de que no represente un cambio significativo, realice un cambio sin novedad o carezca de mejoras creativas.

En este mismo manual se realiza una distinción entre la innovación tecnológica y la innovación organización y otros cambios en productos y en el proceso productivo, que resulta conveniente retomar para el propósito del presente estudio. De esta forma, la *innovación organizacional* involucra la introducción de cambios significativos en las estructuras organizacionales, la implementación de técnicas de administración avanzadas y la implementación de orientaciones estratégicas corporativas nuevas o modificadas sustancialmente. Por su parte, *los cambios en producto y proceso* se refieren a cambios insignificantes, menores o que no involucren un suficiente grado de novedad comparado con el *estado del arte* actual, así como aquellos cambios que hacen otras mejoras creativas en donde la novedad no involucra el uso o desempeño objetivo de características de los productos o en el modo en que son producidos o entregados, a pesar de sus cualidades subjetivas y estéticas.

Desde el punto de vista de la EIRMA(1996)), las características clave de las *innovaciones incrementales* son:

- No son negociadas en la base de inversión o acercamiento organizacional existente, sino que ya están aceptadas en la compañía
- El ambiente competitivo, clientes y mercados son conocidos ampliamente
- El negocio es capaz de proporcionar una definición del alcance o concepto; existe información cuantitativa del mercado sobre productos relacionados
- Las competencias necesarias del equipo de trabajo existen en la compañía
- El desarrollo de procesos es percibido como racional; existen herramientas establecidas para apoyar la planeación, priorización y ejecución.
- Se lleva a cabo dentro de lo existente si la organización esta cambiando.
- Los costos de productos y procesos son cruciales; la constante presión competitiva en los márgenes hace de este punto cada vez más importante.

El punto anterior demuestra de alguna forma que el contar con innovaciones incrementales será insuficiente para mantener un extremo competitivo en el largo plazo. Debido a que las presiones financieras y de recursos deben encontrarse para asegurar las tendencias tecnológicas y las oportunidades, y para desarrollar innovaciones radicales.

En este punto, las *innovaciones radicales* son necesarias cuando las metas de la firma son el encontrar nuevas áreas de crecimiento, introducir cambios en la tecnología para productos en mercados existentes o bien, el explorar mercados totalmente nuevos. De esta forma, se tiene un cambio hacia el desarrollo de nuevos conceptos de productos para el beneficio de nuevos clientes existentes. Sin embargo, una innovación radical requiere ser protegida de la influencia de objetivos a corto plazo. En contraste con las *innovaciones incrementales*, las *innovaciones radicales* no requieren la existencia de una base organizacional existente para su desarrollo, ya que este tipo de ideas pueden desarrollarse al interior y exterior de la firma, por lo que es necesario establecer socios y favorecer los canales de distribución y la factibilidad técnica.

Por tanto, los patrones deseados para el desarrollo de innovaciones radicales son:

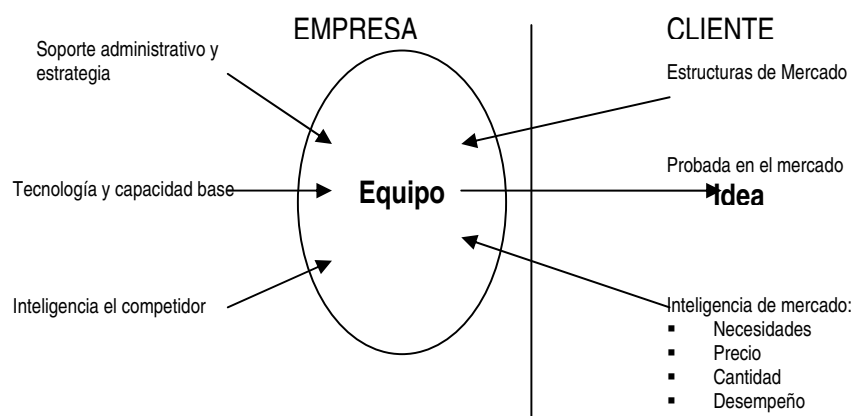
- Formación de equipos internos de innovaciones, en donde se exploren posibles cambios en el crecimiento de la firma.
- La creación de nuevas interfases cliente- empresa requieren de diversas técnicas y herramientas, con un fuerte énfasis en la mercadotecnia prospectiva en las primeras etapas.
- Alianzas/ Cooperación, incluyendo a los clientes, para el co-desarrollo.
- Cambios en la orientación de los negocios de la firma, de hardware a software y servicios.
- Cambios en la organización de la firma de un enfoque jerárquico a uno mas horizontal, con unidades multifuncionales y cooperación interna. Cada unidad debe saber como manejar sus propios clientes, y no debe ser responsabilidad exclusiva del departamento de ventas.

Como el desarrollo de innovaciones radicales es sumamente incierto, entonces la firma debe ser capaz de tomar riesgos y comprometer los recursos suficientes en las primeras etapas para garantizar y favorecer juicios apropiados de las bondades de la innovación radical en los nuevos clientes, en especial para entender la estructura de clientes (cuando no se trata del cliente final) y establecer las cooperaciones necesarias. Así pues, se llega al punto en este estudio en donde se rescata el papel preponderante de la participación de los

actores claves para el desarrollo de innovaciones en esta interfase. La figura 1.3.1 resume esta interfase entre los principales actores de este proceso que son la empresa, los clientes prospectivos, los competidores y las autoridades:

La idea general de este proceso interactivo es de manera general la generación de la idea, búsqueda y estudio del mercado; el análisis de la arena competitiva; identificación de los clientes; información de los clientes y retroalimentación; pruebas piloto e interacción con posibles clientes; pre-estandarización del sistema técnico; y finalmente su legislación y regulación. El resultado integral del proceso de especificación es el de un plan de negocios para una combinación de tecnología- producto-mercado. Esta interfase es efectiva solo permite la introducción exitosa de un producto, proceso o servicio nuevo o mejorado, siendo el principal factor la *comunicación efectiva*, lograda a través de la elección y soporte del equipo adecuado para esta interfase, y diseñado para identificar, iniciar y administrar el cambio deseado y brindarlo al mercado.

Figura 1.3.1. Los equipos en la interfase cliente- empresa para la innovación



Fuente: EIRMA (1996)

De igual forma, es importante reconocer que también las discontinuidades tecnológicas y las innovaciones radicales han jugado un papel trascendental en los patrones tecnológicos actuales y, aunados a los cambios incrementales - que otorgan una característica de continuidad y alargan el ciclo de vida de un producto o un proceso - que han favorecido que las firmas innovadoras desarrollen capacidades propias que se pueden ver reflejadas en

plataformas de productos y diseños dominantes, aunados a la velocidad de innovación y su estado de desarrollo enunciados por Utterback (1975).

Para diversos autores como Withman (1989), Livesay, et.al (1989), Roberts (1995) y Medellín, et.al (1998) la innovación tecnológica es entendida como la transformación de algunos inventos en productos o sistemas mediante modelos y/o procesos que le favorecen. En este sentido, dichos procesos se ven estimulados por la búsqueda de preservar el negocio actual, la diversificación, satisfacción de demandas sociales o políticas y/o remediar la escasez de recursos o insumos. Por ello, su impacto se puede ver reflejado en nuevas aplicaciones, materiales, productos, prácticas productivas, comerciales, así como innovaciones organizacionales y gerenciales. La tabla 1.3.1 muestra un modelo lineal de innovación tecnológica mediante una serie de etapas consecutivas del proceso de innovación.

Tabla 1.3.1 Modelo lineal de Innovación Tecnológica

Etapas necesarias	
1.	Identificación de la oportunidad
2.	Formulación de la idea
3.	Solución del Problema
4.	Desarrollo del producto o proceso
5.	Realización del prototipo
6.	Demostración de la viabilidad técnica-económica-ambiental
7.	Desarrollo con fines comerciales
8.	Uso y difusión de la tecnología

Fuente: elaboración propia con base en información de Withman (1989) y Roberts (1995).

De esta forma, dichos autores coinciden en establecer algunas de las características de dicho proceso con un largo tiempo de respuesta y vulnerable a muchos y diversos factores, con una alta capacidad transformadora aunada a un alto riesgo y exigencias de inversión que requiere una gran coordinación entre sus tareas, pues presenta una alta susceptibilidad a las fuerzas de mercado. Como se trata de un fenómeno complejo, dinámico y poco predecible, ocupa un lugar central la interacción constante entre el desarrollo tecnológico, el conocimiento oportuno de mercado y la capacidad de emprendimiento organizacional de todas y cada una de sus etapas. Y para administrar exitosamente este proceso se requieren integrar habilidades, manejar en forma adecuada dicha interacción y tener la capacidad para

obtener retroalimentación eficaz del entorno. Un proceso de innovación tecnológica detallado se encuentra en la tabla 1.3.2

Tabla 1.3.2 Proceso de Innovación Tecnológica

TECNOLOGÍA										
Ideas: Innovación radical	Factibilidad técnica	Fusión: concepto, diseño y evaluación	Información técnica (conocimiento previo): - I + D - Disponible	Adquisición, adaptación adopción o		Escalamiento y Pruebas		Transferencia - mercado - operación		
Procesos Formales: innov. incremental (monitoreo de I.T., prospectiva)										
Creatividad: innovación radical				Inventoría						
Reconocimiento de la oportunidad	Evaluación	Formulación de la Idea	Evaluación	Solución	Evaluación	Prototipo	Evaluación	Desarrollo	Evaluación	Uso y Difusión
Demanda potencial		Estudios de mercado		Información de mercado		Pruebas, análisis, etc.		Etapa previa a la comercialización		Promoción, mejoras
MERCADO										

Fuente: elaboración propia con base en datos del Curso de “Adopción de la Innovación y Comercialización de Tecnología”.

Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico. UAM-X.

1.4 MODELANDO UNA EMPRESA ECO-INNOVADORA

El intentar determinar las características de una empresa innovadora no es tarea fácil, y es casi tan aventurado como el tratar de encontrar a simple vista su manera de operar y de llevar a cabo sus prácticas y rutinas, de forma tal que pudiera generalizarse para el caso de Nhumo y para el resto de la industria.

Son justamente algunas prácticas y procedimientos, que pudieran decirse “maneras de pensar y conducirse” de parte de la administración de la empresa, la que en muchas condiciones realizan esfuerzos innovativos y le otorgan esta característica a la empresa, pero no siempre es la regla general y mucho menos suficiente para considerarse como una empresa innovadora.

1.4.1 La construcción de Empresas Innovadoras.

De acuerdo con las definiciones de actividades científicas enunciadas por el manual de Oslo (OCDE, 1995), una firma innovativa es aquella que ha implementado productos o procesos tecnológicamente nuevos o significativamente mejorados tecnológicamente durante cierto periodo bajo revisión. Este mismo manual establece una serie de características para las firmas innovadoras que pueden ser divididas en dos categorías o habilidades principales:

- *Habilidades estratégicas*: visión de largo plazo; habilidad para identificar y incluso anticipar tendencias de mercado; deseo y habilidad para coleccionar, procesar y asimilar información tecnológica y económica.
- *Habilidades organizacionales*: manejo y prueba de riesgos; cooperación interna entre los diversos departamentos organizacionales, y cooperación externa con la investigación pública, consultoría, clientes y proveedores; involucramiento del total de la firma en el proceso de cambio e inversión en recursos humanos.

Con base en los hallazgos de estudios de caso en diversas industrias como la química y la de servicios, diversos autores de la administración de la tecnología (Davis, 1988; Whitman, 1989; Becker, et. al., 1989; Roberts, 1995; Stillman, 1997) establecen que para poder diseñar una empresa innovadora sería necesario contar con el ambiente adecuado para que se desarrollen los estímulos a la innovación (enunciados en el apartado anterior), o al menos que estén presentes, es decir, que se tengan bien identificados en primer lugar las capacidades del origen de la empresa (es decir, sus actores o negocios anteriores o a partir de los cuales se está creando esta nueva organización, como pudiera ser el caso de Nhumo), su orientación hacia el mercado y los clientes, su necesidad de diversificarse o satisfacer demandas sociales o regulatorias de parte del Estado.

A partir de los estudios de caso de estos autores, podemos identificar diversos criterios para diseñar una empresa innovadora:

- Compromiso de la alta dirección y aceptación del riesgo y la incertidumbre del proceso innovativo.

- Estrategia de negocios a largo plazo íntimamente ligada con la estrategia tecnológica; así como la integración de estrategias de diseño y manufactura.
- Administración de proyectos adecuada mediante una evaluación de tecnología de negocios (auditoria tecnológica) considerando una alta velocidad de introducción.
- Equipos generadores de ideas y conceptos verdaderamente innovativos con base en las propias capacidades de la empresa.
- Fuerte soporte y patrocinio a los procesos de transferencia de ideas y tecnología.
- Actitud positiva frente al cambio, flexibilidad organizacional, clima organizacional adecuado y libertad para el desarrollo de innovaciones.
- Pleno uso de la capacidad emprendedora y de las capacidades tecnológicas acumuladas por los individuos y la organización misma (liberación del efecto de *lock out*)
- Grupos de investigación técnico y de estudios de mercado.
- Proceso de innovación conformado; generación de ideas, desarrollo, pruebas, lanzamiento al mercado y retroalimentación permanente con los clientes.
- Orientación a la calidad, desempeño y respeto al medio ambiente, no sólo como cumplimiento de normatividades , sino como una estrategia de obtención de valor.

Las características anteriores de una empresa innovadora, aunados al concepto de paradigmas tecnológicos y ventanas de oportunidad en el marco de la modernización industrial en América Latina, Carlota Pérez (1996) establece que las empresas tuvieron (y tienen) que adaptarse a las nuevas condiciones de los mercados mundiales, pues las empresas a nivel mundial se enfrentan al reto de la reconversión. Las nuevas tecnologías genéricas están modificando los productos y procesos en todo el espectro industrial: el comportamiento intrafirma y sus relaciones con el entorno se ven transformadas por nuevos estilos gerenciales basados en la flexibilidad en la producción y organizacionalmente, de forma tal que el cambio tecnológico es constante e incremental (dependiendo de la naturaleza del sector), así como en las relaciones de cooperación (formación de redes de cooperación) y el beneficio mutuo, la calidad creciente y las relaciones proveedor-usuario.

El cambio de paradigma, tal como se muestra en la tabla 1.4.1. muestra un resumen estilizado del alcance y la profundidad de la construcción de empresas del nuevo paradigma comparado con el modelo anterior de conducta empresarial.

Tabla 1.4.1 El cambio de paradigma empresarial

Áreas	Empresa Viejo Paradigma	Empresa Nuevo Paradigma
Mando y Control	Mando centralizado Control vertical Cascada de niveles supervisorios “La gerencia es la que sabe”	Metas y coordinación centrales Autonomía local/ control horizontal Auto evaluación y auto mejoramiento Proceso de toma de decisiones participativo
Estructura y crecimiento	Pirámide estable que crece en altura y complejidad a medida que se expande	Red chata y flexible de unidades ágiles Se mantiene plana cuando se expande
Partes y nexos	Nexos bien definidos en sentido vertical { Departamentos separados, especializados por funciones	Lazos de interacción y cooperación entre funciones a lo largo de líneas integradas, definidas por mercados finales
Estilo de operación	Organizaciones de operación optimizada Procedimientos y rutinas estandarizadas “Existe una manera óptima” Definición de tareas por individuo Especialización en una sola función Flujo de decisiones de arriba hacia abajo; de información de abajo hacia arriba	Aprendizaje y mejora continua Sistemas flexibles/ prácticas adaptables “Siempre puede haber una forma mejor” Definición de tareas para cada grupo Personal polivalente/ equipos ad hoc Amplia delegación de toma de decisiones Flujo múltiple horizontal y vertical
Personal y entrenamiento	Mano de obra vista como costo variable Personal entrenado provisto en el mercado Trabajadores atados a puestos definidos La disciplina es la principal virtud	Trabajadores vistos como capital humano Mucho entrenamiento y reentrenamiento internos Puestos variables/ trabajadores adaptables Iniciativa/ colaboración/ modificación
Equipos y escala	Equipo dedicado Un tamaño óptimo de planta para cada producto Las escalas de la planta anticipa la demanda futura Se aspira a economías de escala para la producción en	Equipo adaptable, programable y flexible Muchas escalas eficientes/ óptimo relativo Crecimiento orgánico según la demanda real Economías de escala, de cobertura o de especialización solas o combinadas
Programación de la producción		Adaptar ritmo a variación de demanda Reducir el tiempo de respuesta (justo a tiempo) Usar puntos bajos para mantenimiento y entrenamiento
Medición de la productividad	Fijar ritmo de producción Producir para inventarios (éstos absorben variación en demanda) Reducir personal en periodos de baja demanda	Productividad total medida a lo largo del proceso de producción de cada producto La meta es cero defectos y cero rechazos
Proveedores, cliente y competidores	Medición distinta según el departamento (compras, producción, mercadeo, etc) Porcentaje de tolerancia en calidad y rechazos Aislamiento del mundo exterior Que los proveedores compitan en precios Lograr productos estándar para clientes masivos Oligopolio a distancia con la competencia La empresa como sistema cerrado	Fuerte interacción con el mundo exterior Lazos de colaboración con proveedores, con clientes y, en ciertos casos, con competidores (por ejemplo, en investigación tecnológica) La empresa como sistema abierto

Fuente: Tomado de Pérez, C. (1996) con base en Pérez (1992).

Si pudiéramos establecer las características de una empresa innovadora como una similitud con las empresas del nuevo paradigma, entonces se crearía un marco de análisis para la empresa en estudio en el sentido de comparar esta empresa con el modelo “ideal” de la

nueva empresa, representado por el nuevo paradigma de la empresa que administra su conocimiento e innova. Pues al parecer Nhumo cuenta con un producto del “viejo” paradigma, y esto supone un gran riesgo para su permanencia a futuro, pero por el contrario, parece ser que la empresa cuenta con muchos elementos de las empresas del “nuevo” paradigma y que le permitirían favorecer su desarrollo como empresa innovadora.

En el tema de la estrategia tecnológica adoptada por una empresa, autores como Ford (1988) y Pearson (1990) la definen como el conjunto de políticas, planes y procedimientos para adquirir conocimientos y habilidades, dirigirlos hacia los fines de la empresa y explotarlos efectivamente para transformarlos en beneficios tangibles.

Dos puntos resultan de interés para la empresa al considerar diseñar su estrategia tecnológica, a decir de autores como Person (1990), Becker (1989) y Davis (1988) en relación al *ciclo tecnológico* y el *diagnóstico tecnológico* de la empresa. El primero va desde la identificación de la necesidad, la exploración de conocimientos disponibles, búsqueda y desarrollo de tecnología, pruebas de correspondientes con las circunstancias de la aplicación, registro continuo de resultados e impactos y la interpretación y acumulación de experiencias. Mientras que el diagnóstico tecnológico resulta de un análisis de qué tecnologías son críticas para el éxito de negocio y en que medida las dominan, además de conocer sus expectativas de vida útil, la emergencia de tecnologías que pudieran afectarla y la que tanto la empresa aprovecha su tecnología y capacidades tecnológicas.

Arvanitis y Villavicencio (1998) diseñaron una taxonomía de tipo de empresas de acuerdo con su estrategia tecnológica para las empresas químicas mexicanas que permite establecer un amplio perfil del comportamiento tecnológico de las mismas. Sin embargo, dichos autores utilizan una muestra de empresas en marco del periodo posterior a la apertura comercial en México en 1994 y valdría la pena valorar su pertinencia en la actualidad. Dicha taxonomía de empresas se encuentra expresada en la tabla 1.4.2. En alguna medida autores como Ford (1988) consideran el peso estratégico de la tecnología en la definición de la estrategia tecnológica de una empresa como un elemento determinante de su conducta, pues la tecnología podría verse de diversas formas para la empresa, a saber, como

un recurso sólo para resolver problemas; como determinante de las características de las instalaciones y los procesos productivos o bien como un instrumento de liderazgo y competitividad en el corto y largo plazo.

Tabla. 1.4.2 Clasificación de Empresas de acuerdo a su estrategia tecnológica

Pasivas	Reactivas	Atadas a Tecnólogo	Autárquicas	Activas
Empresas que sólo reciben los paquetes tecnológicos de parte de sus tecnólogos.	La tecnología es usada como herramienta para resolver problemas o aprovechar oportunidades sobre la marcha	Su principal característica es la estrecha relación con firmas foráneas (derechos de autor, marcas, licencias, patentes o asistencia tecnológica)	Carecen de relaciones tecnológicas externas, a pesar de que cuentan con experiencias de aprendizaje tecnológico.	Poseen una gran actividad tecnológica.
Tienen una actividad tecnológica muy limitada.	Estrategia tecnológica definida que busca y mantener la competitividad	En ocasiones son filiales de compañías multinacionales y su comportamiento tecnológico está determinado por la estrategia de corporativo central	Modifican y adaptan equipos.	En términos de indicadores, negocian contratos tecnológicos.
Sólo reciben asistencia técnica y no generan capacidades tecnológicas.	Poseen un sistema de administración de tecnología que les permite adquirir, asimilar y explotar.	La investigación y el desarrollo generalmente se lleva a cabo por el tecnólogo en sus oficinas centrales.	Tienen capacidades de diseño.	Búsqueda de fuentes de tecnología alternativas.
			Administrate su tecnología para tener innovaciones de tipo incremental.	Realizan modificaciones de equipo.
				Poseen vínculos externos como fuentes de información tecnológica.
				Formalizan su investigación y desarrollo.
				Tienen fuertes capacidades de diseño. Sistemas de administración ambiental contemplados en políticas empresariales

Fuente: elaborado con base en Villavicencio y Arvanitis (1998)

Un punto de atención destacado por Pavitt (1984) al desarrollar su taxonomía es que de alguna forma dependiendo del sector en que se encuentre una empresa, se tendrán ciertas fuentes de innovación. Dicha taxonomía emergió del análisis estadístico de más de 2000 invenciones inglesas de la época de posguerra, de acuerdo principalmente al tipo de actividad y explicada por medio de las fuentes de tecnología, la naturaleza de las necesidades de los usuarios y los medios de apropiación. De esta forma Pavitt identifica cuatro tipo de empresas que denomina como *firms dominadas por el proveedor, intensivas en escala, proveedores especializados y basadas en la ciencia*. Y esto tendría que ser tomado en cuenta al tratar de identificar a nuestra empresa de estudio como innovadora, pues determinadas fuentes de innovación pudieran influenciar su comportamiento tomando en cuenta su contexto de empresa en un entorno de país en desarrollo.

El autor describe cada uno de los tipos de firmas de manera que las *dominadas por el proveedor* son aquellas empresa manufactureras y no manufactureras típicamente pequeñas, en donde la mayor parte de la tecnología viene de proveedores de equipo y materiales. Las *intensivas en escala* se encuentran en empresas productores de polvos (como el caso de Nhumo, cuyo producto es un polvo de carbón) y ensamble en donde sus fuentes internas de tecnología son sus departamentos de ingeniería e I+D, mientras que las internas incluyen a proveedores especializados, aunque también involucra a firmas basadas en ciencia de gran importancia. Los *proveedores especializados* son firmas pequeñas que producen equipos e instrumentación de control con una fuente interna de tecnología basada en el diseño y en el desarrollo y externas los usulas empresas basadas en ciencia y las intensivas en escala que son sus usuarios. Finalmente las *firmas basadas en la ciencia* ubicadas en los sectores químico y electrónico con fuentes internas en la I+D y externas las universidades y proveedores especializados.

Debido a que el sector determina e influencia el tipo de actividades innovativas que una empresa es más fácil que desarrolle dadas sus fuentes tecnológicas, por tanto la taxonomía presentada por Arvanitis y Villaviencio mostrada en la tabla precedente debería ser tomada como punto de análisis para una empresa dependiendo del sector en que se encuentre. Así si tratáramos de ubicar a una empresa química mexicana, los autores la ubican como *reactivas*, pero la realidad nos mostraría que cada empresa tiene una combinación de elementos de cada tipo mostrado, por lo que se establecería un primer acercamiento a la definición de empresa por su estrategia, mas no es el único factor a considerar. Al fin de cuentas el tipo de empresa de acuerdo a esta clasificación no necesariamente significa que se empate con los objetivos estratégicos de la misma, es decir si el mercado no le exigiera más, o si toma una postura de autárquica por ejemplo, cuando en realidad tiene características de activa pero por decisiones estratégicas decide explotar mas las primeras características, entonces no solo su estrategia tecnológica se define, sino también su trayectoria.

De manera complementaria a la definición de una estrategia, para autores como Erikson, et.al. (1990) el objetivo de la administración de la estrategia tecnológica es sin duda el

contribuir al calor de la firma ayudándole a asegurar que el flujo de dinero del cual depende dicho valor será sostenido y continuará creciendo. Este tipo de administración efectiva le permitiría a la empresa obtener y sostener ventajas competitivas, desde las mejoras incrementales en la calidad o costo del producto o proceso hasta discontinuidades que permitan crear nuevas oportunidades de mercado. En el caso de Nhumo, la definición de una estrategia tecnológico-ambiental, pudiera determinar puntos de competitividad y creación de valor inmediato, pero como se verá en el estudio de caso la administración efectiva ha sido producto de la casuística y ha limitado el pleno aprovechamiento de sus capacidades.

En este punto cabe mencionar que la estrategia tecnológica no es lo mismo que la estrategia de investigación y desarrollo, la cual sólo se centra en la adquisición de tecnología a través de actividades internas a la firma. El Manual de Oslo ofrece algunas opciones relacionadas con la investigación y desarrollo en las firmas, pues establece que dicha estrategia podría buscar la *investigación básica* para extender su conocimiento fundamental a su proceso productivo (el cual podría no ser el caso de Nhumo, dado las características de sus productos); o bien, buscar *investigación estratégica* (en el sentido de la investigación con relevancia industrial pero no de aplicaciones específicas) en un amplio espectro de proyectos aplicados disponibles e *investigación aplicada* para producir invenciones específicas o modificaciones a las técnicas existentes; finalmente, la opción del *desarrollo de conceptos de productos* que juzgue viables y factibles.

En el tema de la I+D, para Roussell (1991) la nueva dirección de negocios y la dirección corporativa deberían entrar en la tercera generación de I+D, en donde los directores corporativos, de negocios y de I+D trabajan como socios con el fin de establecer estrategias globales de I+D que estén ligadas íntimamente con las estrategias y la visión de negocios y corporativas y que concentren la atención en dar valor a los clientes y a los accionistas. Para este mismo autor, un factor importante en la misión de la investigación y desarrollo depende de la posición del ciclo de vida de la industria, pues en el caso de que la empresa se trate en una etapa de nacimiento es obvio que se opte por el lanzamiento de nuevas actividades y conceptos; mientras que en etapas de crecimiento se optaría por el desarrollo

de nuevas actividades pero también la mejora en la posición competitiva; por su parte, en el caso de la madurez (caso típico de la industria química) el objeto de la I+D se ve influenciado por el mantenimiento de la posición competitiva y surge la disyuntiva del “rejuvenecimiento”. Finalmente, en una etapa de declive, se tendrían las opciones de renovación o abandono.

Esta nueva noción de I+D la considera como fuente de conocimiento para la empresa, pero a la vez supone la capitalización de dichos conocimientos a medida que la I+D de la empresa realiza proyectos que relacionan e involucran a diferentes departamentos. Entonces, esta idea nos plantea que para que una empresa pueda acceder a esta dualidad de la investigación y desarrollo que se traduce en la capitalización del conocimiento, entonces la empresa debe haber pasado por la integración de su plan estratégico corporativo, comercial y de investigación y desarrollo con una fuerte interrelación de todos los departamentos de la empresa

En resumen, esta noción de tercera generación supone la creación de una cartera de I+D equilibrada estratégicamente que responda a las necesidades existentes y a las adicionales de la corporación, al tiempo que contribuye a la identificación y explotación de las oportunidades tecnológicas en actividades existentes y en actividades nuevas. Entonces surgiría la interrogante de cómo tendrían que hacer las empresas químicas mexicanas para llegar a la integración de sus estrategias para poder hacer de la investigación y desarrollo un factor que le permita crear y capitalizar el conocimiento, y como consecuencia aprenda y pueda tener condiciones para generar capacidades.

1.4.2 Las Alianzas Estratégicas Tecnológicas y la Construcción de Capacidades

En este último apartado abordaremos el tema de la construcción de capacidades y las alianzas estratégicas con base en el trabajo de Gómez (2000) para la industria química mexicana que establece un esfuerzo por generar una tipología de empresas acorde con su estrategia de cooperación con un socio (tecnológico) y los beneficios recibidos de dicha estrategia.

La autora parte de los tipos de cooperación existentes en una economía globalizada, nombrando entre otras las fusiones y adquisiciones, alianzas de franquicias, *joint ventures*

(*empresas conjuntas*) y las asociaciones en participación. Como el caso de la empresa en estudio se trata de una co-inversión en capital entre un grupo mexicano y un socio tecnológico extranjero, nos interesa definir a las *joint ventures* como la constitución de un negocio nuevo, independiente y separado, en donde dos empresas crearon una entidad (Nhumo) para llevar a cabo una actividad económica productiva (fabricación de negro de humo grado hulero) en la que ambas desempeñan un papel activo en la toma de decisiones sin incidir en las tareas operativas.

Los principales resultados de este estudio esperaban *ex ante* que las alianzas estratégicas tecnológicas otorgaran a las empresas mexicanas que buscan aliados o socios de cooperación con firmas extranjeras que les favorecerían la tecnología más avanzada, y a cambio otorgarían a las firmas extranjeras el conocimiento y relaciones en el mercado nacional. Con un resultado final traducido en incremento de competitividad de las empresas mexicanas a través del desarrollo de *capacidades*, que incluyeran el conocimiento y la experiencia. Sin embargo, los resultados de la investigación muestran que “*aunque las empresas mexicanas que establecen alianzas estratégicas tecnológicas, en efecto, aportan su conocimiento del mercado, y a su vez reciben la tecnología de la cual carecen, no adquieren capacidades, experiencia y conocimiento, pues la susodicha tecnología se limita a maquinaria y equipo, planos y mantenimiento, en general activos tangibles*”. No así el *know how* ni la formación de recursos humanos otorgando una mayor relevancia a las capacidades de producción en menoscabo de las capacidades tecnológicas (Gómez, 2000).

Finalmente vale la pena cuestionarse también el porque las empresas que contratan tecnólogos finalmente no generan capacidades, conocimientos y experiencias, si el objetivo de dicha alianza era obtenerlas. Es probable que las negociaciones de los contratos no hayan sido el adecuado, y en lugar de potenciar capacidades las inhibió al generar una dependencia excesiva, aunado a la noción de la taxonomía de Pavitt que ubica a la industria química en intensiva en ciencia y dominadas por el proveedor, que nos puede sugerir que algunos elementos adicionales a la alianza eran necesarios para construir capacidades, como la generación de conocimiento relevante que el sector basado en ciencia supone se obtiene de la cooperación con universidades.

CAPITULO 2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA QUÍMICA MEXICANA.

El presente capítulo tiene por objeto, primero el establecer un panorama general de la Industria Química Mexicana y con ello poder situar la realidad de la empresa es estudio y su principal producto dentro del contexto de la dinámica productiva e innovativa nacional. Es por lo anterior, que se establecen algunos aspectos generales de la Industria Química Mexicana relativos a su economía y situación productiva.

El apartado también involucra la problemática ambiental de la industria misma, su desempeño y las herramientas que se han generado para tratar de administrar la naciente relación entre la tecnología, economía y medio ambiente, como un nuevo paradigma cada vez más necesario como factor de competitividad y permanencia en el mercado y no sólo como una condición de una nueva sociedad que busca empresas cada vez mas responsables social y ambientalmente.

2.1 LA INDUSTRIA QUÍMICA EN MÉXICO (IQM).

2.1.1 Antecedentes Históricos de la IQM

Los trabajos de Giral (1978) y Máttar (1994) son fundamentales para comprender la historia de transición de la industria química mexicana, desde sus cimientos en los años 50's con el establecimiento en nuestro país de las primeras plantas productoras de artículos químicos no diferenciados (principalmente fórmulas de bajo valor agregado y bajo precio por unidad de volumen); su consolidación con las inversiones de PEMEX en diferentes negocios como el del azufre y derivados de petróleo y la “mexicanización” con procesos de fusión y co-inversión de las diversas empresas extranjeras establecidas en el país para beneficiarse de la política de sustitución de importaciones clara del gobierno mexicano. Siguió a esta etapa de consolidación la de crecimiento acelerado, apertura y desaceleración en el periodo de 1973 a 1988, para finalmente analizar la etapa de reestructuración hasta antes de la crisis de 1994. Después de este año, no se tiene una fuente clara del desarrollo de la industria química mexicana, con diversos estudios de Villavicencio et. al.(1995) y Arvanitis y Villavicencio (1998) que buscaron conocer el estado del aprendizaje tecnológico en esta industria y que fueron enunciados en el capítulo primero de este trabajo.

En este marco de análisis histórico de la industria química mexicana, nos permite situar el desarrollo de un grupo tan importante como lo es Girsá para este país, beneficiado de fusiones desde los años 60's con Monsanto, y el desarrollo propio de otras empresas como Negromex que posteriormente fueron adquiridas (ambas) por el grupo DESC. Es por ello que resulta importante el análisis histórico, pues nos da una idea mas clara del entorno macroeconómico que coadyuvo al fortalecimiento de un grupo de empresas, de la cual es parte Nhumo, y que le permitió o no favorecer el desarrollo de procesos de aprendizaje que integraron en la actualidad la variable ambiental a las diferentes variables tecnológicas de la firma, y que le favorecería tener una dinámica eco-innovativa y eco-eficiente.

Los trabajos de Unger (1994) relacionados con la industria química mexicana relacionadas con las características del producto y la tecnología resultan pertinentes en el sentido que abordan de manera un poco más específico al sector petroquímico secundario. En este sentido el autor parte de la premisa de reconocer que la madurez alcanzada por muchos productos petroquímicos en la evolución tecnológica mundial ha generado una creciente incertidumbre por su desarrollo mismo. En este mismo sentido, el Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, IMIQ (1995) planteaba ya planteaba ya las inquietudes del desarrollo de una industria química del futuro, que equiparara las características y posiciones del mercado mundial y que impactara a los sectores industria, gobierno, profesionales y trabajadores, grupos financieros y sociedad en general en busca de conseguir una industria eficiente y estándares de calidad a nivel internacional.

El sector petroquímico secundario, en donde el negro de humo como producto ha sido ubicado en años recientes se caracteriza por contar con una estructura industrial de tipo oligopólico, formando en su mayoría por grupos corporativos que tienden a expandirse en nuevos negocios. De igual forma Unger describe a una industria petroquímica concentrada dado la poca cantidad de empresas con una estructura de oferta que varía en función del producto. La tecnología es vista en general, como un factor de alto valor estratégico y que puede influir en la competitividad de las empresas que se dedican principalmente a *actividades de producción maduras* y rara vez a actividades de innovación con un gran énfasis en la tecnología de procesos. Finalmente, el autor marca a las actividades de

producción como dirigidas principalmente a procesos y productos maduros de amplia difusión internacional, mientras que en el mercado nacional como se encuentran concentrados, entonces las empresas se orientan a mejorar la eficiencia productiva y con poca frecuencia al desarrollo de nuevos productos.

Durante muchos años, la industria química en México era vista solamente como una serie de procesos con operaciones unitarias que involucraban la administración de materias primas, productos intermedios, finales y energía, y que la responsabilidad de los profesionales de la química se limitaba a producir dentro de especificaciones los productos demandados por el mercado sin tomar en consideración los “indeseables” que se generaban y que eran vertidos como contaminantes en el aire, agua o tierra. Se pensaba también que no existía una relación directa entre la aplicación de la tecnología para transformar los materiales y la energía y el uso de innovaciones tecnológicas para evitar el impacto ambiental en los ecosistemas, despreciando también la relación entre el medio ambiente y la economía a nivel global, regional o local. El nuevo paradigma de la industria química mexicana enunciado por Soto (1997) viene justamente a apoyar las interrogantes planteadas para la presente investigación, pues si la industria química se dio cuenta de la emergencia de un nuevo modelo de desarrollo sostenible basado en la interrelación entre *energía, medio ambiente y economía*, soportado por la *innovación tecnológica*; entonces supone un desarrollo estratégico motivado por una nueva forma de pensar que podría dirigir sus esfuerzos por integrar estas variables que hasta entonces, al menos en el caso de la industria nacional, no parecía ser evidente como generador de beneficios para industria y sociedad.

Tabla 2.1.1 Paradigmas Tecnológicos en la Industria Química

Viejo Paradigma	Nuevo Paradigma
Commodities	Especialidades
Química tradicional	Química fina Biotecnología Nuevos Materiales Mercados estratégicos
Ventas por volumen	Interrelación tecnología, economía y desarrollo sostenible

Fuente: elaboración propia con base en Perez (1996) y Soto (1997)

Es por ello que resulta conveniente cuestionarse si esta coexistencia de paradigmas mostrado en la tabla 2.1.1 pudiera ser válido para situar el paradigma que la empresa en

estudio pudiera estar siguiendo. Pues el viejo paradigma esta mas bien situado en la química tradicional y la producción de commodities, mientras que el nuevo paradigma supondría la producción de nuevos materiales o de materiales con un mayor valor agregado (muy diferentes a aquellos productos con que inició la industria química nacional) dirigidos a mercados estratégicos y con una integración de este nuevo modelo de desarrollo sostenible para la industria química. Es por ello que resulta interesante comparar en la empresa en estudio posteriormente sus características en uno y otro paradigma, e inferir como pudo haber evolucionado, en su caso.

2.1.2 La Evolución de la Industria Química en México

En el año de 1999, de acuerdo con el anuario 2000 de la Evaluación de Riesgos Sectoriales y Perspectivas de BITAL (BITAL, 2000) la economía mexicana reportó resultados más favorables de los inicialmente previstos. Factores internos y externos favorecieron el desempeño económico, con lo cual mejoraron notablemente las expectativas económicas y financieras de mediano plazo.

Los dos resultados más importantes en materia económica fueron la reducción de la inflación a 12.32% y el crecimiento económico del 3.7%. En ambos casos, los resultados superaron las metas establecidas para ese año por el Gobierno, que inicialmente estimaba un 13% y un PIB de 3.0%.

El descenso de la inflación se dio con base en la estabilidad del tipo de cambio y en el descenso de precios de algunos insumos. La continuidad en el manejo de la disciplina fiscal y la aplicación de la política monetaria enfocada a disminuir la inflación, generaron condiciones favorables para el crecimiento de la economía, la cual se sustentó en el dinamismo de las exportaciones y en la reactivación significativa del mercado interno.

Según datos del Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana (ANIQ, 2001), para el año 2000 el Índice Nacional de Precios al consumidor (cuadro A 1.1 del Anexo) creció en un 9% mientras que el Índice Nacional de Precios al Productor aumentó en 6.4% (cuadro A1.2 del Anexo), con una base 1994=100. Para el mismo año, cifras preliminares del

Banco de México (cuadro A 1.3 del Anexo) indican que el valor total del PIB del país (a precios constantes) aumentó en un 6.9% comparándolo con el reportado para el año 1999. Para el 2000, el PIB de la industria manufacturera creció 6.6% registrando incrementos en casi todas sus divisiones como se puede observar en los cuadros relacionados en los anexos de este trabajo.

La industria química en México es una parte importante y participativa de la economía nacional, y por ende, las diferentes variaciones de la economía mexicana afectan su desempeño. La industria química mexicana (IQM) está constituida por empresas de diferente nivel de desarrollo tecnológico, diferente estructura de capital y diversos tamaños y cumple un papel importante en la actividad económica del país.

La producción del sector químico en el año 2000 (ANIQ, 2001) registró un aumento de 4.0% con respecto al año anterior, acumulando 13,220 millones de dólares. El consumo doméstico aumentó 6.5% mientras que las exportaciones también crecieron 21.0%. El sector químico registró una disminución del 16% en el valor en pesos constantes de la producción, con respecto a 1999.

Del valor total de la producción, el 70.9% corresponde a materias primas, el 10.8% a sueldos y salarios y el 3.9% a energéticos. La inversión en la industria química en el año 2000 fue de 880 millones de dólares, en comparación con los 847 millones del año anterior representando un aumento del 3.8%. La evolución del PIB del sector se encuentra en la tabla 2.1.2.

Tabla 2.1.2 Producto interno Bruto. Tasas de crecimiento. División de Químicas, Derivados del petróleo

PIB Total	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000e	2001e	Participación Total	Rama
S. 33 Petróleo y derivados	5.7	(6.4)	3.5	(0.2)	4.8	1.3	4.0	5.1	0.3	11.7
S. 34 Petroquímica básica	8.3	4.3	(11.2)	(9.4)	(12.4)	(10.5)	4.2	3.0	0.1	3.3
S. 35 Química básica	3.1	2.9	3.3	8.2	2.4	4.9	4.6	3.8	0.3	10.5
S. 36 Fertilizantes	13.0	15.6	11.0	0.8	(4.6)	12.9	(6.0)	2.2	0.0	1.5
S. 37 Resinas sintéticas y fibras químicas	5.6	8.2	11.9	10.0	8.5	3.9	4.9	4.0	0.3	10.0
S. 38 Productos farmacéuticos	(4.5)	13.1	1.6	6.9	7.2	(0.9)	4.1	4.5	0.5	17.2
S. 39 Jabones, detergentes y cosméticos	3.7	(6.7)	12.9	5.3	8.5	5.2	3.7	4.8	0.4	12.9
S. 40 Otros productos químicos	3.3	(10.1)	7.6	13.0	12.6	8.9	7.6	7.0	0.4	13.1
S. 41 Productos de hule	5.3	(10.1)	18.2	12.2	13.0	(0.7)	3.1	3.8	0.2	6.3
S. 42 Artículos de plástico	6.4	(6.9)	12.8	11.2	4.7	3.1	6.4	4.6	0.4	13.6
Total División	3.4	(0.9)	6.5	6.8	6.1	2.8	4.7	4.7	3.0	100.0

Fuente: INEGI, e=estimación, S= sector

Acorde con este mismo Anuario Estadístico de la ANIQ se tiene que la industria química en México esta localizada principalmente en cinco estados, y del total de las 471 plantas establecidas en el territorio nacional poco más del 26% se encuentran ubicadas en el Estado de México, el 17% en Veracruz, el 16 % en el Distrito Federal, 7% en Nuevo León y alrededor del 5% en Tamaulipas concentrando en conjunto poco más del 70% del total de empresas afiliadas (siendo condición de afiliación el suscribirse al programa de Responsabilidad Integral que será detallado en un apartado posterior, por lo que el espectro de empresas podría incrementarse en algún grado al considerar las empresas no afiliadas).

Cabe mencionar que hasta el año de 1996, el producto principal de la empresa Nhumo, el negro de humo, estaba considerado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática dentro de la clasificación de *otros productos químicos*. A partir del año de 1997 la fuente de información de INEGI deja de reportar datos para el negro de humo dentro de dicho sector, debido a una reestructuración en el catálogo de productos para ubicarlo a

partir de ese momento dentro de la *petroquímica secundaria* en las publicaciones especializadas (INEGI, 2000).

Por lo tanto, a partir de este año el negro de humo se ubica junto con los elastómeros en el sector de Petroquímica Secundaria como *Elastómeros y negro de humo* para el INEGI o de *Hules Sintéticos y Hulequímicos*¹ para la ANIQ, teniendo como empresas participantes a Industrias Negromex, SA de CV, Nhumo, SA, Crompton Corporation, SA de CV y Micro SA de CV que fabrican principalmente productos terminados (elastómeros y/o hule) destinados a servir a las industrias llantera, calzado, partes industriales y automotrices principalmente.

De la misma fuente de información se extrae que la producción total de este sector durante el año 2000 fue de 288, 738 toneladas, correspondiendo al negro de humo la cantidad de 114, 321 toneladas que comparadas con el año anterior (1999) representó un aumento del 1%. La balanza comercial arroja unos datos de importación del sector del orden de 167, 576 toneladas, siendo solamente 10, 517 toneladas de negro de humo por 26, 042 toneladas exportadas en el mismo periodo. Como Nhumo es el único productor en México de negro de humo, entonces los datos presentados de producción para el año 2000 corresponden a la empresa, mientras que las importaciones se atribuyen a competidores que entran al mercado nacional y las exportaciones al excedente de Nhumo de producto que exporta a diversos mercados en el mundo.

¹ Esta clasificación del negro de humo en el sistema de cuentas nacionales pudiera resultar confusa si revisamos los datos registrados para el INEGI dentro de *Elastómeros y Negro de Humo* comparados con los propios de la ANIQ para *Hules Sintéticos* y *Hulequímicos*; sin embargo, de manera general los términos son prácticamente sinónimos puesto que la industria hulera se divide en el sector productor de elastómeros (transformación de productos petroquímicos y vegetales en hule y látex, como el caso del SBR, BR, Butilo, etc.) y el sector manufacturero de hules (fabricación de productos terminados de hule). Paradójicamente, el negro de humo es una forma alotrópica de carbón y no se trata de un “hule”, pero debido a que su aplicación principal es como reforzante de materiales poliméricos (elastómeros y hules) pudiera ser la razón para ubicarlo dentro de esta clasificación.

2.2 ALGUNOS ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

El advenimiento de la Revolución Industrial en Inglaterra en el siglo XVIII, no sólo trajo como consecuencia el desarrollo económico y el progreso industrial, sino también una serie de mejoras técnicas derivadas de las exigencias de la naciente Industria, y un sinnúmero de problemas inherentes a la misma dinámica del cambio, en específico problemas sobre el medio ambiente.

En términos *ambientales*, la Revolución Industrial se hizo gracias al aprovechamiento del carbón, el vapor y el hierro. Los gases de combustión generados por todas las civilizaciones anteriores a la industrialización no llegaron a producir ningún efecto significativo sobre el ambiente. El combustible más usado era la madera, pero al continuar creciendo la población, como consecuencia directa de la industrialización, los bosques de Europa desaparecieron rápidamente, hasta el propio descubrimiento y explotación de las minas de carbón (Erickson, 1993).

Entonces, podríamos sugerir que históricamente, y según las diferentes etapas de producción que la humanidad ha registrado, la conciencia ecológica y ambiental se ha ido modificando. El hombre recolector se preocupaba poco por los desperdicios, mientras que al momento de hacerse sedentario se le presenta el problema; pero llegada la época de progreso, y en el momento de generar utilidades el producir algún satisfactor, entonces nuevamente parece el hombre olvidarse y despreocuparse de que hacer con aquello “no deseado” o “no esperado”: la degradación del ambiente (Perez, 1984).

Un punto muy importante que no sería desarrollado por los autores “pioneros” de la innovación y cambio tecnológico como tal, es la relación de los factores socioeconómicos y los factores de protección del ambiente, mal entendidos como “ecológicos” pues la *ecología* es la ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos con su entorno, mientras que la protección del ambiente involucra todas las mejoras tecnológicas de procesos, productos, servicios, etc., de manera tal que se signifique en un impacto mínimo en el

ambiente y / o entorno, desde el desarrollo de un nuevo producto, su producción, y hasta la disposición final -.²

Durante las últimas décadas, los problemas relacionados al medio ambiente han tomado una dimensión particular en el escenario global. Los rápidos cambios tecnológicos y patrones innovativos han contribuido al desarrollo de los países y las firmas globales, pero en el caso de los países en desarrollo, como el caso de Latinoamérica, parecería no haber ocurrido de igual forma que en los países desarrollados.

Para autores como Jenkins(2001) los problemas ambientales “verdes” (deforestación, protección de los bosques, etc.) han tomado un lugar muy importante en la agenda de los países Latinoamericanos, incluido México. Pero parecería ser que la literatura relacionada no ha demostrado claramente el interés y preocupación por los aspectos “cafés” del medio ambiente (es decir, los relacionados a las firmas, productos, procesos, gustos de los consumidores, integración de los objetivos económicos estratégicos con la administración del medio ambiente, utilidades con “principios”, etc.); o sólo lo ha tratado de manera superficial en el sentido de ver a estos aspectos como tecnologías de fin de tubo o para “reparar” el daño causado al ambiente.

Las oportunidades centrales dadas por una discontinuidad tecnológica y factores de mercado no siempre pueden ser fácilmente usados para mover el valor de los productos a la sostenibilidad y la innovación en materia ambiental, posiblemente debido a numerosas razones y barreras. Y pareciera que no existe aún suficiente evidencia empírica para demostrar que las firmas se encuentran motivadas a innovar y acumular *aprendizaje “ambiental”* con el fin de formular capacidades tecnológicas y una adecuada estrategia ambiental integrada a su estrategia de negocios y tecnológica, debido quizás a la presencia de costos hundidos y otras variables no evidentes en las primeras etapas del proceso innovativo; no sólo para agregar valor a sus bienes, sino para hacerlo parte de la cultura de la organización, involucrando un cambio técnico y organizacional. El cual, podría ser el

² Para el desarrollo del presente trabajo –y sin afán de entrar en una contradicción con lo anteriormente expuesto- se utilizará el término “ECO” para denotar connotaciones ambientales, debido a la enorme difusión que tiene el prefijo en el medio, además de que favorece de mayor forma la comprensión de los temas ambientales por parte de los lectores.

caso de Nhumo, pues podría ser que ante una discontinuidad que se le presentó en su historia, pudo encontrar que invertir en el medio ambiente le representa flujo, y como consecuencia una imagen mejor imagen como empresa. Pero si este fuera el caso, ¿cuales fueron los motivantes para ello?

Para el Manual de Bogotá (2001), el tema de la gestión ambiental y las capacidades de innovación es abordado en el sentido de su importancia es creciente para las firmas, ya que tanto las regulaciones públicas como los propios mercados tienden a premiar a las firmas que son “amigables” con el medio ambiente. Por otro, hay consenso sobre que la eficiencia de la gestión ambiental depende de su integración con el resto de las actividades de la firma. En particular, el surgimiento de soluciones *cost-effective* de los problemas ambientales depende de las capacidades innovativas acumuladas por la firma; en otras palabras, la gestión ambiental debe estar asociada a los procesos de cambio tecnológico y organizacional que se desarrollan a nivel global dentro de la firma .

Por consiguiente, acorde con este Manual, los indicadores seleccionados para estudiar estos fenómenos de interrelación entre la variable ambiental y la innovación deberían incluir referencias tanto a la gestión de calidad como a la gestión ambiental, ya que ambos reflejan dimensiones específicas de las capacidades tecnológicas acumuladas a nivel de las firmas, al tiempo que son factores clave para la definición de la competitividad en el contexto de la actual oleada de innovaciones tecnológicas y organizacionales vinculadas con la generalización de las prácticas toyotistas, la introducción acelerada de la microelectrónica en el taller y el fin del paradigma de desarrollo basado en el uso intensivo de los recursos naturales.

Si el comportamiento histórico de la industria química generó problemas y soluciones, entonces supondría que aprendió en algún grado y pudo general algunas prácticas que le ayudarían a administrar su desempeño ambiental. Para poder entender un poco más la realidad de la industria nacional es que en el siguiente apartado se trata el tema del desempeño ambiental en la misma.

2.3 DESEMPEÑO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA MEXICANA.

En los trabajos de Dasgupta, et. al. (1997) para el Banco Mundial sobre el desempeño ambiental en la industria mexicana, los autores analizan los determinantes del desempeño ambiental de una muestra de empresas mexicanas, con un énfasis especial en el efecto de políticas administrativas, el grado de esfuerzo para incrementar el desempeño ambiental y el tipo de estrategia administrativa implementada por la empresa . El estudio comprende también el impacto del desempeño de algunos otros factores como las relaciones entre la propiedad, economías de escala, sector, comercio y negocios, regulaciones locales, presión social de las comunidades, educación de los gerentes y experiencia, así como el grado de educación propia de los trabajadores. Justo en este marco de análisis valdría la pena comparar a Nhumo, pues es una empresa que declara tener un alto desempeño ambiental y con todo su personal esta compenetrado en el tema de protección del medio ambiente, y no sólo sus especialistas ambientales, la cual es una de las principales aportaciones de este trabajo del banco mundial.

De igual forma, reconoce que las políticas administrativas al nivel de la planta y el desempeño ambiental se determinan simultáneamente. Mediante un desarrollo de una estimación econométrica, los autores realizan un modelos de dos etapas de mínimos cuadrados para obtener las variables del modelo de la distribución de la muestra, los índices administrativos y de desempeño ambiental. Este modelo, las variables significativas encontradas asociadas a los esfuerzos administrativos fueron: escala (a los niveles planta y firma); regulación y reforzamiento; educación general de los trabajadores; y el comercio público del acervo de la empresa.

Los autores utilizan un modelo de dos etapas, y en el primero de ellos, la regresión resulta ser un instrumento para generar índices administrativos que serian usados posteriormente en la ecuación de la segunda etapa, la cual a su vez, prueba las fuentes de variación en cumplimiento de las regulaciones ambientales.

Los resultados de esta estimación econométrica resaltan la importancia de las variables administrativas y sugiere que la implementación de nuevos estándares internacionales

(como el caso de ISO 14000) incrementaría significativamente el desempeño ambiental de las empresas mexicanas. De igual forma, los autores sugieren que el desempeño ambiental puede ser mejorado mediante el involucramiento de los gerentes generales en las tareas ambientales en lugar de delegarlo a gerentes especializados, puesto que conocen todo el proceso y pueden implementar mejoras en el mismo.

Las principales implicaciones encontradas en su estudio resaltaban que:

1. El proceso es importante. Aquellas plantas que instituyen procedimientos administrativos internos tipo ISO 14000, muestran un desempeño ambiental superior.
2. Las acciones mayores funcionan. El entrenamiento ambiental para todo el personal de planta es mas efectivo que el desarrollar un cuadro de especialista ambientales; el asignar tareas ambientales a los gerentes generales es mas efectivo que usar gerentes ambientales especiales.
3. Las presiones regulatorias funcionan. Aquellas plantas que han tenido experimentado inspecciones regulatorias y de reforzamiento son significativamente más limpias que sus contrapartes.
4. El escrutinio público promueve políticas ambientales mas fuertes. Las firmas mexicanas que son tratadas públicamente, son significativamente más limpias que sus contrapartes que se mantienen en privado.
5. El tamaño importa. Las grandes plantas en firmas multi-plantas son mucho mas propensas a adoptar políticas que mejoran el desempeño ambiental.
6. La influencia de la OCDE no importa. Los análisis del control de la contaminación en los países en desarrollo generalmente asumen que las plantas relacionadas con las economías de la OCDE tiene un desempeño ambiental superior. Sin embargo, no se encontró un papel significativo para ningún vínculo con la OCDE: propiedad multinacional, comercio, entrenamiento administrativo o experiencia gerencial.
7. Las nuevas tecnologías no son significativamente más limpias. El estudio no encontró evidencia que en las plantas con nuevos equipos tengan un mejor desempeño ambiental, debido a que otros factores son tomados en cuenta.

8. La educación promueve una producción más limpia. Las plantas con un mayor grado de educación de sus trabajadores, tienen un esfuerzo de administración ambiental significativamente mayor y un mejor desempeño.

Finalmente, reconocen que es vital el entrenamiento general del personal de la firma en temas ambientales, para coadyuvar en la resolución de esta labor de los gerentes generales. De esta forma, el conocimiento esta en el “ambiente” de la planta y se hace parte de la corporación.

2.4 ECO-INNOVACIÓN EN LAS FIRMAS Y LA INDUSTRIA, UNA ALTERNATIVA TECNOLÓGICA.

2.4.1 Algunos Conceptos Básicos

Según estudios recientes de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, OECD (2001a), el proceso de innovación contempla diversos factores o elementos que involucra desde la concepción de la idea, diseño, fabricación de prototipos, pruebas, fabricación del diseño (I+D) y comercialización hasta obtener un producto vendible en el mercado. Pero existen muchos otros elementos como el proceso productivo, proveedores, insumos, productos vendibles, mercados, sistema productivo, etc. que pueden ser utilizados para integrar la variable ambiental dentro de la multidimensión, de forma tal que la mejora continua, el aprendizaje y las mejores prácticas deriven en eco-producción y eco-eficiencia, no solo como procesos administrativos, sino integrado desde el inicio del proceso hasta su consecución final.

La OCDE (1999a) realiza un análisis para sus países miembros de la medida en que los diversos mecanismos de política ambiental actualmente se traducen en mejoras e innovaciones. La tabla siguiente muestra para el caso de los países miembros, no incluido México, el tipo de respuesta tecnológica que tienen las empresas en general ante el establecimiento de una herramienta de tipo ambiental. En este sentido podemos observar que cuando el productor esta comprometido con su empresa y la sociedad tiene mayor tendencia a generar innovaciones, y en nuestro caso lo podemos extrapolar a eco-innovaciones, mientras que los esquemas voluntarios resultan en menor impacto innovativo. Esto pudiera ser por el hecho de que los esquemas voluntarios instan al

cumplimiento, y esto no garantiza aprendizaje tecnológico y por ende innovaciones. Sin embargo, parece ser que los instrumentos relacionados con las mejoras productivas pudieran tener un impacto en las innovaciones incrementales, aunque no resultaría claro si para el caso mexicano aplicaría dadas las características de seguidores del mercado mundial.

Tabla 2.4.1. Instrumentos de política ambiental y tipos de respuesta tecnológica

Instrumentos	Innovación radical	Innovación incremental	Innovación continua	Difusión de Tecnología	Grado de respuesta de una industria madura
Estándares de productos	X	XX	X	XXX	X
Pruebas de mercado	X	XXX	N/A	N/A	-
Estándares de desempeño	X	XXX	XX	XX	X
Especificaciones tecnológicas	X	XX	X	XXX	-
Cargas contaminantes	X	XXX	XXX	XX	XX
Tratamiento de emisiones	X	XX	XX	X	XX
Subsidios ambientales	XX	XXX	XX	XXX	-
Responsabilidad del productor	XXX	XX	XX	X	XX
Esquemas voluntarios	X	XX	XX	XXX	XX

Notas: X = baja, XX = media, XXX= alta. N/A= no aplica

Fuente: tomado de OECD (1999a) citado en Heaton (1997).

Este tipo de información nos conduce a pensar si los esquemas que se conducen actualmente en la industria química mexicana, como una industria madura y con una capacidad de respuesta a la innovación media en general, favorecerían o no la generación de cierto aprendizaje que se traduzca en eco-innovaciones, puesto que en un entorno diferente, parecería que sólo las empresas que están motivadas internamente lo harían, dadas las condiciones de un mercado que aun no exige cabalmente como condición de compra o permanencia los eco-productos, procesos o servicios.

De acuerdo con Fussler y James (1998), por **Eco-innovación** debemos entender el proceso de desarrollo de nuevos productos, servicios o procesos los cuales proporcionan a los clientes y al negocio valor y que disminuye al mismo tiempo el impacto ambiental. Lo

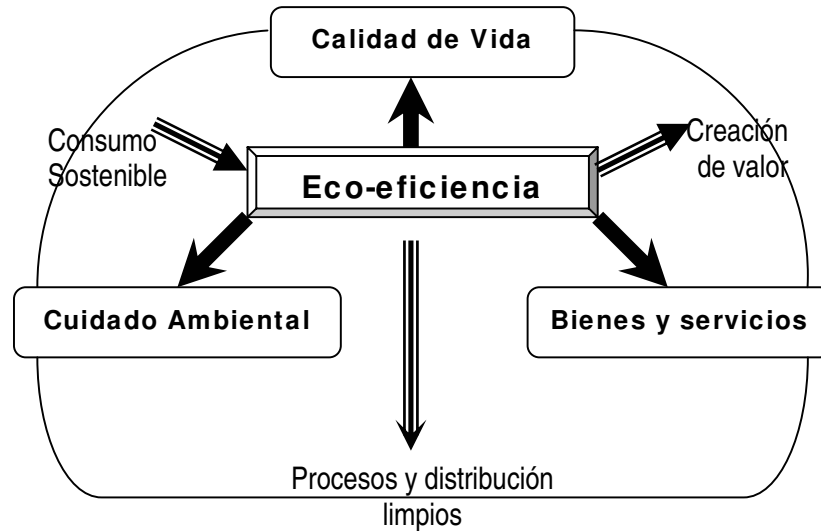
anterior significa para la empresa el desempeño ambiental de sus marcas, y el desarrollo de productos, procesos y servicios “eco-eficientes”.

Por ejemplo, para la empresa Suiza Unilever, lo anterior incluye una creciente alerta de parte de los innovadores y estudiosos del mercado en la empresa; integración formal de las evaluaciones de “eco-eficiencia” en todos los programa de innovación; investigación sobre los hábitos de los consumidores y su comportamiento frente al ambiente; y el desarrollo de programas de cooperación con la industria y sus distribuidores con el objeto de promover el desarrollo de productos con el menor impacto ambiental posible (Unilever, sitio web).

Por ende, el concepto de eco-innovación se encuentra íntimamente ligado al concepto de **Eco-eficiencia**. Este concepto fue acuñado originalmente por las empresas miembro del Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (CMEDS, *World Business Council for Sustainable Development*). La eco-eficiencia se alcanza con la producción de bienes y servicios competitivos que satisfagan las necesidades humanas y aporten calidad de vida, mientras se reduce, progresivamente, el impacto ambiental y el uso intensivo de recursos a lo largo del ciclo de vida del producto, a un nivel, al menos, en línea con la capacidad de carga de la tierra como se puede ver en la Figura 3.1 (Fussler, 1998). Y este podría ser el enfoque actual de Nhumo, el abrazar la eco-eficiencia como motor de su proceso de búsqueda de mejora continua y por ende de innovaciones incrementales en su proceso de negro de humo, lo cual será tratado en el estudio de caso, pues el cómo se llega a estas prácticas es importante, no sólo producto de la casuística.

La eco-eficiencia es entendida por la AISTAC y CEDES (2002) como la producción de más con menos, esto es, utilizar menos recursos naturales y energía en el proceso productivo, reducir los desechos y atenuar la contaminación. Al hacer esto, se van reduciendo continuamente los impactos ecológicos y la intensidad en el uso de los recursos a través del ciclo de vida del producto a un nivel igual o menor que la capacidad de medio ambiente para soportarlo.

Figura 2.4.1. Las tres seguridades de la eco-eficiencia.



Fuente: Tomado de Fussler y James, Op. Cit. p. 138

En resumen, se puede decir que la meta final de la eco-eficiencia es buscar la elaboración de bienes y la prestación de servicios a precios competitivos, que satisfagan las necesidades humanas y eleven la calidad de la población, promoviendo la reducción progresiva del impacto ambiental negativo de los productos. Sus características incluyen:

- *Énfasis en el Servicio a Cliente:* un conocimiento profundo de los servicios y productos que ofrece le permite a las empresas abrir oportunidades para entregar productos menos intensivos desde el punto de vista ecológico y con mayor valor.
- *Énfasis en el Ciclo de Vida:* la actividad y éxito empresarial serán cuantificados cada vez más por la forma en que sus productos o servicios satisfacen las necesidades de los clientes.
- *Ciclo de Vida:* las empresas añaden valor a las actividades a través del control y evaluación del impacto en cada etapa. Un enfoque de ciclo de vida puede dar lugar a decisiones para rediseñar los procesos y productos, con el objetivo de minimizar el impacto, maximizar la eficiencia y medir el valor agregado generado.
- *Eco-capacidad:* el punto fundamental de la eficiencia es permitir a las empresas generar un mayor valor dentro de los límites impuestos por la capacidad de carga del planeta

(capacidad de absorción³ de residuos, mantenimiento de biodiversidad, etc), a través de un proceso de mejora continua que refleje la filosofía “podemos hacer más con menos”.

Estos mismos organismos de los que Nhumo forma parte (AISTAC y CENDES, 2002) establecen que la eco-eficiencia ahorra dinero, pues al aplicar un programa de eco-eficiencia la reducción de costos puede verse reflejada inmediatamente en los resultados de la empresa, ahorros tales como: menor uso de materias primas, energía y agua, por ejemplo. A largo plazo, quizá, podrían surgir otros ahorros adicionales al evitar multas costosas por suelos contaminados o por rebasar límites de contaminantes permitidos por la normatividad. Con la introducción de programas de este tipo, las empresas de la zona industrial de la zona industrial Tampico-Altamira generaron proyectos que contribuyeron al logro de objetivos comunes y aportaron un valor agregado, al tiempo que promovieron un desarrollo sostenible en beneficio de la industria y la comunidad. Las empresas se percataron que los desechos que generaban eran señal de ineficiencia y buscaron reutilizar los residuos o subproductos para obtener beneficios económicos y ambientales. A través de la eco-eficiencia las empresas pueden contribuir al bienestar social de la población a través de la creación de fuentes estables de empleo y de productos amigables con el medio ambiente.

Entonces, encontramos de manera visible, que la eco-innovación y la eco-eficiencia van de la mano, es decir, no se puede hablar de una sin incluir a la otra. Y en este sentido, al ser conceptos complementarios, el reto de la empresa es integrar la eco-innovación en sus productos, procesos y servicios (PPS) de manera eco-eficiente.

Por su parte, y en un sentido ambientalista, algunas publicaciones especializadas han definido al **Desarrollo Sostenible** como aquel desarrollo que satisface las necesidades esenciales del presente, pero sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades futuras. Es decir, el desarrollo con pleno respeto del entorno y con el máximo

³ A diferencia del término empleado en el apartado de “construcción de capacidades tecnológicas” de este mismo trabajo; en términos fisicoquímicos, la *capacidad de absorción* se refiere a la “facilidad” con que se completa el fenómeno de transferencia de masa que se lleva a cabo de dos fases, cuando por ejemplo, se disuelven en un líquido (llamado absorbente) uno o varios gases presentes en una corriente gaseosa (por ejemplo, aunque también puede intervenir el estado sólido como absorbente o desorbente), reduciendo así el gradiente de concentración original para la primera fase (en el caso citado, el líquido). (Solís y Labra, 1996; Coulson y Richardson, 1964)

aprovechamiento de los recursos. Cabe mencionar que se trata de un concepto complejo que abarca las interrelaciones entre distintas dimensiones sociales, económicas y ambientales, tanto en los niveles nacionales como regionales y globales, en un intento por integrar el desarrollo económico y social con el desempeño ambiental. Los componentes del desarrollo sostenible⁴ incluyen el bienestar humano (salud, educación, vivienda, seguridad, protección a la infancia, etc.), el bienestar ambiental (aire, agua y suelo) y sus interacciones (población, equidad, distribución de la riqueza, desarrollo económico, producción y consumo, gobierno, etc.). Por su parte, las dimensiones del mismo involucran un capital humano y social (salud, destrezas, conocimiento, pertenencia, etc.), un capital económico (edificios, estructura, maquinaria, vehículos, etc.), y un capital ambiental (minerales, bosques, especies de flora y fauna, aire, agua, suelo, etc.). La sostenibilidad significa responsabilizar a los empleados de la firma, ciudadanos y comunidades, además de hacer referencia a la ética, la seguridad socioeconómica y el medio ambiente (*Este País Tendencias y Opiniones*, 2000).

Aquí surge un punto importante de mencionar, el enfoque estratégico del proceso eco-innovativo es muy específico a cada sector industrial, además de la naturaleza del conocimiento requerido y de la especificidad del entorno, pero el enfoque estratégico de la firma debería tener aspiraciones de desarrollo sostenible para ser capaz de reducir costos produciendo “limpiamente” y con ello empatar la nueva conducta de la firma con los nuevos gustos de la sociedad, es decir lograr una estrecha relación proveedor-usuario que le permita desarrollar relaciones de cooperación en materia de tecnología y medio ambiente (OECD, 2001b).

Para Fussler y James (1998), otro factor importante es referente a la información, pues el acceso libre a la información dentro de un país o entre los países es un aspecto fundamental para el desarrollo sostenible. Debido a que se vinculan los medios de comunicación y una legislación que permite tener acceso a ella como instrumento político, estos se traducen en el primer paso para tener una base sólida de “justicia ambiental” y una industria “limpia”.

⁴ Para el propósito del presente trabajo, denotaremos el término “desarrollo sostenible” en un sentido de uso eficiente con regeneración, es decir, aquello que se utilice tiene que ser reincorporado de manera tal que se conserve un equilibrio, y no se impacte negativamente al ambiente

En este sentido se pueden identificar tres elementos que mejoran la información y ofrecen incentivos para un consumo sostenible:

1. La internacionalización de los costos ambientales, pues si en el mercado global se tornan homogéneos los costos por conceptos ambientales, los productores y consumidores estarían de acuerdo en incluir esta variable, y por ende, una posible variación de los precios sería aceptada socio- económicamente.
2. Los códigos de conducta en publicidad, mostrando mayores elementos informativos y menos subjetivos, las firmas pueden mostrar un alto contenido social en su mercadotecnia sostenible.
3. Las eco- etiquetas, relacionadas con información real en publicidad, pero que además permitan identificar a los consumidores aquellos productos que sean “amigables” con el entorno y con ello les otorgue un valor agregado, es decir, favorecería la creación de valor en los productos.

Para estos mismos autores, dentro de todo los posibles motivantes a la eco-innovación (presiones sociales, legislación ambiental, cuotas para la protección del medio ambiente, cuotas sobre la extracción de recursos naturales, deducción de impuestos, posicionamiento dentro de mercados específicos, estado financiero de la firma, política ambiental del país en que se encuentre, misión de la firma, etc.) el punto de competitividad de las firmas es un punto medular para la decisión estratégica⁵ en una economía de mercado. Puesto que el objetivo primordial de toda firma es la obtención de beneficios, para lo cual deben ser competitivos, entonces al perder esta característica la firma estaría condenada a salir del mercado. Es por ello, que las firmas pueden tomar dos posturas con respecto a la cuestión ambiental:

1. Debido a que una mejora en cuestiones “ambientales” significa para la firma costos adicionales, es decir, es una inversión que no genera un valor tangible y es vista como una carga extra que pudiera amenazar su competitividad, y por ello sólo se introducen al mínimo de modo que apenas satisfagan las exigencias formales tipo.

⁵ Entendiendo **estrategia** como “la determinación de los objetivos básicos de largo plazo de la firma, y la adopción de cursos de acción y la asignación de recursos necesarios para el logro de esos objetivos”. Tomado de Loyola, J., Schettino, M (1994) *Estrategia Empresarial en una Economía Global*. Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas. Ed. Ibero América. México. p. 177-181.

2. Por el contrario, si el mercado de bienes específico se establece de tal forma que el desempeño ambiental se convierte en una condición de competitividad, por ejemplo bajo la introducción de normas para el conjunto de la industria como la responsabilidad integral ⁶ o la puesta en práctica de incentivos por disminución de impuestos, hará que la firma adopte una actitud proactiva que buscará explotar una ventaja competitiva resultado de una buena gestión de la empresa y con ello la generación de “utilidades con principios”.

Otro punto de especial consideración es el papel de los consumidores en el “mercado verde y café” del medio ambiente, aunado al papel de las Políticas Públicas que den soporte y estructura a tecnologías ambientales específicas, y no sólo eso, que motiven a las firmas a eco-innovar como parte de su estrategia de negocios, y lograr crear oportunidades de negocios a partir de lo que antes se considerarían costos ambientales y una carga al costo total del producto (Jenkins, 2001; OECD, 2001c).

En una economía global especializada de rápido movimiento y cambio, el apoyo de tecnologías específicas, sectores o firmas puede resultar especialmente productivo para los países. Pero los *procesos de adquisición de conocimiento* juegan un papel fundamental en dicha dinámica, de forma tal que de su adquisición o desarrollo dependería en gran medida la obtención de una integración de la Tecnología y el medio ambiente en una firma. (Haurie, et. al. 1996). En una dinámica de adquisición de procesos resulta conveniente entender también como se dan los tiempos de adopción, pues no se da de manera instantánea, sino mas bien de manera gradual.

2.4.2 Los patrones de adopción de las Eco-innovaciones

Para Fussler y James⁷ (1998) prácticamente todas las tecnologías siguen un patrón determinado y común:

1. Una primera fase de ensayo y error que puede tener lugar durante varias décadas
2. Una segunda fase de rápida mejora con múltiples innovaciones radicales.

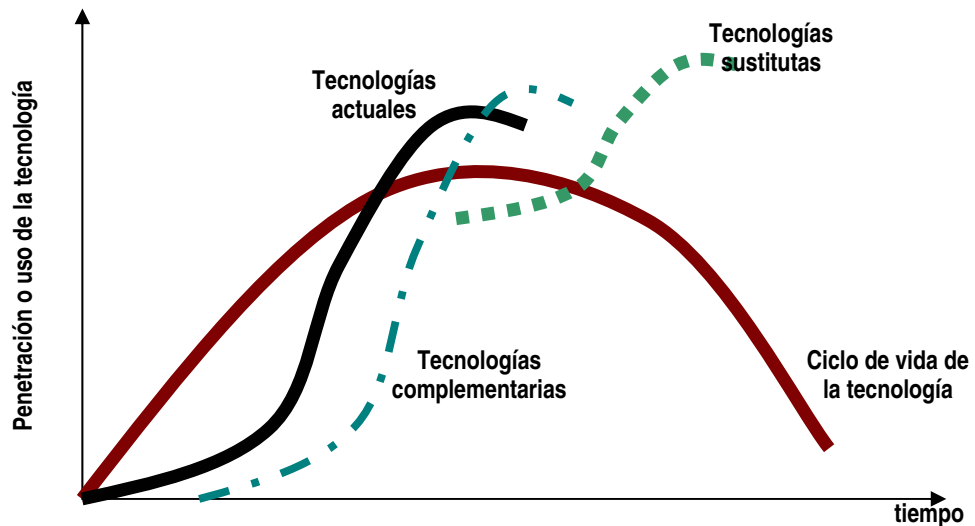
⁶ Es decir, la completa responsabilidad de una firma por sus productos, desde las materias primas hasta la disposición final del producto o subproductos. Para mayor información, consultar con ANIQ (Asociación Nacional de la Industria Química), México. www.aniq.org.mx

⁷ Op.Cit. p. 33-44

3. Una fase final de madurez caracterizada por mejoras incrementales y por la consolidación de la tecnología.

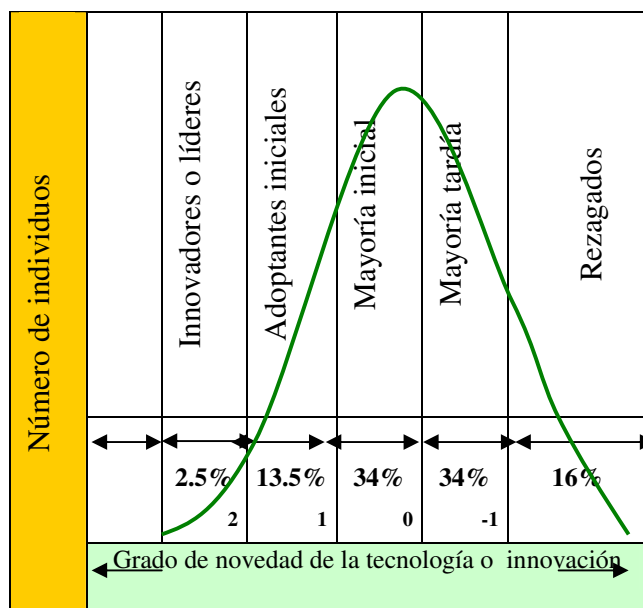
Aunado a lo anterior, la literatura también sugiere la existencia de una etapa de declinamiento que condicionaría la existencia futura de la tecnología, y que sugiere una etapa de toma de decisiones hacia otros paradigmas tecnológicos, en el sentido utilizado por las definiciones del capítulo precedente, tal como se muestra en la figura 2.4.2 para el caso general del ciclo de vida de una tecnología, como sería el negro de humo para nuestro caso en estudio.

Figura 2.4.2. Ciclo de vida de la tecnología típico para un proceso dado



Fuente: elaboración propia con base en Ford (1988)

En este caso, y como se explica con mayor detalle en párrafos posteriores, el surgimiento de tecnologías complementarias o emergentes determina en gran medida la estrategia que la empresa pudiera seguir en relación a su base tecnológica existente e incluso el surgimiento de ciclos de vida de otras tecnologías superiores en el esquema mostrado. Pues los procesos de adopción de una nueva tecnología, o de una nueva innovación no es tarea fácil y también cumple con determinadas etapas que condicionan de alguna manera su éxito o fracaso, pues las condiciones externas a la empresa pudieran modificar su velocidad de introducción.

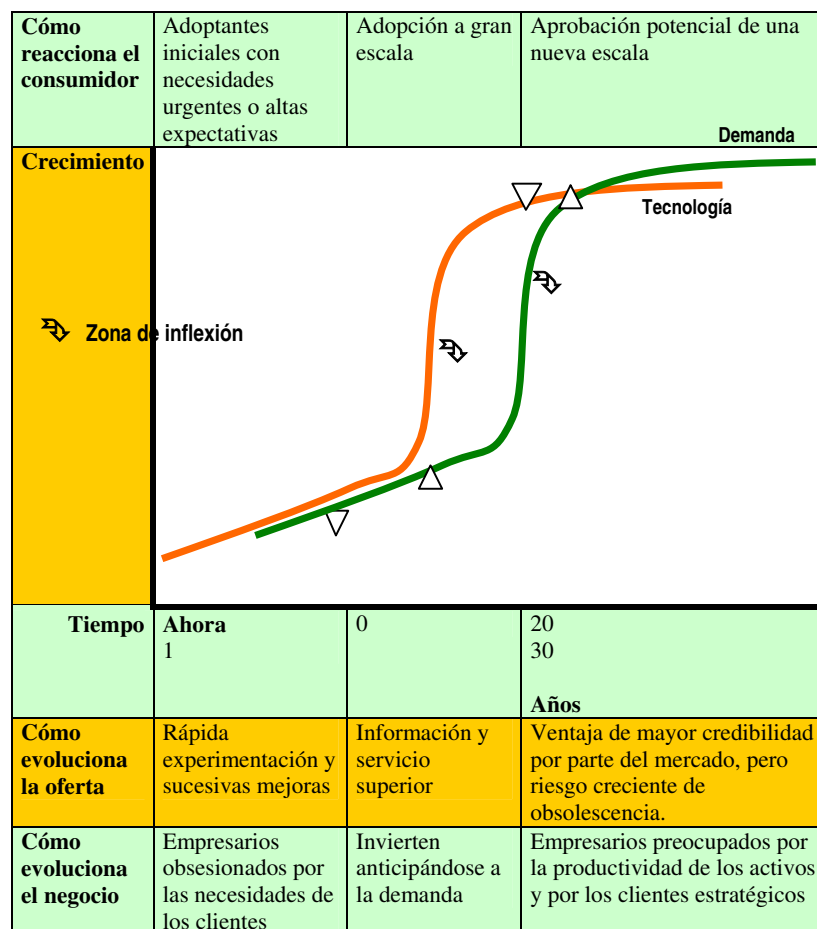
Figura 2.4.3. Patrones de Adopción de las tecnologías y eco- innovaciones.

Fuente: elaborado con base en Fussler, C., James, P.(1998).

Si se trasladaran todos los elementos anteriores, se tendría una curva “S” como se muestra en la figura 2.44. Las tecnologías no pueden pasar a una etapa posterior en la curva “S” si no existe demanda para los productos que las incorporan. La forma de la “curva de adopción” (que mide el porcentaje de clientes potenciales que adoptan las nuevas tecnologías y productos) es también de tipo “S”. A menudo las mejoras radicales vienen con retraso. Los innovadores, que siempre buscan “lo nuevo”, son sólo una pequeña proporción de la población total. Otros actores sociales son más cautos y les lleva tiempo familiarizarse con cosas con las que nunca hubieran pensado. El despegue de la tecnología tiene lugar cuando los primeros adoptantes están dispuestos a probar cosas nuevas, y se acelera conforme alcanza a la mayoría.

Si juntamos la curva de rendimiento “S” y la curva de demanda “S” obtendremos el modelo que se muestra en la figura 2.4.4. La primera etapa es de experimentación rápida y da como resultado una amplia variedad de diseños. Los empresarios tratarán de averiguar como se puede asociar a un potencial técnico incierto con las necesidades aún no establecidas de los clientes. Sus homólogos son los adoptantes iniciales que buscan las innovaciones más modernas y avanzadas.

Figura 2.4.4. La Curva S. Eco- Innovación y Adopción



Fuente: tomado de Fussler, C., James, P. (1998). "Eco-innovación". Ed. Mundiprensa, Madrid, p. 36

La necesidad de crear, por un lado, una tecnología eficaz, y por otro, de contribuir a generar demanda significa que el proceso de innovación es difícil y consumidor del factor escaso tiempo.

Finalmente, si bien hemos analizado de manera general aquellos elementos que podrían motivar a la firma a diseñar una estrategia de gestión, para Fussler y James (1998) existen tres elementos que podríamos considerar como fuerzas impulsoras para construir los escenarios que podrían ayudar a la firma a sortear la incertidumbre de la eco-innovación y la gestión de ambiente que son:

1. La demografía, debido al crecimiento poblacional, su estructura e implicaciones socioeconómicas.

2. La presión social y las formas cambiantes de la creación de valor de las firmas.
3. Los procesos de aprendizaje y de acumulación del *knowhow* “ambiental” de la firma constituyen en sí un factor determinante para el éxito de la eco-innovación y la gestión del ambiente, pues se trata de un área de reciente desarrollo que requiere de aprendizaje interno y externo, pues la generación de un nuevo proceso de innovación requeriría un proceso de aprendizaje colectivo efectivo, de la firma y los consumidores (Rothwell, 1994).

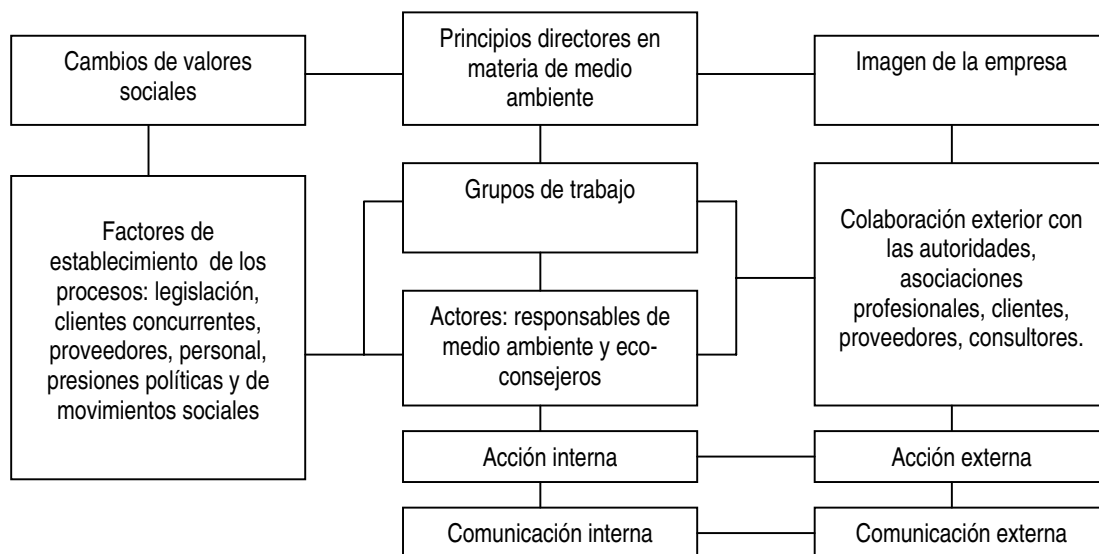
Es justamente por la noción de que los procesos de aprendizaje “ambiental” son importantes que abordamos en el siguiente apartado un caso para las empresas Suizas que pudiera servir como marco de referencia para el tema en estudio.

2.5 APRENDIZAJE AMBIENTAL EN LA EMPRESA.

Uno de los pocos autores que ha abordado el tema del proceso de aprendizaje ambiental en las empresas, November (1995), establece que el análisis de información relacionado a las empresas permite establecer diferentes etapas de su proceso de aprendizaje en materia del ambiente. Los principales elementos considerados como determinantes para establecer dichos procesos son los siguientes:

- a) Los factores de establecimiento del proceso de aprendizaje
- b) Los principios directores y la estrategia ambiental de la empresa
- c) La puesta en marcha de grupos de trabajo
- d) Las acciones internas y externas
- e) La comunicación interna y externa
- f) La colaboración con las partes exteriores a la empresa.

De un estudio realizado por este autor contando con una muestra de empresas públicas y privadas suizas que de alguna manera contaban ya con una base estructural mas o menos desarrollada de gestión del medio ambiente, se mostró que los elementos determinantes para el aprendizaje ambiental tenían una interrelación esquematizada por la figura 2.5.1

Figura 2.5.1 Modelo de aprendizaje ambiental en Empresas Suizas**Figura 2.5.1. Tomado de November, A. (1995)**

2.5.1 Los factores de establecimiento de los procesos.

Algunos de los factores principales para establecer un proceso de aprendizaje ambiental parecen estar influenciados de primera instancia por la legislación ambiental, entre otros. De esta forma una empresa participar con un esquema de cumplimiento de la legislación, sin introducir un sistema de gestión ambiental; mientras que para otras empresas, las que nos interesa estudiar, estableces un proceso de aprendizaje producto de su orientación estratégica y de mercado.

Un hecho que parecen iniciar los procesos de aprendizaje son los eventos importantes ocurridos en la vida de la organización o bien que marcan un hito en la misma. Por ejemplo, en la industria química se tiene una historia evidente de desastres ambientales que han acelerado la generación de métodos de producción respetuosos del medio ambiente. Pero existen otros factores, como los influenciados por las relaciones productor usuario –en el caso de empresas que poseen sistemas de gestión del ambiente- que motivan a sus proveedores a tomar los mismos preceptos y adaptar los suministros a las exigencias de los sistemas ambientales que la empresa establece para su gestión interna.

Existen algunos otros factores indirectos que coadyuvan al establecimiento del aprendizaje ambiental en la empresa como puede ser la emergencia de la conciencia ambiental en la población, el surgimiento de amenazas evidentes al entorno como los originados por la contaminación y el cambio climático, así como los cambios en los hábitos de consumo de los consumidores.

A manera de resumen podemos decir en base a los trabajos de November(1995) y Barkin (2000), y con evidencia del entorno europeo para el primer autor, y el mexicano para el segundo; parece que el interés público por los temas de medio ambiente ha influenciado los negocios en los últimos 25 años. Las actitudes políticas e industriales parecen también haber cambiado de una posición de cumplimiento a una posición de acercamiento voluntario que va mas allá del cumplimiento, como el caso de las iniciativas de Responsabilidad Integral de la ANIQ en México. En este marco, parece ser que algunas empresas con una buena gestión del conocimiento (al menos con una esquematización dada por los sistemas ISO) han encontrado que una buena administración ambiental también puede ser buena para el negocio. Pues los sistemas de administración ambiental son un elemento clave de la estrategia total para lograr metas ambientales y las metas del negocio simultáneamente. Aún cuando un buen número de empresas de este tipo son filiales de empresas extranjeras, para el caso mexicano, como se muestra en trabajos de García-John (2000) sobre la importación del “ambientalismo” en México.

Justamente esta conjunción de factores parece originar un comportamiento pro-activo para la introducción de la variable ambiental en las organizaciones. De hecho, el aprendizaje ambiental parece nacer de la interacción entre las presiones (internas y externas) que se ejercen sobre la empresa. Y por tanto, ante un momento crítico a las preocupaciones sociales y ambientales, algunas empresas parecieron entrar en diálogo con su entorno e iniciaron su aprendizaje ambiental, mientras que algunas otras empresas sólo se conformaron con tener un comportamiento minimalista limitado a la aplicación de la legislación, sólo adaptándose a cada momento, sin interiorizar el conocimiento.

En este sentido vale la pena en el apartado metodológico intentar extraer lecciones para el caso de la empresa Nhumo, pues la orientación estratégica de la eco-eficiencia o implementación de sistemas de gestión ambientales pudo haber sido motivado por diversos factores, que influirían de alguna manera, como hemos visto en el apartado sobre *capacidad de absorción*, en la toma de decisiones a futuro si es que se han generado un tipo u otro de *inercias* y que pudieran modificar positiva o negativamente sus factores de competitividad y generación de valor.

2.5.2 Los principios directores de las empresas.

La mayoría de las empresa estudiadas para el caso Suizo mostraron tener documentos que describían la filosofía en materia de medio ambiente de la empresa, y la terminología utilizada era diversa, mas no así los valores y los objetivos fundamentales que motivan la adhesión del personal a la cultura de la empresa, integrados en un cuadro económico, tecnológico y ambiental.

2.5.3 La estrategia ambiental de la empresa.

Al establecer las empresas sus líneas directrices en materia ambiental, entonces supone estar preparada para desarrollar una estrategia acorde con sus objetivos económicos, de calidad, tecnológicos y que satisfagan las expectativas tanto de los inversionistas, directivos, personal, clientes y comunidad. De manera general se tiene que los principios ambientales se formulan en términos generales , cualitativos y su validez es atemporal, mientras que la estrategia de la empresa está basada en las acciones, pues establece las prioridades y los objetivos cuantitativos, de tal manera que puedan ser controlados, medidos y alcanzados.

2.5.4 La puesta en marcha de un sistema de gestión ambiental.

La puesta en marcha involucra una serie de acciones dirigidas pro aquellos líderes o motivantes de la implementación de un sistema de gestión ambiental, pero las tareas operativas y de implementación son llevadas a cabo por equipos de trabajo bajo esquemas de comisiones, grupos, etc. Siendo uno de los principales objetivos de estos equipos el de *iniciar el proceso de aprendizaje* que posteriormente, bajo diversos mecanismos elaborarán

un marco de referencia para transmitirlo al resto de la empresa mediante la puesta en práctica de todas estas ideas respecto al medio ambiente, es decir, un *aprender haciendo*.

2.5.5 Comunicación y colaboración.

Finalmente, dado que los procesos de aprendizaje pueden ser vistos en términos de los mecanismos de comunicación entre los actores y la disponibilidad del uso de la información, entonces este ultimo componente del modelo sugiere una importancia excepcional. No solo al interior de la empresa (que en el sentido de Leonard-Barton enunciado en el capítulo anterior que sugiere que ciertas actividades de aprendizaje están al interior de la firma, pero otras se pueden encontrar en el exterior) sino que los procesos de comunicación externa pueden resultar en interacciones que generen una retroalimentación para la empresa misma.

Mientras que la comunicación interna favorezca los mecanismos de interiorización del conocimiento en un sentido mas o menos apegado a la espiral del conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1995) y los propia de November (1995) que propone un *proceso de aprendizaje ambiental* iniciado por la *adaptación* creada por una condición imperativa de instaurar un principio ambiental en la practica cotidiana de la empresa, seguido de una etapa de *iniciación* que motive crear una conciencia moral de la importancia de la variable ambiental, para continuar con una *dinámica operacional y técnica* que se apoye en las estructuras existentes para elaborar un proyecto ambiental de la empresa y finalmente la *dinámica estratégica* que busque integrar los principios ambientales en la estrategia, cultura, estructura y métodos de la producción.

En el mismo sentido de extraer lecciones para el caso de la empresa en estudio, resultaría interesante dado que la empresa ha recibido diversos reconocimientos en materia ambiental, si las herramientas y principios directores que utiliza le han permitido generar aprendizaje ambiental, y en un sentido más ambicioso, le han permitido desarrollar ciertas capacidades tecnológicas que le permitan desarrollar eco-innovaciones y gerenciar su tecnología. En relación con este apartado, a continuación abordamos diversos mecanismos de gestión ambiental que pudieran representar a la empresa una herramienta para integrar la variable

ambiental en sus diversas variables, y cuestionaremos si este tipo de mecanismos pudieran extraer aprendizaje tecnológico-ambiental para las empresas que los utilicen.

2.6 ALTERNATIVAS ACTUALES A LA INTEGRACIÓN DE LA VARIABLE AMBIENTAL EN LOS PROCESOS DE LA INDUSTRIA QUÍMICA HACIA LA ECO-INNOVACIÓN Y EL APRENDIZAJE AMBIENTAL.

2.6.1 El programa de Responsabilidad Integral

Responsabilidad Integral surge en 1985 como una iniciativa voluntaria de la industria química canadiense bajo el nombre de *Responsible Care*. El objetivo de *Responsabilidad Integral*⁸ es incorporar, en la administración de los negocios de las empresas, el manejo de los aspectos ambientales, de salud y seguridad, originados por sus operaciones, a través de la implantación de un sistema de administración. Este programa pretende que las empresas adoptantes transformen su cultura y desarrollen un proceso de mejora continua que les permita alcanzar niveles de desempeño que refuerce su competitividad en los mercados y le ayude a cumplir los requisitos legales vigentes en el país y mantengan una relación armónica con las autoridades y comunidad. Cabe mencionar que es un requisito de membresía para las empresas asociadas la implantación de del programa. La filosofía y lineamientos mayores de Responsabilidad Integral se establecen en sus Principios Generales, por lo que cada empresa debe administrar las funciones de seguridad, salud y protección ambiental, de acuerdo a estos principios, reconociendo que como miembro de la Asociación Nacional de la Industria Química, existe un compromiso para mejorar la administración responsable de la Industria Química. (ANIQ, sitio web).

Los Códigos de Prácticas Administrativas son documentos técnico-administrativos que concretan los conceptos establecidos en los Principios Generales. Tienen su origen en el ciclo de vida de los productos (concepción del producto hasta su disposición final). Por ello, los códigos de Prácticas Administrativas constituyen la base para la implantación operativa del Programa siendo los siguientes:

⁸ El Programa de Responsabilidad Integral es administrado exclusivamente y está registrado en México por la Asociación Nacional de la Industria Química, ANIQ.

- Prevención y control de la contaminación ambiental
- Seguridad en los procesos
- Seguridad y salud en el trabajo
- Protección a la comunidad
- Transporte y distribución
- Seguridad de producto

En algún grado, la experiencia cotidiana de las empresas químicas en México, muestra que este tipo de esquemas voluntarios como Responsabilidad Integral en efecto favorecen la introducción de las variables ambientales al colectivo de la empresa, y en un sentido más amplio otras variables de seguridad e integración con la comunidad y que motivan la codificación del conocimiento en la elaboración de los manuales de cada empresa. Pero de alguna manera limita la capacidad creativa en el desarrollo de eco-innovaciones al ser un esquema de cumplimiento, y esto le da un carácter limitativo, pues no promueve la eco-innovación en un sentido estricto. Lo rescatable y valiosos para el propósito de estudio es que la mejora continua, como vimos anteriormente está ligada a la noción de eficiencia productiva, y esta a su vez en cierto grado a los procesos de innovación.

2.6.2 Los esquemas voluntarios de Auditorías Ambientales y Sistemas de Gestión

- **Los Esquemas Voluntarios de Auditorías Ambientales**

Los esquemas voluntarios usualmente representan un punto final en el proceso de negociación entre autoridades y las empresas sobre el grado y naturaleza de las mejoras ambientales que debería ocurrir en determinado contexto. Pero de alguna manera el término “voluntario” es cuestionable debido a que es una respuesta a la presión en lugar de un cambio voluntario de la empresa (OCDE, 1999a).

En el caso de las *auditorías ambientales*, de manera general estas tienen por objeto diagnosticar el impacto ambiental de una instalación industrial sobre su medio ambiente, determinar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, revisar y actualizar los planes de contingencias en caso de siniestro, mejorar la imagen pública de la empresa ante

clientes y comunidad así como optimizar indirectamente los procesos de transformación de tal manera que ya no sean necesarios los equipos de reducción de la contaminación en el punto de la emisión o los que se instalen sean menos costosos (Conesa, 1997).

En México desde 1992 se cuentan con Programa Nacional de Auditorías ambientales motivados por el Gobierno Federal a través de la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA). Actualmente la PROFEPA reconoce tres niveles de desempeño ambiental: de *cumplimiento ambiental*, de *industria limpia* y de *excelencia ambiental* para los sectores automotriz, químico y petroquímico, textil, farmacéutico, alimentos, maquilador, etc. El *Cumplimiento ambiental* es otorgado a las empresas que mantienen o demuestran la observancia de la legislación ambiental; la *Industria Limpia* supone la inclusión de aspectos no normados y la consolidación de un sistema de gestión ambiental; finalmente, la Excelencia ambiental es otorgada a empresas que además de cumplir con normatividades utilizan otras herramientas como un sistema de calidad y gestión ambiental, programas de mejora continua y el manejo de indicadores de desempeño ambiental (PROFEPA, 2002).

En el análisis del favorecimiento del aprendizaje ambiental en la IQM, los esquemas de auditorías ambientales resulta ser una herramienta que permite establecer el “estado del arte” de la tecnología ambiental de la propia empresa y un mecanismo de control de la gestión del medio ambiente en la empresa (Conesa, 1997), pero de alguna manera también tiene un carácter limitativo al establecimiento de un proceso de aprendizaje al sólo tener un carácter de revisor, pues difícilmente la auditoría *per se* motiva directamente e inmediatamente la integración de otros mecanismos que si favorezcan este proceso; pero cabe reconocer su carácter de primer acercamiento a los temas de generación de ciertos tipos de habilidades producto de la motivación de la introducción de los sistemas de gestión, que como vimos anteriormente forma parte del modelo de aprendizaje tecnológico para las empresas.

- **Los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA).**

Los sistemas de gestión ambiental hoy en día son muy comunes en todo el mundo y tienden a combinar elementos del nivel corporativo con las prácticas de gestión de calidad dentro

de sistemas que suponen proporcionar a las empresas un acercamiento holístico al cumplimiento de las metas ambientales. Un sistema de gestión ambiental es la parte de la estructura gerencial que se dirige hacia el impacto a corto y largo plazo de sus productos, procesos y servicios hacia el medio ambiente. Como cualquier sistema de gestión, el SGA le da orden y consistencia en la metodología de la organización a través de la asignación de recursos, responsabilidades y de la evaluación en curso de prácticas sobre procedimientos y procesos y le permiten ver las interrelaciones entre los diferentes departamentos de una actividad. Dichos sistemas pueden estar basados en los sistemas internos de la compañía y sus requerimientos administrativo; programas industriales; o sobre estándares voluntarios nacionales e internacionales, como los sistemas ISO (Oropeza y Coronado, 1995; Conesa, 1997; DaimlerChrysler, 2001). Es importante hacer notar que los SGA no cumplen con todos sus adherentes a las nuevas metas ambientales, sino sólo a los procesos que le aseguren que pueden ser regulados o brinden alguna garantía de desempeño con resultados en el largo plazo, ya que proporcionan un proceso de evaluación continuo y esto puede crear un incentivo continuo para los cambios tecnológicos; pues de otra forma sería muy optimista esperar innovaciones organizacionales en el corto plazo (OECD, 1999a).

De manera general, un sistema de gestión ambiental cuenta con *elementos característicos* que corresponden a un ciclo administrativo con *compromiso de la gerencia, política ambiental, planeación, implementación de programas para implementar la política, monitoreo y acciones correctivas y la revisión gerencial o control para la actualización del sistema*. Poseyendo además diversas *herramientas* que pueden ser clasificadas en: *preventivas*, que se ponen en práctica cuando se inician nuevos proyectos o actividades; *correctivas*, cuando ya se tiene operando el sistema y; *auxiliares* que responden al papel de recursos técnicos para que los dos primeros se desarrollen efectivamente (Conesa, 1997).

Diversos autores y compañías (November 1995; Perry Johnson, 1996; DaimlerChrysler, 2001; Villavicencio y Salinas, 2002;) han encontrado familiaridades entre los sistemas de gestión ambiental y los sistemas de aseguramiento de la calidad (SAC) y los procesos de creación de conocimiento. Pues de alguna forma ambos tienen exigencias comunes para el compromiso de la gerencia, políticas, asignación de responsabilidades, entrenamiento,

documentación y control de los documentos (codificación), acciones correctivas, revisión gerencial y mejora continua que ha motivado que muchas compañías integren sus SGA con el SAC (DaimlerChrysler, 2001). Sus métodos se aplican a una administración transversal, dinámica de grupos (círculos de calidad), motivación del personal y la visión de la gestión de productos a lo largo de su ciclo de vida (November, 1995).

Entonces, si la integración de ambos sistemas administrativos es factible dadas sus similitudes, y la evidencia para la industria automotriz del estudio de Villavicencio y Salinas (2002) muestra que de alguna manera su implementación favorecen los procesos de codificación, mediante la formación de equipos de trabajo se promueve la cooperación y la circulación horizontal y vertical de los conocimientos de los diversos miembros del equipo. Resultando una hipótesis del estudio que los SAC-SGA (y que conviene retomar para la presente tesis) representan dispositivos organizacionales que incitan a la creación de conocimiento y en ese sentido dan contenido empírico a la noción de *espiral de conocimiento* explicada en el apartado relacionado con el aprendizaje tecnológico en la firma de este trabajo. La hipótesis anterior parece fortalecerse con los estudios de la OCDE (1999a) relacionados a los efectos tecnológicos de las políticas ambientales que muestran que los sistemas de administración ambiental podrían motivar la generación de innovaciones debido al gran potencial que tienen algunos medios de información y herramientas administrativas:

1. La gran aceptación que tiene la certificación ISO14000 como un complemento a la regulación que posiblemente reduce las presiones de este tipo y genera ciertas habilidades de gestión del ambiente.
2. El desarrollo de indicadores ambientales nuevos y mejorados en las firmas que tienen soporte en la economías nacionales.

Entonces vale la pena preguntarse si para el caso de la industria química mexicana, y cómo un caso de esta Nhumo, en que medida la introducción de normas como la ISO1400 se transforman en instrumentos que codifican comportamientos y conocimientos y por ende suscitan aprendizaje y éste a su vez eco-innovación.

2.6.3 El diseño para el Medio Ambiente o Eco-diseño

El diseño para el medio ambiente es un programa de la EPA (Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos) relacionado con la difusión de la tecnología ambiental. Fue establecido en 1992 y fue diseñado para ayudar a la incorporación de consideraciones ambientales a los negocios, tales como la reducción de riesgos, diseño y rediseño de productos, procesos y sistemas técnicos y administrativos. Los cambios en diseño están relacionados con implementar la prevención de la contaminación, uso eficiente de energía y otras medidas de conservación de recursos, productos reciclables, desensamblables y restaurables así como dar un cuidadoso seguimiento de los costos ambientales asociados con cada proceso o producto. En este caso la EPA ha notado la dificultad del financiamiento de estas tecnologías y que se traduce en una limitante para el desarrollo de estos programas, puesto que la comunidad empresarial aun tiende a asociar a la inversión en medio ambiente como un riesgo más que una oportunidad, en parte quizás por el hecho de que las empresas aun no saben como estimar la tasa de retorno en inversión para prevenir la contaminación (OECD, 1999c; EPA sitio web).

2.6.4 La Química Verde

La química verde se refiere al diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso y generación de sustancias peligrosas y ha sido referida como un mecanismo de prevención de la contaminación a nivel molecular. Esta área emergente reconoce que durante la fase de diseño de cualquier síntesis química, producto o proceso la reducción de los riesgos debe ser vista como un criterio de desempeño. Lo que es más, los riesgos deben ser vistos como una propiedad fisicoquímica que es factible de ser manipulada y controlada en el nivel molecular. El programa de química verde fue establecido inicialmente en 1990 por la EPA para promover la prevención de la contaminación y la ecología industrial en cooperación con la industria química a través de premios y reconocimientos, además de una extensiva cooperación con la Academia. (Anastasas, et.al., 2001a; Epa, sitio web; OCDE, 1999b).

2.6.5 La Ingeniería Verde

La ingeniería verde se define como el diseño, comercialización y uso de sistemas y unidades de procesos y productos que evitan o reducen la necesidad de usar sustancias

peligrosas mediante la minimización del uso de energía y la generación de productos indeseados; de esta forma también es conocida como la próxima generación de protección ambiental en ingeniería química. Esta disciplina comprende el concepto de que las decisiones de proteger la salud humana y el medio ambiente pueden tener un gran impacto y efectividad de costos cuando son aplicados de manera temprana en la fase de diseño y desarrollo de un proceso o producto. (Anastasas, et.al. 2001a; Epa, sitio web)

2.6.6 La Producción más Limpia

La producción más Limpia (P+L) es la aplicación continua de una *Estrategia Integral Ambiental Preventiva* a procesos, productos y servicios con el propósito de incrementar la ecoeficiencia y reducir los riesgos a los humanos y al ambiente. Su aplicación en *Procesos productivos*: se da conservando materias primas y energía, eliminando materias tóxicas y reduciendo la cantidad de toxicidad de todas las emisiones y residuos desde la fuente. *En Productos*: reduciendo los impactos negativos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto desde el diseño hasta su disposición final. *En Servicios*: incorporando cuidados ambientales en el diseño y entrega de servicios. La Producción Más Limpia requiere un cambio de actitudes, el ejercicio responsable de la administración ambiental y la evaluación de opciones tecnológicas.

De manera general podemos observar que estas últimas cuatro opciones de herramientas para integrar la variable ambiental tienen un carácter similar y complementario en el sentido de que ya consideran la eliminación de los problemas antes de generarlos; lo que supone un conocimiento del producto o proceso de que se trate para así poder realizar modificaciones durante la marcha. Aquellas herramientas que suponen realizar los cambios desde el diseño suponen la existencia de una base de investigación y desarrollo en la empresa que los aplique, o bien un departamento de ingeniería capaz de realizar dichas incorporaciones en el diseño, y mas cuando se trata del nivel molecular. Resulta conveniente cuestionarse si este tipo de herramientas presentes en una empresa como Nhumo pudieran motivar los procesos de aprendizaje que le permitan eco-innovar y ser eco-eficiente, lo cual analizaremos en el estudio de caso.

CAPITULO 3. TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y MEDIO AMBIENTE EN NHUMO.

En este presente capítulo presentamos los resultados más sobresalientes del estudio de caso realizado en la empresa Nhumo en materia de Cambio Tecnológico, Innovación y Medio Ambiente.

La historia de la empresa no podría comprenderse en su totalidad si dejáramos de establecer un marco de referencia adecuado; por ello, explicaremos en primera instancia cuáles son las influencias mayores de la empresa, dictadas por el ambiente corporativo y características del negocio, expresadas como la pertenencia al Grupo Desc y posteriormente el establecimiento de un *joint venture* entre Girsá y Cabot. Posteriormente, explicaremos la metodología de estudio de caso empleada para finalmente describir los principales hallazgos del estudio, y así poder realizar inferencias y aportaciones que permitan resolver las preguntas de investigación planteadas para la investigación.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

3.1.1 Antecedentes de DESC

En 1973 nació en México Desarrollo Económico, S. C.¹ cuando a Manuel Senderos Irigoyen se le ocurrió la idea de crear una sociedad de fomento industrial que canalizara, por una parte, los recursos financieros provenientes de varios inversionistas y, por la otra, organizara un grupo técnico especializado que asesorara profesionalmente, tanto a las empresas ya existentes, como a las que estaban por fundarse.

Parte importante de los cimientos conceptuales de la fórmula DESC de Manuel Senderos es la diversificación. Esta hace que una organización de esta naturaleza sea en algún grado afectada por las circunstancias, por las crisis. Asimismo, otra meta en la diversificación es que las áreas sean compatibles para que la administración pueda optimizarse. La función de DESC no es directa pues no compra, ni vende, ni produce. Suministra servicios y dirección; define quién debe manejar sus empresas y bajo qué políticas. Es un trabajo sumamente estratégico de planeación que conlleva mucho más contenido conceptual que de acción para cumplir cabalmente con su papel de empresa de empresas. La capacitación es otro de los

¹ Información obtenida del sitio web del Grupo: www.desc.com.mx

elementos clave en esta fórmula. DESC invierte importantes sumas en la capacitación de su personal.

Desde el principio DESC empieza a actuar, no solamente como una unión de accionistas de diferentes empresas -como Negromex, Industrias Resistol y Spicer, que ya existían-, sino como participante activo en la definición de políticas en las empresas en las que tiene inversiones. Esto lo hace a través de un grupo de profesionistas especializados que, además vigilan y supervisan el manejo de todas ellas, pero sin interferir en sus operaciones directas. La clave era evitar la centralización a pesar de la fuerza del Grupo.

Otro punto importante en el proceso de desarrollo de esta compañía tenedora de acciones, fue el hecho de ser una organización absolutamente mexicana. Esto significaba ventajas importantes ya que no tenía que rendir cuentas a las sedes del exterior; le permitió asociarse con quien le convino, con mayor capacidad de negociación.

Con base en lo anterior, cada empresa de DESC ha tenido su propio crecimiento y ha determinado su diversificación, creándose polos de desarrollo, con el objeto de aprovechar las condiciones del mercado y convertirse en empresas con una presencia significativa. La sinergia que da el número y la importancia de cada una de las empresas que forman DESC permite darles apoyo en diversas áreas como: producción, finanzas, recursos humanos, relaciones gubernamentales. (Desc, sitio web).

3.1.2 Perfil del Grupo

DESC S.A. de C.V., uno de los mayores grupos mexicanos, enfoca su actividad en cuatro sectores del negocio: Autopartes, Químico, Alimentos e Inmobiliario. La diversificación de DESC le permite compensar los efectos de la ciclicidad natural de los sectores del negocio en los que participa y concentrar sus inversiones y esfuerzos en las áreas en las que las circunstancias económicas específicas ofrecen las mayores oportunidades.

Tabla 3.1.1 Elementos clave de la misión de DESC

Identidad	Propósito	Estilo	Valores
- Es una empresa mexicana que invierte en sectores con alto potencial de crecimiento. - Tiene una visión global de negocios y liderazgo en sus mercados. - Utiliza y desarrolla tecnologías competitivas.	- Agrega valor al capital invertido y proporciona a sus accionistas utilidades crecientes y atractivas.	- Conduce sus negocios a través de empresas autónomas dentro de un marco de políticas generales.	- Mantiene un compromiso con la filosofía de calidad total y la excelencia en el servicio. - Motiva y brinda oportunidades de crecimiento a sus empleados. - Protege el medio ambiente y promueve en sus comunidades la educación y los valores fundamentales.

. Fuente: elaborado con base en información de sitio web Desc y entrevistas al personal de Nhumo.

Durante 2001 se consolidó la organización en tres grupos de negocio, quedando de la siguiente manera:

Tabla 3.1.2 Grupos de negocio de DESC.

Polímeros y Especialidades.	Productos de Consumo	Ecosistemas.
Incluye Resirene (poliestireno), Dynasol, (hules solución), Insa (hules emulsión), Nhumo (negro de humo), Plastiglas (acrílicos), Fenoquimia (MMA) y ParaTec (hule nitrilo)	Incluye adhesivos, impermeabilizantes y aditivos para construcción.	Incluye Quimir (fosfatos) y Rexcel (aglomerados)

Fuente: elaborado en base a información de sitio web Desc y entrevistas al personal de Nhumo.

3.1.3 El sector químico de Desc: GIRSA

El Caso del Grupo Industrial Resistol, GIRSA², dentro de la historia empresarial mexicana ha tenido un desarrollo particular, pues se trata de una empresa pionera en su ramo y que ha colaborado en múltiples ocasiones en el desarrollo de diversos programas de mejoramiento del ambiente, como el caso de Responsabilidad Integral de la ANIQ³. En este marco, el realizar un estudio de caso en esta empresa parece brindar oportunidades únicas para poder descifrar ciertos patrones de comportamiento ambiental, de cambio tecnológico e innovación.

GIRSA es un grupo químico industrial controlado por mexicanos e integrado por empresas subsidiarias administradas con autonomía, lo que les confiere agilidad en la toma de decisiones y una gran capacidad de respuesta, compartiendo un marco de valores, normas y

² Información obtenida del sitio web: http://www.girsa.com.mx/espanol/Perfil_del_Grupo/index.html

³ Puede encontrarse información más detallada en: <http://www.aniq.org.mx/ri/ri.htm>. El objetivo de **Responsabilidad Integral** es incorporar, en la administración de los negocios de las empresas, el manejo de los aspectos ambientales, de salud y seguridad, originados por sus operaciones, a través de la implantación de un sistema de administración.

directrices que sustentan y guían el desarrollo del negocio y de su gente. Todos los negocios de GIRSA ocupan una posición de liderazgo en el mercado doméstico mexicano y muchos de ellos compiten exitosamente en Norteamérica, Sudamérica y en otras regiones del mundo. La Visión de GIRSA alinea a todas sus empresas dentro de un marco de valores, normas y directrices que sustentan y guían su desarrollo y el de su gente. Todas las empresas de GIRSA se rigen por 5 competencias hacia las cuales dirigen su esfuerzo:

- Control Ambiental, Seguridad e Higiene
- Recursos Humanos
- Calidad Total
- Tecnología
- Tecnología de Información

A través de sus productos, el grupo está presente en mercados industriales tan diversos como los de la construcción, automotriz, mueblera, llantero, del calzado, artículos escolares, enseres domésticos, pavimentación y detergentes caseros; en la elaboración de insumos para la industria avícola y pecuaria; y en la fabricación de estuches para discos compactos, empaques y envases plásticos. Algunos de sus productos llegan directamente al consumidor por conducto de canales masivos de distribución como autoservicios, tiendas especializadas, ferreterías, papelerías y otros.

Sus 20 plantas, ubicadas en regiones estratégicas de la República Mexicana, dan empleo a más de 4,500 personas y reportan ventas netas alrededor de 700 millones de dólares. Las exportaciones directas del Grupo representan alrededor del 30% de sus ventas; tiene relaciones comerciales en 50 países de los cinco continentes. También cuenta desde 1979 con un Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico que proporciona servicios tecnológicos y apoya a los negocios del Grupo.

Fue fundada en 1936, bajo la razón social de Productos de Tapioca, S.A. y dedicada a la producción de almidón a base de yuca y de dextrinas: pegamento pionero de origen natural, ésta empresa surgiría como la creadora del pegamento, cambiando su nombre en 1941 a Adhesivos Resistol. Actualmente GIRSA continúa expandiéndose en áreas de oportunidad de negocios como hules polimerizados, negro de humo, fosfatos, impermeabilizantes y

recubrimientos acrílicos. Buscamos, en cada una de sus operaciones, la mejora continua integral.

3.2 EL GRUPO DE POLÍMEROS Y ESPECIALIDADES DE DESC: EL CASO DE NHUMO

Nhumo es una industria petroquímica ubicada en la zona industrial de Altamira, en el estado de Tamaulipas. Es el único productor de negro de humo en México, material utilizado en muchos artículos de uso diario, pero en particular tiene una función muy importante en la industria llantera. (AISTAC, 2002)

La historia de la producción industrial de Negro de Humo en México, comienza a principios de la década de los 60's con la instalación de la primera planta productora de Negro de Humo, la cual inició sus operaciones el 16 de Enero de 1963 en Salamanca Guanajuato. Posteriormente y ya en la década de los 70's, el día 16 de Abril de 1977 inició la operación de la Planta Altamira Tamaulipas, siendo ésta actualmente la única planta de **Nhumo** (Nhumo, sitio web).

Con una capacidad instalada de 120,000 toneladas anuales, Nhumo cubre el 95% del mercado doméstico, prioritario en su estrategia de negocio, ya que el mercado doméstico requiere de una gran cantidad de negro de humo grado hulero para las industrias llantera y hulera; exportando el excedente a Norteamérica, Centroamérica y Europa.

Desde 1991 Nhumo pertenece a **Girsa (Grupo DESC)**, que actualmente cuenta con el 60% de las acciones. El 40% restante se encuentra en manos de **Cabot International Capital Corp.**, empresa americana líder en producción y tecnología para la fabricación de negro de humo.

Según un informe del Taller de Eco-eficiencia de la AISTAC y CEDES⁴ (2002), cuando Girsa adquirió Nhumo, ésta era considerada como una de las empresas más contaminantes de la zona industrial de Altamira; las condiciones de operación de la planta y la calidad de vida de las comunidades aledañas eran desalentadoras. A partir de esta situación la

⁴ La AISTAC es la Asociación de Industriales del Sur de Tamaulipas, de la cual Nhumo es socio activo y líder promotor del trabajo en sus Comisiones, como la de Eco-eficiencia y la de Control Ambiental, Seguridad e Higiene; mientras que el CEDES-Golfo de México es la sección del Sur de Tamaulipas del Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible que trabaja de manera conjunta para lograr la transformación de una sociedad con valores y comportamiento tradicional en una sociedad congruente con los principios de sostenibilidad a largo plazo.

dirección de la empresa estableció un plan estratégico para hacer sus procesos eco-eficientes y seguros, y así contribuir con el medio ambiente. Pero como trataremos de enunciar posteriormente, fueron una serie de factores que convergieron para motivar a Nhumo a establecer una estrategia ambiental en cuanto a sus innovaciones, como un resultado un tanto casuístico y no como un resultado formal de una estrategia explícita de la empresa (aunque si motivada por líneas corporativas y como fue exitoso, a partir de ello se dieron cuenta que invertir en medio ambiente era rentable y modificaba favorablemente su imagen social y empresarial)

En este mismo taller de Eco-eficiencia, Nhumo declaró estar conciente de las necesidades de los clientes que integran una industria globalizada, por lo que ha realizado importantes inversiones enfocadas a mejorar significativamente sus procesos, disminuir costos e incrementar la calidad de sus productos y servicios. Como una empresa eco-eficiente (y de clase mundial), Nhumo declara tener un compromiso con el medio ambiente, al contar con un alto sentido de responsabilidad con la comunidad y asegura un producto que supera las expectativas de sus clientes.

Prueba de ello son las certificaciones de las que ha sido objeto bajo las normas ISO-9002 (año de 1994), ISO-14001(1997); así como la obtención de los premios Nacionales de Calidad (1997) y del Mérito Ecológico (1999); la certificación como Industria Limpia de la Profepa (2000) e Industria Segura de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social (2001), así como participar en el programa de Responsabilidad Integral de la ANIQ (1999) y la obtención de diversos reconocimientos de parte de sus accionistas, el premio Interdesc (1999); Cabot Award for Excellence (2000); proveedor confiable de Euzkadi (2000) y Excelencia en Calidad de Goodyear Oxo (1996- 2000) (Nhumo, sitio web).

Nhumo es una empresa que ha sufrido una serie de cambios o “reconversiones” como ellos lo nombran en una empresa de Clase Mundial. Procesos de reconversión impulsados por el antiguo director general de la planta, quien al ser una persona dinámica y con un alto sentido de responsabilidad social y ambiental motivo la introducción de los Sistemas de Administración por Calidad (SAC), Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) y Sistemas de Propiedad Intelectual (SPI) soportados en el uso de las tecnologías de información (TI).

La actual administración de la empresa tiene una orientación enfocada a los clientes y la calidad, que resulta evidente en toda la documentación y organigrama de la firma, la cual en el área de Recursos Humanos (RH) y Sistemas de Calidad (SC) recae la administración de los procesos organizacionales de la empresa, que le ha significado a Nhumo un factor de competitividad y flexibilidad necesarias para incrementar la capacidad de absorción y reconversión enunciadas en el capítulo primero de este trabajo.

En el año de 1999, la empresa impulsó una integración entre los sistemas de calidad y los sistemas de gestión ambiental (ISO 9002 y 14001), en una visión de desarrollo sostenible, misma que se declara como una política integral:

“En NHUMO, SA de CV producimos y comercializamos Negro de Humo con una visión de desarrollo sustentable, comprometidos a cumplir con los requisitos convenidos con nuestros clientes, con la legislación aplicable, con los acuerdos suscritos vigentes y a prevenir la contaminación. Mediante nuestro sistema de Gestión Integral, mejoramos en forma preventiva y continua: procesos, productos, desempeño ambiental, de salud ocupacional y de seguridad. De esta forma, consolidamos el negocio para la rentabilidad de nuestros accionistas, el beneficio de los clientes, comunidad, proveedores y nosotros mismos”.

Como se mencionó previamente, Nhumo esta integrada en un *joint venture* entre Girsu y Cabot (en inversión de capital) siendo éste último el socio tecnológico, es decir, su principal fuente de adquisición de tecnología (incorporada). De esta forma, Nhumo parece presentar una disyuntiva entre el tipo de decisiones estratégicas en tecnología, hacia tecnología Cabot o tecnología propia (por ello es que quieren capitalizar las innovaciones y el conocimiento tecnológico).

Nhumo considera tener cinco clientes principales para atender: sus productos y servicios, accionistas, comunidad, proveedores y su personal. Se considera a si misma como una empresa de Clase Mundial, con visión de desarrollo sustentable y comprometida con la calidad total, la mejora continua, el cuidado del medio ambiente y con el desarrollo de su gente. En resumen, los valores de Nhumo son:

- Seguridad y cuidado del medio ambiente
- Satisfacer y dar valor superior a los clientes
- Mejoramiento continuo mediante trabajo en equipo

- Cultura de productividad y bajo costo
- Trabajar con prevención y sistemas
- Desarrollo de personal
- Calidad de vida
- Liderazgo

Del proceso de entrevistas se encontró que dichos valores se traducen en el uso de una serie de herramientas y características que parecen distinguir al personal del resto de los trabajadores de la zona, en el sentido de los integran a la práctica cotidiana, no solo dentro de la empresa, sino en reuniones sindicales, participación en foros y congresos, etc. y que facilitó la introducción de los sistemas de calidad y gestión ambiental que le han significado a la empresa diversos premios y reconocimientos. De esta forma, dicen contar con un clima organizacional adecuado, además de ser una organización flexible y activa que siempre busca una mejor forma de hacer las cosas.

La calidad parece ser uno de los pilares de Nhumo, evidente en la semana anual de la calidad, que es un espacio desarrollado cada año por la empresa junto con la comunidad académica y empresarial del país para tratar temas estratégicos en una especie de congreso interno, y que resalta elementos como *eficiencia y efectividad organizacional* (2001), *administración del conocimiento para la competitividad* (2000), *hacia el desarrollo sustentable* (1999) y *calidad* (1998).

3.3 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

3.3.1 Características Generales del Negro de Humo

El Negro de Humo es un polvo carbonáceo intensamente negro, obtenido por la descomposición térmica incompleta de aceite altamente aromático. También se le llama negro de carbón o de lámpara y es virtualmente carbón elemental puro en la forma de partículas coloidales esféricas. Su apariencia física es la del carbón en forma de pelet o polvo finamente dividido (ICBA, 1999).

Los primeros negros de humo de que se tenga noticia fueron producidos por el hombre de las cavernas hace unos 15,000 años (Nhumo, sitio web), y posteriormente por los antiguos chinos hace más de 3,500 años para usarse como colorante (ICBA, 1999). Fabricaron lo que ahora se conoce como negro de humo, quemando materiales orgánicos purificados tales

como resinas, grasas y aceites bajo conos invertidos de cerámica. El hollín depositado en la superficie de la cerámica se quitaba y se utilizaba como pigmento en tintas. Hoy en día, al negro de humo todavía se le valora por sus atributos como colorante, pero se utiliza sobre todo para proporcionar reforzamiento y mejorar otras propiedades a los artículos de hule (Nhumo, sitio web). A partir de mediados de los 70's casi todos los negros de humo se producen mediante el proceso de horno y son conocidos como negros de humo de horno (Considine, 1974). Actualmente se encuentra entre los primeros 50 productos manufacturados de la industria química a nivel mundial, basado en toneladas anuales. La producción mundial para el año de 1999 fue de alrededor de 6.81 millones de toneladas. Aproximadamente el 90% del negro de humo se utiliza en aplicaciones huleras, 9% como pigmento, y el 1% remanente como un ingrediente esencial de cientos de aplicaciones diversas (ICBA, 1999).

En Nhumo, se produce negro de humo a través de este proceso de combustión en horno de un petrolífero llamado aceite de decantado, el cual proviene de la desintegración catalítica de gasóleos. El negro de humo está constituido por más de un 97% de carbono (la composición total depende del grado de negro de humo de que se trate). El negro de humo es un producto commodity, es decir, es un artículo genérico cuyas características, usos y aplicaciones son del dominio público (Nhumo, sitio web). No es considerado como residuo peligroso en la normatividad mexicana vigente (NOM-052-ECOL-1994 y NOM-053-ECOL-1994), ni por resultados de los análisis CRETIB⁵. En Nhumo se recicla en el proceso o bien se recicla externamente en la transformación de otro producto con la combinación de hule sintético (suelas de zapatos, topes para defensa, loderas etc.) (MSDS Nhumo, 2001).

El arreglo cristalográfico de los átomos de carbono en el negro de humo es hexagonal, los cuales forman estratos que son paralelos entre sí, pero sin respetar un arreglo tridimensional específico, lo cual lo distingue del grafito, del coque, del diamante y del carbón vegetal. El negro de humo es un producto utilizado en muchos artículos de uso cotidiano (Nhumo, sitio web).

⁵ Prueba fisicoquímica para determinar el carácter Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Toxicológico, Inflamable o Biológico Infeccioso de cualquier elemento o compuesto químico.

Los negros de humo de horno son clasificados generalmente en dos tipos: reforzantes (también llamados "duros" o "tread") y semi-reforzantes ("suaves" o "carcass"). Los negros de humo reforzantes, como su nombre lo indica, refuerzan grandemente al hule y le permiten tener altas resistencia al desgaste y elasticidad. Son utilizados principalmente en la industria llantera (Nhumo, sitio web). Este tipo de negros de humo incrementa la vida útil del piso de una llanta de 8,000 Km. (si no se usa negro de humo), a un potencial de más de 120,000 Km. Se estima que la vida promedio esperada de una llanta se extiende por un factor de 9 a 10 veces como resultada de la adecuada aplicación del negro de humo (Considine, 1974). También se les usa en la fabricación de diversos artículos de la industria hulera como por ejemplo: bandas procuradas y hule-pisos, bases para motor, cojines de las llantas, bandas transportadoras, defensas marinas, etc (Nhumo, sitio web).

Los negros de humo semi-reforzantes son utilizados principalmente en la fabricación de mangueras, bandas, cámaras para llantas, capas sellantes de llantas sin cámara, artículos extruidos, artículos moldeados, carcassas de llantas, etc. Aunque también han sido utilizados como pigmentos en la obtención de tintas, y bases de pinturas, artículos de plástico, concentrados de color y derivados de concreto, entre otros (Nhumo, sitio web). Debido a la coloración profunda y permanente del negro de humo, aplicando sólo el 1 o 2% de éstos en plástico se minimiza, si no completamente, los efectos adversos de la radiación ultravioleta en los materiales (Considine, 1974).

3.3.2 Principales Productos y Mercados de Nhumo

Del amplio espectro de negro de humo que se fabrican en el mundo, la Asociación de Estándares para Prueba de Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés) tiene clasificados alrededor de 80 grados diferentes de negro de humo grado hulero y de otras aplicaciones. En tanto los líderes mundiales de fabricación de negro de humo en el mundo, como pueden ser Cabot, Columbia y Degussa tienen una gran cartera de productos dentro de esta clasificación, empresas de países en desarrollo como Nhumo de México, Alexandria de Egipto o Thai Carbon Black Public Co de Tailandia muestran un portafolio más reducido como se observa en la tabla siguiente:

Tabla. 3.3.2 Comparación entre negros de humo grado hulero producidos bajo (clasificados ASTM) por diversas firmas a nivel mundial

ASTM	Cabot Corp.	Nhumo	Columbian Chemicals	Sid Richardson	Alexandria Co.	Thai Public Co.
N110	Y		Y	Y	Y	
N115	Y				Y	
N121			Y	Y	Y	
N134	Y			Y		
N220	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N231	Y			Y		Y
N234	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N293	Y					
N299	Y		Y	Y		
N326	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N330	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N339	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N343				Y		
N347	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N351	Y	Y	Y	Y	Y	
N358				Y		
N375	Y		Y		Y	Y
N472	Y					
N539	Y	Y			Y	Y
N550	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N630			Y			
N650	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N660	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N683					Y	Y
N754			Y			
N762	Y	Y	Y	Y	Y	
N765					Y	
N772	Y	Y		Y	Y	
N774	Y		Y	Y	Y	
Total ASTM	23	13	18	20	20	13
Total	154[□]	13*	20⁺	20[°]	22	16

Fuente: elaboración propia con base en datos en sitios web de las compañías y entrevistas al personal de Nhumo.

Notas:

□ Se refiere al total de grados de negro de humo fabricados, que incluye el grado hulero, tintas, adhesivos y sellantes, tintas, tóners, plásticos, llantas y carbones minerales.

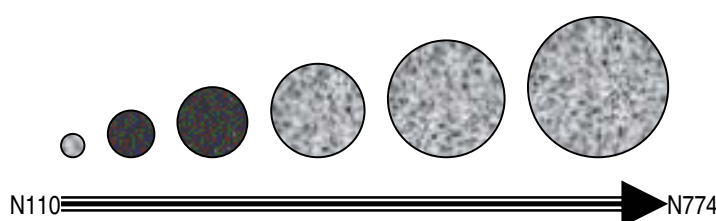
* Total de grados de negro de humo declarados como producidos; aunque pueden fabricar otros grados huleros a pedido del cliente, siempre y cuando su tecnología lo permita.

+ y ° En la página web sólo reportan los grados huleros, aun cuando el espectro de productos de negro de humo que fabrican es mayor.

Dada la complejidad de la tecnología para producir todos los grados posibles de negro de humo, resulta más alcanzable la producción de ciertos grados huleros por el método de

horno, que por otras alternativas posibles. De esta forma, de la tabla 3.3.2 se observa que la mayoría de la producción de concentra en grados intermedios (N220 a N660) que nos indica de manera creciente el tamaño de partícula alcanzado por cada grado negro de humo. Entonces tenemos que del amplio espectro de grados de negro de humo posibles de fabricar mostrados de manera esquemática en la tabla 3.3.2, se tienen aquellos con tamaño de partícula intermedio como más factibles, siendo los extremos más difíciles de alcanzar dadas las condiciones tecnológicas requeridas.

Figura 3.3.2 Espectro ilustrativo de grados de negro de humo según tamaño de partícula



Fuente: elaboración propia con base en información de estudio de caso.

En Nhumo se fabrican dos tipos diferentes de Negro de Humo, reforzantes y semireforzantes dentro de la gama de grados reportados para la ASTM como de aplicación en hule.

Tabla. 3.3.3 Principales productos de Nhumo.

Reforzantes	Semi- Reforzantes
- Llantas	- La parte lateral de las llantas
- Bandas transportadoras	- En mangueras
- Bandas De Hule-Piso para renovación de llantas	- Bandas
- Suelas para calzado	- Cámaras de automóvil
- Tintas	- Impermeabilizantes
- Etc.	- Selladores

Fuente: elaborado con base en información de sitio web Nhumo.

Nota: los datos correspondientes a el porcentaje de ventas y producción de cada producto no se tienen disponibles debido al carácter confidencial de los mismos, basados en el Sistema de Propiedad Intelectual de la Empresa y los convenios de confidencialidad firmados para tal efecto.

Dentro de la cartera de clientes de Nhumo, surten a las principales empresas llanteras del mundo tales como Firestone, Continental, Michelin y Goodyear que operan en México; y a nacionales como Tornel (Nhumo, página web). Cuenta con mercados de exportación

dirigidos a Norteamérica, Latinoamérica, Europa, Asia y Norte de África (Girsa, página web). Con oficinas comerciales (distribuidores) en Canadá, Estados Unidos, Guatemala, Costa Rica, España, Alemania e Italia (Nhumo, página web).

En años anteriores, la producción principal de negro de humo era para reforzantes de la industria llantera, pues las al ser un producto maduro y de bajo precio, las ventas por volumen son más significativas comparadas con vender especialidades que son mas caras, pero en el mercado nacional se consumen en menor medida, y por ello, las ventas son mejores. Debido a este hecho, en los últimos años, del total de los reforzantes fabricados por la empresa⁶, se tiene que hasta el 99% se dirige al mercado llantero; mientras que en el caso de los semireforzantes el 50% de la producción es para llantas, y el 50% restante se dirige al mercado industrial, es decir, el de especialidades.

Lo anterior es un dato importante, pues la contracción del mercado llantero en México en el año 2000 y 2001 produjo un efecto negativo para el segmento de los reforzantes con el cierre de varias plantas fabricantes de llantas en nuestro país. En este sentido, Nhumo se vio afectado y requirió reorientar sus esfuerzos a una nueva reconversión hacia producir equilibradamente reforzantes y semireforzantes, con una diversificación de mercados, pues el auge de ventas en el mercado nacional había sido tal, que el mercado de exportación se dejó de lado; mientras que al momento de la contracción de mercados, se vieron obligados a reorientar sus esfuerzos a la exportación. Como una de las características de la Nhumo y su cultura es la flexibilidad, esta habilidad les permitiría adaptarse rápidamente a las nuevas condiciones de mercado.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

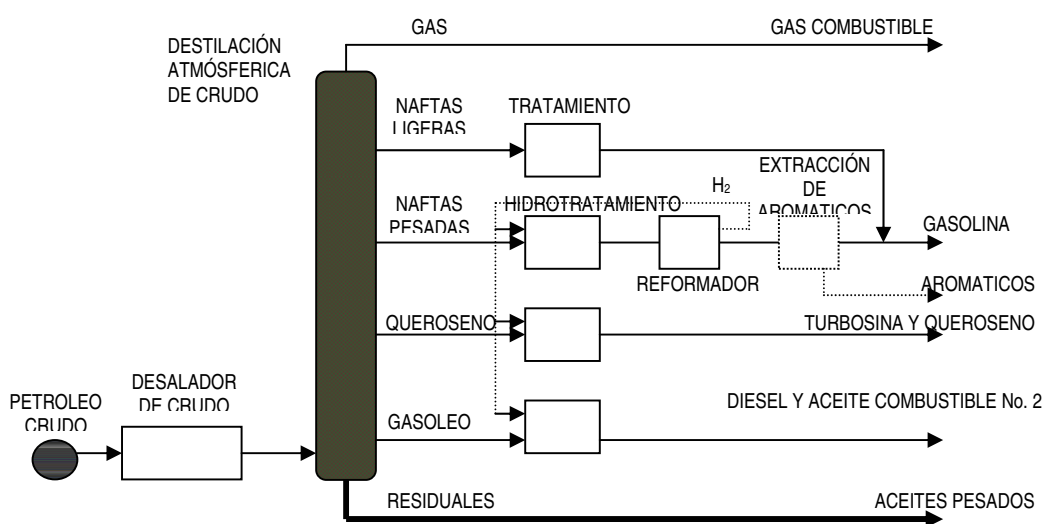
Para la producción de negro de humo como se mencionó en el apartado anterior, es bien conocido que se puede realizar a partir de la combustión parcial (pirólisis) de hidrocarburos líquidos (Kirk y Othmer, 1962; ICBA, 1999); o a partir también de hidrocarburos gaseosos, como el metano. De tal forma que se tienen dos procesos principales: negro de humo de horno y negro de humo térmico. Aun cuando dependiendo el tipo de método utilizado se

⁶ Obtenida con base en una estimación parcial durante las entrevistas a empleados de la empresa sobre el mercado actual de negro de humo.

pueden tener hasta cinco tipos principales que complementan a los anteriores: hollín de lámpara, negro de humo de choque y negro de acetileno (Considine, 1974).

El proceso de negro de humo de horno es aquel que utiliza aceites altamente aromáticos como materia prima (como el caso de la empresa en estudio) debido a que se desintegran más fácilmente (Kirk y Othmer, 1962). Cabe mencionar que el aceite decantado es un subproducto residual de la refinación catalítica del petróleo conocidos como “residuales”, y que son aquellos productos que contienen un alto contenido de carbono y con un menor valor agregado; pues los productos mas ligeros, o “destilados”, de mayor valor agregado son utilizados para obtener gases, gasolinas, aromáticos, turbosina, diesel, etc. Es decir, el precio obtenido de los productos residuales no sólo es mucho menor que el retorno por los productos más ligeros sino también comparado con el precio original del petróleo crudo, esto es, mientras menor contenido de carbono más ligero es el compuesto y con ello un mayor valor agregado (Kent, 1992). Un diagrama simplificado de la obtención de aceite decantado se puede observar en la figura 3.4.1

Figura 3.4.1 Proceso Simplificado de Refinación de Petróleo.



Fuente: Kent, J. 1992

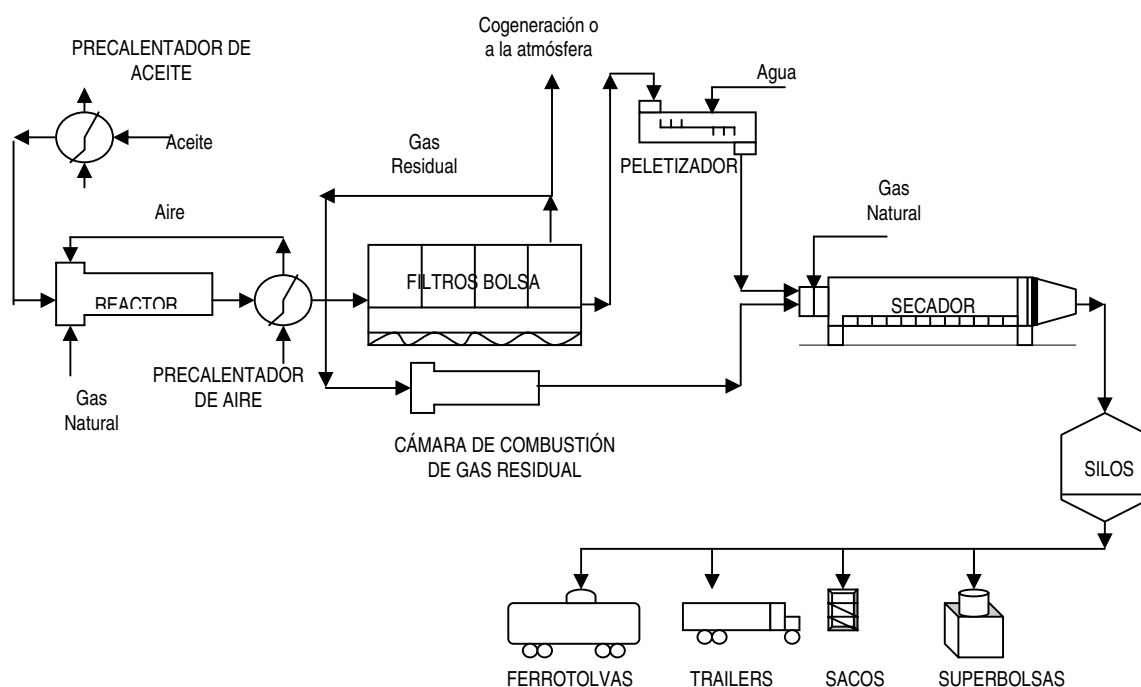
De manera general, la producción de horno se realiza en un reactor utilizado para realizar la pirolisis del aceite decantado bajo condiciones de operación cuidadosamente controladas a temperaturas extremadamente altas. El aceite decantado es atomizado en una corriente de

gas caliente en donde es vaporizado y entonces piroliza en la fase vapor para formar partículas de carbón microscópicas. En la mayoría de los reactores de horno, la reacción es controlada por esparcido de vapor o agua. El negro de humo se produce y es transportado a través del reactor, enfriado y colectado en filtros bolsa en un proceso continuo. El gas residual o “tail gas” de un reactor de horno incluye una variedad de gases como el monóxido de carbono e hidrógeno. La mayoría de las plantas de negro de humo de este tipo utilizan una porción del gas residual para producir calor, vapor o energía eléctrica como se puede apreciar en la figura 4.4.2. (ICBA, 1999).

En el caso particular de Nhumo se pueden identificar tres variables principales que son determinantes para la operación de la planta:

1. Materia prima
2. Energía (uso ecoeficiente de la energía)
3. Medio Ambiente

Figura 3.4.2 Proceso de fabricación de negro de humo de horno.



Fuente: Carbon Black User's Guide. ICBA, 1999.

De manera más detallada, la descripción del proceso contenido en el diagrama 3.4.2 es el siguiente:

a) Fase de reacción: el proceso inicia cuando el aceite proveniente de los tanques de almacenamiento se alimenta al horno o reactor, conjuntamente con aire, gas natural y aditivos, a una temperatura de reacción de 1000°C a 2200°C, dependiendo del grado de que se trate. Como resultado de esta fase se obtiene negro de humo en forma de polvo extremadamente fino y gases residuales de la reacción.

b) Fase de filtración: el negro de humo proveniente de los reactores se separa de los gases residuales por medio de centenares de bolsas filtrantes de fibra de vidrio, colocadas dentro de varios compartimentos que conforman la unidad principal de filtración. Esta operación se efectúa a una temperatura máxima de 250°C.

c) Fase de aglutinación (peletizado): en esta etapa, el negro de humo libre de gases residuales, se alimenta en conjunto con agua y aditivos a un equipo llamado aglutinador. El objetivo de éste es convertir el negro de humo en polvo en un negro de humo peletizado, esto es, densificado en forma de pequeños conglomerados esferoidales llamados pélets. El negro de humo peletizado es así manejado más adecuadamente.

d) Fase de secado: para eliminar el agua utilizada en el proceso de aglutinación, se seca el negro de humo en secadores rotatorios, obteniendo un producto con una humedad mínima.

e) Fase de manejo de producto terminado (almacenamiento y envasado): el negro de humo peletizado y seco es enviado a los silos de almacenamiento, de donde el producto será enviado a los clientes en alguna de las presentaciones acordadas: sacos, superbolsas, autotolvas o ferrotolvas.

Durante la primera etapa de proceso, es justamente en el aceite decantado como materia prima donde se tiene un riesgo de abastecimiento a futuro, pues es del dominio público que todos los productos derivados del petróleo conllevan la amenaza de la disminución de las reservas mundiales, pues se trata de un recurso no renovable y finito, además de que la industria de refinación tiene aún el incentivo económico de convertir todos los residuales posibles en productos más ligeros (Kent, 1992), lo cual disminuiría potencialmente la obtención de residuales.

Además, se encontró durante el estudio de caso que problemas de especificación de materia prima afectarían significativamente la calidad y el rendimiento del producto, por lo que se destaca la gran capacidad que ha desarrollado el área de producción de Nhumo al adaptarse a trabajar con materia prima suministrada por PEMEX que varía en especificaciones en cada pedido y suministro. Lo anterior respalda la tesis establecida en el apartado teórico con respecto a la taxonomía de Pavitt (1984), en donde los oferentes especializados de firmas intensivas en producción, y firmas químicas (aun cuando esta empresa no está basada en ciencia dadas las características de su producto) pueden motivar cambios en la empresa pues es su fuente de innovación. En el caso de la empresa se tiene un problema de suministro de materia prima, que es un recurso no renovable, que pudiera ser solucionado si se aprovechan las relaciones con un proveedor que garantizara una oportuna y adecuada relación como socio tecnológico de materia prima.

3.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA

Nhumo es una empresa que cuenta con una estructura organizacional que tiende a ser plana, con cuatro departamentos funcionales que operan las áreas *operativas de producción, comerciales, financieras y administrativas*. Dado el organigrama de la empresa, las relaciones funcionales entre los departamentos se dan de manera directa, lo que facilita los flujos de información soportados por la velocidad y eficacia que supone el uso de las tecnologías de información.

De manera general las funciones del *área operativa* están relacionadas directamente con la producción, tecnología, proyectos, mantenimiento, servicios, abastecimiento, seguridad e higiene, calidad en los procesos y las tareas operativas. Cabe mencionar que debido a la integración de sus sistemas de gestión de calidad y ambiental, cada gerencia de la empresa tiene responsabilidades en materia de medio ambiente, a pesar de que esta área cuenta con los especialistas que realizan el control ambiental propio (mediciones, capacitación, seguridad en el trabajo, etc).

El *área financiera* está a cargo de las cuestiones contables y fiscales de la empresa, propios de un área dedicada a la administración de los recursos físicos y monetarios de la empresa;

además de haber estado a cargo recientemente del área de tecnologías de información. Por su parte el *área comercial* está encargada de dar seguimiento a las expectativas de los clientes, ventas al mercado nacional y de exportación, expectativas de ventas y crecimientos y la integración de los planes de ventas (de acuerdo con las necesidades de los clientes) y el área de producción.

Finalmente se tiene el *área administrativa* de recursos humanos y sistemas de calidad, quien es la encargada de la capacitación, selección y demás tareas propias del área, pero sobre todo la de implementar (en un principio) y dar evaluación permanente a los sistemas de gestión implantados en la empresa. Además de llevar la figura de verificar el cumplimiento de la calidad a través del cumplimiento de los procedimientos generales de la empresa, así como el sistema de propiedad intelectual.

El *Grupo Directivo de Calidad* (GDC) es la figura planeación más significativa de la empresa, pues a pesar de que en su organigrama pareciera ser tradicional en el sentido de un director general que tiene jerarquía por sobre los departamentos, esta figura es la encargada de ayudar al director en su labor de iniciar los procesos de planeación estratégica en una convención anual que establece las estrategias de negocio, seguida de una operativa en donde diversos equipos multidisciplinarios a cargo de proyectos específicos establecen el cómo llevar a cabo las bases y lineamientos estratégicos de cada año. Otra función de la dirección que está compartida con este grupo es la de motivar y facilitar los flujos de información en la empresa.

Aunado a los diversas áreas que integran los departamentos se tiene la conformación de equipos de trabajo en la forma de equipos naturales –departamentales-, interdisciplinarios de mejora continua, estratégicos y de mejores prácticas. Esta dinámica de grupos de trabajo se basa en el sistema japonés de tecnología de equipos que busca explotar las competencias de sus integrantes y potenciar la creatividad. Esta dinámica de grupos de trabajo favorece la interacción entre los diferentes actores y con ello el intercambio de experiencias que se traducen en algún grado en las competencias de la empresa, que paradójicamente no son explícitas en la compañía.

En primera instancia podría establecer que las *competencias de Nhumo* se basan mayormente en el *área productiva y organizacional*, entiéndase su personal, sistemas de gestión, orientación a los clientes y la calidad y finalmente al dominio en la producción del espectro de grados de negro de humo huleros que manejan. De manera más general, las *fortalezas* encontradas para la empresa enunciadas en la tabla 3.6.6 al final de este capítulo, pudieran representar las competencias de la empresa si se logran interiorizar e integrar a la memoria colectiva de la organización.

3.6 APRENDIZAJE TECNOLÓGICO-AMBIENTAL EN NHUMO

Del proceso de entrevistas y estancia en la planta, Nhumo es una empresa declara contar con la variable ambiental integrada en las diferentes variables tecnológicas y organizacionales de la misma. Producto de una estrategia de los últimos años Nhumo motivada por líneas corporativas, encontró en su proceso de búsqueda de la competitividad que la eco-eficiencia abrazaba la oportunidad de obtener ventajas competitivas y generación de flujo para la empresas. Aunado a su orientación hacia el Cliente y la Calidad Total, Nhumo cuenta con una política ambiental basada en un modelo de desarrollo sostenible como enunciado en el “nuevo paradigma” de la industria química en la actualidad citado en el capítulo segundo de este trabajo.

Dicha cultura de desarrollo sustentable se basa en el hecho de que en la mayoría de los modelos de este tipo, se consideran sólo las variables económicas y ambientales, en el sentido de una especie de interfase entre el viejo y el nuevo paradigma de la cultura empresarial que motivan la adopción de prácticas que favorecen la producción con pleno respeto al medio ambiente, pero también la consecución de otras mejoras que impactan la imagen de la empresa, y algunos reconocimientos de tipo social y empresarial.

Nhumo es el producto de la sinergia de una serie de factores y actores que confluyeron en un momento determinado cuando la planta de Altamira fue adquirida. En los años 60's se estableció en Salamanca, Guanajuato una planta dedicada a la fabricación de negro de humo, planta que contaba con una tecnología adquirida a Philips Petroleum y operada con ingenieros y capitales mexicanos bajo la razón social de Industrias Negromex. Por su parte, otra trayectoria tecnológica se empezó a gestar en la fabrica de Hules Mexicanos

(subsidiaria de PEMEX) en los años 70's con tecnología Ashtlan y un socio tecnológico Canadiense.

Cabe recordar que durante esta etapa histórica en el entorno macroeconómico se tenía en México un modelo de sustitución de importaciones y de fomento y protección a la industria local, lo que supone que las empresas mexicanas recibían trato preferencial en el suministro de materias primas (proporcionadas por la paraestatal petrolera). En el caso del Negro de Humo, la principal materia prima es un aceite decantado (feedstock) subproducto (no utilizado) de la refinación catalítica del petróleo, que era suministrado a la industria a precios nacionales (no en la base internacional). Por tanto, en un ambiente de protección a la industria y siendo los únicos productores con trato preferencial (en el caso de Humex), resultaba sumamente rentable la producción y comercialización de negro de humo cuando en México se vendía a precios mayores que los internacionales y aún cuando la eficiencia del proceso fuera baja o se operara con márgenes de competitividad ínfimos y sin respeto al medio ambiente.

El personal que trabajaba en Humex se había acostumbrado de alguna manera a una operación ineficientemente y de manera insegura, con índices de accidentabilidad de 50 registros incapacitantes por año, situación que se veía reflejada en mermas gigantescas de producto fuera de especificación que se iba acumulando en las instalaciones de la planta. De esta forma, con un excesivo burocratismo y rigidez en la operación de la planta, se tenían diversos problemas ambientales y de seguridad del trabajo.

Por su parte, la planta de Negromex operaba de manera privada y eficiente, con expectativas de crecimiento motivadas por el mercado. De esta forma se iniciaron planes de crecimiento a finales de los 80's con el proyecto de expansión del Golfo. Justo durante esta etapa, a finales de los 80's y principios de los 90's Humex fue adquirida por un consorcio privado Negroservia, que sólo la preparó superficialmente para ser vendida al Grupo Desc que la adquirió en 1991.

En la planta de Altamira se tenía una capacidad instalada de 40,000 ton/año que resultaban aun atractivas para los proyectos de expansión de Negromex, pero las instalaciones se encontraba en pésimas condiciones con numerosas fugas en líneas de proceso, deterioros en equipos, contaminación en agua, aire y suelo, operación ineficiente de los reactores, altos costos de producción, etc. Entonces Desc tomó una decisión estratégica al buscar al mejor socio tecnológico que podían encontrar en el momento (y en la actualidad): Cabot Corporation. Cabot era en 1988 (y es) el líder productor de negro de humo en el mundo, y líder en la tecnología de producción, y aceptó participar en un *joint venture* con Girsá que poseería el 60% de la empresa y Cabot el 40% restante y proporcionaría la tecnología para fabricar negro de humo grado hulero (que como veremos mas adelante se trata de una limitante del amplio espectro de grados de negro de humo posibles). Es aquí donde confluye la tercera trayectoria tecnológica que generó una sinergia positiva para convertirse a Nhumo, la tecnología Cabot.

En este punto vale la pena recordar los trabajos de Gómez (2001) que analiza la definición de alianzas estratégicas de empresas mexicanas con socios extranjeros, principalmente de Estados Unidos que buscaban adquirir la tecnología de punta y obtener capacidades, conocimiento y experiencias a cambio de conocimiento de mercado y relaciones para sus socios. Como veremos mas adelante, esta estrategia de alianza estratégica ha limitado en algún grado el desarrollo de capacidades, tal como fue encontrado en el estudio de la autora y que al final no representó conocimiento para las firmas mexicanas.

Entonces la tecnología “híbrida” resultante en Nhumo es el resultado de la confluencia de las tecnologías Philips, Ashtlan y Cabot para la fabricación de negro de humo. La capacidad instalada de Nhumo actualmente es de 120,000 ton/año, producto de una serie de mejoras incrementales al proceso que se agregaron año con año a la experiencia de operación de la planta.

Un punto difícil de precisar hasta el momento es si la "hibridación" tecnológica potenció nuevas capacidades o creó inercias. En este sentido, el análisis de la evidencia del estudio de caso y los proyectos de mejora en la planta analizados nos permiten suponer que este

proceso de mejora tecnológica generó ciertas capacidades en el personal de Nhumo, al estar a cargo de la ingeniería básica un ingeniero es capaz de realizar los cálculos y especificaciones necesarios para definir dichas variables de diseño, generando una serie de *capacidades innovativas básicas*, de acuerdo con la matriz de capacidades definida en el capítulo 1; pero al momento de subcontratar la ingeniería de detalle, que es la construcción física de los equipos e instalaciones, se tiene solamente la supervisión de la obra. Lo anterior supone que se perdió el desarrollo de ciertas *capacidades innovativas intermedias* que son el paso último para el desarrollo de *capacidades innovativas avanzadas* que se traducen en el mejor de los casos el desarrollo de innovaciones (eco), mientras que las anteriores se quedan en el papel de cambios o mejoras del proceso. Aunque para el caso de Nhumo parece que en efecto se han generado *capacidades productivas* sólidas producto de la experiencia del personal de ingeniería que labora en ella y que le han significado una competencia.

En este proceso de reconversión que se dio en a principios de los 90's (en el sentido de Leonard Barton, enunciado en el capítulo 1) el personal contribuyó de manera significativa para lograrlo. De alguna forma la experiencia de operación del personal (que fue recontratado) originario de Humex, aunada a la capacidad ingenieril de la gente de Negromex se integraron a la experiencia de los ingenieros de Cabot en la fabricación de negro de humo. El diagnóstico técnico fue seguido de una estrategia de integrar equipos en buen estado, para finalmente realizar mejoras radicales en proceso al cambiar los reactores existentes para los reforzantes a tecnología Cabot y que permitió iniciar las acciones necesarias para iniciar este proceso de mejora con la limpieza primaria de la planta, reconstrucción de equipo e instalaciones físicas, así como modernizar todos los sistemas administrativos. Esto puede traducirse en que la empresa estaba en un momento idóneo para desarrollar su capacidad de absorción (del apartado de definiciones básicas) y que le permitió en algún grado “desaprender” la manera ineficiente de trabajar para “aprender” de un modelo sustentable y competitivo, pero de alguna manera condicionó la trayectoria o paradigma tecnológico del negro de humo exclusivamente a la combinación de tecnología Cabot con algunas trazas de tecnología que consideraron todavía era adecuada.

Cabot, al intervenir con su experiencia para mejorar la planta y aportar algunos actores claves en esta dinámica, generó mejoras en proceso que se basaron en la forma en que esta dispuesta la tecnología Cabot en sus diversas plantas en el mundo. El acondicionamiento de las unidades productivas fue la siguiente tarea, pero se encontró que una buena parte de la tecnología Ashtlan seguía siendo eficiente, si se le daba el mantenimiento adecuado. Y en esta búsqueda de la competitividad y de incremento de la capacidad instalada se vio motivada principalmente por una cuestión de costos, que por principio de cuentas es el principal motivante para las innovaciones en general.

Entonces una empresa mexicana como Nhumo atada a un socio tecnológico que suponía le ayudaría a generar capacidades tecnológicas se vio inmersa posiblemente en una inercia determinada por la trayectoria tecnológica hacia las mejoras de proceso, tal como se infirió del apartado teórico relacionado con las alianzas tecnológicas estratégicas, y se cuestionaba el porque las empresas que las concertaban al final no desarrollaban experiencia, conocimiento y capacidades. En este caso se generó un primer efecto de *lock out* dictado por la atadura tecnológica, y sin duda ha desarrollado capacidades, pero corren el riesgo de ser olvidadas por la limitada facilidad de utilizarse.

Esta etapa de reconstrucción de la planta de Altamira dejó en el personal un gran sentido de unión y pertenencia a la organización y hoy en día es uno de sus pilares. La cultura organizacional de Nhumo se puede decir que esta integrada en su personal y según información recabada en las entrevistas, el personal “respira un ambiente de libertad, flexibilidad y creatividad en todas las áreas de la empresa”, “aunado a que más del 40% de las instalaciones de la planta son áreas verdes, se respira un aire de plena integración con el medio ambiente”, lo que se expresa en un clima organizacional adecuado que favorece la creatividad y el desarrollo de ideas para mejorar continuamente.

Encontramos que las mejoras incrementales fueron motivadas por el aspecto económico primero, y como consecuencia repercusiones en un mejor desempeño ambiental (que le significa hoy en día a Nhumo una ventaja competitiva única y que lo posiciona como un ejemplo mundial de desarrollo sustentable dentro del ámbito empresarial). Aunque parece no ser un resultado de un proceso de búsqueda basado en una estrategia clara en materia

ambiental de Nhumo mediante la consecución de proyectos eco-innovadores y por ende eco-eficientes, pero si debe reconocerse la influencia de Girsu en la materia, pues es un grupo con un alto sentido de responsabilidad social y ambiental; así como la capacidad misma del negocio y sus directivos al hacer de la variable ambiental, una competencia para la empresa que se traduce en un signo de competitividad.

3.6.1 Eco-innovación y eco-eficiencia en Nhumo

La trayectoria tecnológica de Nhumo es particularmente interesante en materia ambiental, pues han realizado diversos proyectos no sistemáticos, mas bien producto de un proceso de búsqueda de oportunidades motivado por su esquema de mejora continua que tienen como meta la reducción de costos, el incremento de la competitividad y la eco-eficiencia.

Nhumo manifiesta en su Política Integral tener una visión de desarrollo sustentable, su compromiso para prevenir la contaminación y mejorar su desempeño ambiental para beneficio de la comunidad. Nhumo trabaja con base en su Sistema Integral de Gestión, el cual incluye un Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma ISO14001, y en su programa SOL (Seguridad, Orden y Limpieza).

Tabla. 3.6.1 Variables de eco-eficiencia declarados por Nhumo

Variables de la empresa	Evidencia de prácticas eco-eficientes
Reciclaje	- Plástico - Desechos Orgánicos - Metales - Madera - Vidrio - Material de Empaque
Reutilización	- Agua - Gas Residual

Fuente: elaboración propia en base a información del sitio web Nhumo

La Política Ambiental de Nhumo manifiesta su compromiso en prevenir la contaminación y cumplir con la normatividad vigente, además de mejorar continuamente sus procesos e implementar y mantener sistemas de gestión ambiental que les permitan verificar sus insumos y productos en un enfoque de ciclo de vida, respetando al entorno y a ellos mismos. Este sistema ambiental es visto en Nhumo como una condición para mantener el liderazgo.

La cultura de respeto de medio ambiente parece estar presente de manera cotidiana en la planta, pues elementos tan sencillos como el uso de papel reciclado y tintas biodegradables en impresión de formas, tarjetas, por un lado, y por otro, la instalación de estaciones de colección de papel para reciclaje (ecofibras) o la instalación de separación de desechos.

Aunque como se mostró en el apartado relacionado con el desempeño ambiental, el tener un alto desempeño no se traduce necesariamente en aprendizaje ni en la generación de eco-innovaciones. En el caso de Nhumo, parece ser que ha desarrollado cierto grado de aprendizaje ambiental, pues acorde con el modelo de aprendizaje ambiental planteado en la figura 2.5.1, la empresa tiene presente en diversos grados todas las actividades o procesos que favorecen el aprendizaje.

En especial se destacan su programa de educación continua es un excelente medio para alcanzar al colectivo de la empresa en el cambio de valores y las etapas de *adaptación y operación* establecidas por November en el apartado correspondiente a la comunicación como factor de aprendizaje ambiental. Además el participar activamente en proyectos de mejora continua favorece que algunos de ellos impacten medio ambiente, lo cual será analizado en el siguiente apartado, pero que han sido limitados por la poca utilización de las capacidades innovativas que desarrolló durante su etapa de reconversión, y como mencionamos anteriormente pueden ser olvidadas. Finalmente, otro elemento muy importante es el *principio director ambiental* de la empresa, traducido en su política de medio ambiente, que fue mencionada con anterioridad y que le permite establecer una estrategia de buscar otros fines para todos sus desechos, lo cual plantea una paradoja que mencionaremos mas adelante como la *paradoja*: “*nuevos fines para desechos, cero nuevos fines para producto*”.

3.6.1.1 La Introducción de la Variable Ambiental

Uno de los principales puntos de la presente investigación es entender como la variable ambiental ha sido (o puede ser) introducida a las diferentes variables tecnológicas de la empresa y como se da esta interrelación. En este sentido, en los párrafos siguientes

abordaremos el tema de cómo realizar dicha integración, y en su caso, que beneficios tiene para la empresa.

El área de medio ambiente se encuentra presente en la actualidad de manera específica con el departamento de EHS, dividido en dos especialistas, uno en Ecología, otro en Salud y otro en Seguridad. De esta forma, se desarrollan proyectos (dentro del mismo esquema de grupos multidisciplinarios) de tecnologías ambientales de ciclo cerrado. Caso evidente es el proyecto *Lirio* que busca plantar lirio acuático en los efluentes de descarga de aguas para atrapar el posible remanente de aceite que pudiera encontrarse en dicha agua, dadas las características de absorción de aceites; acto seguido se procedería a la trituración y secado del lirio para su uso alternativo.

El aspecto de seguridad en el trabajo es determinante para las tareas cotidianas y operativas y se han instalado algunos mecanismos para favorecer la cultura de la seguridad, como por ejemplo:

- Platicas semanales de EHS por departamento (o gerencia): se cuenta con un cuaderno semanal de platicas de seguridad de 5 minutos, que debe ser presentado (a manera de lectura) por un integrante del departamento al resto. Elaboran una minuta y generan recomendaciones sobre el uso ecoeficiente de recursos (ej. fugas o desperdicios de negro de humo, agua, energía eléctrica, etc.)
- Comportamientos observables buscando reducir accidentes: que tiene por objeto el que el personal identifique en otros (y aprenda por observación) practicas seguras (e inseguras) y que documente las acciones que no son acordes con los lineamientos establecidos.

Resulta particularmente interesante que cada departamento de la empresa define sus metas ambientales, lo que refuerza la tesis de Dasgupta y su trabajo sobre desempeño ambiental que muestra que es mas efectivo para la protección del ambiente en la empresa que cada gerente administre el cumplimiento de la variable control ambiental en su departamento, y así los especialistas ambientales pueden generar otro tipo de proyectos, como ocurre en la empresa en estudio, que el departamento EHS motivó diversos proyectos ambientales.

Por lo tanto este tipo de prácticas tan sencillas motivan la interacción entre todos los componentes del proceso de aprendizaje ambiental mostrados en la figura 2.6.4 al final de este capítulo, y que suponen que la variable ambiental está integrada en las variables organizacionales, productivas y tecnológicas.

3.6.1.2 Proyectos Eco-eficientes en Nhumo.

Como parte de su enfoque de eco-eficiencia, Nhumo reutiliza el gas residual de proceso para eliminar el uso de combustibles fósiles. Adicionalmente, ha llevado la proporción de áreas verdes vs. área total de planta desde un 0% hasta 49 % mediante la optimización de espacios y la mejora de los procesos productivos. Los principales objetivos y motivantes identificables a partir de las entrevistas y el análisis de la información para realizar mejoras a los procesos son:

- Flujo de capital
- Competitividad del negocio
- Eso eco-eficiente de recursos

Algunas prácticas eco-eficientes producto de la búsqueda de oportunidades y sinergias de subproductos con las empresas de la zona, como el ejemplo de recibir pipas de aceite residual de las fábricas aledañas para mezclarlo con su materia prima, homogeneizarlo e integrarlo a su proceso, lo que contribuiría en algún grado al abastecimiento de materia prima sin costos adicionales excepto el transporte. Además de la notable recuperación de áreas verdes en zonas en donde se depositaban los desperdicios y también de la laguna aledaña.

De manera general se describen a continuación los principales proyectos eco-eficientes de la empresa:

- **Cero Descarga de Agua Residual Y Uso De Superbolsas Para Filtrado De Lodos**

El agua utilizada para proceso era recibida y tratada previamente por filtros y ósmosis inversa (OI). Para éste último tratamiento se requiere utilizar agua fresca para retrolavado, misma que posteriormente se convierte en agua residual (70 000 Gal/día). Además se tenía

el agua de rechazo de OI (200 GPM) eran convertidos en agua residual. Aunado a lo anterior, se tenía agua residual por concepto de servicios generales (incluida sanitaria) que eran enviadas en su conjunto al mar como corriente de desecho. Se corrigieron fugas y derrames, eficientando el uso de agua e inicio de reciclajes:

1. Reuso de agua en los mismos procesos, en el caso del retrolavado de filtros previos a la OI
2. Reuso de agua de rechazo continuo de OI para riego de aguas verdes
3. Reuso de agua de proceso y sanitaria en el proceso de fabricación
4. Recuperación de lodos mediante la filtración con superbolsas (material de embalaje) eliminando así la fosa de deshidratación de lodos y concretando sinergia para reciclaje de lodos transformados en material para suela de zapatos.

Dentro de los principales beneficios se tuvieron ahorros por concepto de **320, 000 USD**, mientras que del total del agua residual que se tiraba al mar (1630 m³/día) ahora es utilizada en áreas verdes y en el proceso de fabricación. El agua que se deja de consumir favorece la preservación del Ecosistema de la Laguna de la Puerta adyacente a la planta. Con el uso de material de embalaje para filtrado se tiene una innovación para los sistemas de filtrado y se minimiza la disposición de estos.

• **Eliminación De Producto Fugitivo Por Material De Empaque**

Debido a fallas en el proceso y material de empaque, hasta el año 2000 se manejaba un alto porcentaje de producto fugado que daba a la planta un aspecto de suciedad; por cada tonelada almacenada en los sacos de termofusión se recolectaban entre 7000 y 14000 kg/año. De manera cualitativa se podía observar que la entrada a la planta era con traje tipo “A” de seguridad, es decir el totalmente hermético con aire autónomo (tipo “astronauta”) y aun así al salir la piel quedaba impregnada con el negro de humo que se eliminaba después con jabones especiales.

Se buscaron realizar cambios en el diseño de la bolsa de polietileno (que incluso puede ser utilizada junto con el negro de humo por los clientes, es decir, se adiciona el saco como tal en los procesos) así como en el sistema de sellado y en la máquina ensacadora de tal forma que no fugue el sistema de empaque. Lo que condujo a una notable mejora” que tuvieron en su proceso al minimizar significativamente las emisiones de polvos de su proceso

teniéndose beneficios económicos del orden de los 15, 000 USD. Además de mejora en la imagen del empaque antes los clientes, evitando fugas de material, tanto en bodegas propias como en la de clientes. Mejora en instalaciones propias y en las condiciones de trabajo.

- **Recuperación De Gas Residual Para Generación De Vapor**

Hasta 1993, todo el gas residual del proceso se liberaba a la atmósfera a través de chimeneas, consumiendo también una gran cantidad de gas natural se utilizaba para la etapa de secado. Por tanto, se tenían emisiones de CO_x a la atmósfera y se desaprovechaba el poder calorífico remanente del gas residual.

La primera etapa consistió en reusar el gas residual como energético en la etapa de secado de producto, sustituyendo el consumo de gas natural en la operación, durante 1995, quedando pendiente el gas residual que tenía que ser quemado en las chimeneas de campo. Se planteó entonces el uso de la corriente remanente, que era aprox. 60% del total de gases residuales, por lo que se dejó de quemar gas natural para generar vapor, instalando una caldera que tuviera como combustible dicho gas; así como buscar la relación proveedor-usuario para el consumo de vapor con plantas vecinas, como el caso de INSA y Crompton, ya que Nhumo consume poco vapor, y el resto lo venden a dichas compañías quienes dejaron de utilizar calderas para producirlo hacia el año de 1999.

Se obtuvo una reducción de consumo de gas natural de 36 millones de m^3 , así como la reducción de emisiones de CO_2 de 48000 Ton. La generación de vapor para comercialización y autoconsumo permite generar flujo de efectivo adicional para el negocio estimado en 2 puntos porcentuales adicionales a sus utilidades de operación. Además, se evita el consumo de gas natural por el equivalente utilizado de gas residual minimizando impacto al ambiente y generación de valor para el negocio.

Dentro de la industria química, desde el año 1993 se tenía conocimiento ya en la literatura especializada que la cogeneración eran viables para eficientar los procesos de la industria petroquímica en general al utilizar los residuos indeseables para producir vapor y electricidad (Farina y Fontana, 1993). En este contexto, en México la generación de

electricidad era exclusivamente obligación del estado, lo que hacía que la legislación no permitiera que la iniciativa privada, lo que pudo haber frenado a la empresa a continuar con la trayectoria tecnológica de la cogeneración para solamente realizar el proyecto hasta la etapa de generación de vapor.

A partir de 1995 la cero descarga de efluentes era ya considerada como una alternativa para conseguir un ciclo cerrado en un proceso, reduciendo la demanda de agua para proceso, disponerla como un sólido mediante evaporación y eliminar de los procesos las tecnologías de fin de tubo que sólo remediaban en parte la contaminación del agua, mientras que la cero descarga la evitaba (Byers, 1995).

Las noticias anteriores podrían mermar el ánimo optimista si pensamos que los proyectos anteriores se trataban de innovaciones radicales a los procesos o incluso eco-innovaciones. Lo que sí es una certeza es que los proyectos ecoeficientes desarrollados por la empresa le ayudaron a construir gradualmente una serie de capacidades que iniciaron de manera más bien impulsadas por alcanzar el estado del arte de plantas de negro de humo similares en capacidad instalada, tipo de proceso de horno, y tecnología de su socio que le fue permitiendo incorporar este enfoque al darse cuenta de que efectivamente representaba generación de valor, y que le ayudaba a reducir costos e incrementar la eficiencia y la competitividad. En el siguiente apartado analizaremos algunos de los beneficios intangibles de la ecoeficiencia que la empresa pudo haber encontrado.

3.6.1.3 Beneficios de la Eco-eficiencia.

Como vimos en el apartado teórico de la eco innovación, el concepto de ecoeficiencia va íntimamente ligado. Es por ello que pudiéramos pensar que los proyectos realizados por la empresa se trataron de innovaciones, pero en el sentido planteado para este concepto faltarían las condiciones de *novedad e implementación*, trantandose entonces de adaptaciones incrementales basadas en conocimiento previo y presente en el exterior, por la industria y su socio tecnológico. Entonces los principales beneficios parecen estar más en el plano de los ahorros económicos sustanciales e incremento en la eficiencia productiva, pues los índices de productividad se incrementaron gradualmente producto de los cambios en el proceso.

Una serie de beneficios obtenidos para la empresa se muestran en el cuadro siguiente, en donde vale la pena rescatar que con lo anteriormente expuesto no se trata de minimizar los esfuerzos realizados por Nhumo y decir que no se tratan de aportaciones significativas a la trayectoria tecnológica que ha llevado. Mas bien se trata de una exigencia a una empresa definida como Clase Mundial de utilizar las capacidades y el aprendizaje ambiental desarrolladas y que deriven en eco-innovaciones de producto, proceso y servicios que generen valor para su grupo, y que sirva como modelo empresarial, no sólo porque tiene un alto desempeño ambiental, sino también porque innova.

Tabla 3.6.1.2 Tipos de mejoras, habilidades requeridas e impacto en Nhumo

Tipo de Mejoras	Habilidades para la Innovación	Impacto en Nhumo
Adaptaciones incrementales basadas en conocimiento previo, producto de sinergia de actores clave en proceso con oportunidades tecnológicas y búsqueda de reducción de costo.	Generación de Ideas • Novoideas	Económicos (ahorros sustanciales)
Innovaciones organizacionales efectivas en su uso y aplicación	Capacidad Emprendedora: • Equipos de trabajo • Flexibilidad organizacional • Clima organizacional • Medio innovativo	Incremento de la eficiencia productiva
Mejoras incrementales conocidas en el mundo, pero nuevas para el país y para la empresa.	Liderazgo • Compromiso de la alta dirección • Gerencias • Líderes de equipos	Desarrollo de capacidades productivas
Adaptaciones y simplificaciones de equipo de proceso.	Fuentes de información • Archivo tecnológico • Benchmarking • Mapeo de procesos • Capacitación institucional (diplomado)	Desarrollo de algunas capacidades tecnológicas
	Dirección y seguimiento • SAC • Sistemas de gestión	Desarrollo de una base mínima de capacidad de absorción de tecnología.
		Posicionamiento como una empresa social y ambientalmente responsable
		Mejoras sustanciales en la calidad de vida de trabajadores y entorno.
		Mejora su imagen ante sociedad, gobierno, clientes y mercados.

Fuente: elaboración propia con base en estudio de caso

3.6.2 La Construcción de Capacidades Tecnológicas y Administración del Conocimiento en Nhumo

El propósito del siguiente apartado es el de establecer un panorama general sobre cómo la empresa Nhumo ha realizado diversos esfuerzos por hacer uso de sus capacidades productivas y tecnológicas, así como de sus diversas herramientas organizacionales en un intento por orientar su conocimiento en la tecnología para la fabricación de negro de humo grado hulero para administrar su know how y “asimilar” la tecnología del tecnólogo y esto se pueda significar en un factor de competitividad y de generación de flujo, como uno de los principales objetivos.

La administración de Nhumo ha encontrado que la administración del conocimiento es un factor importante para la vida productiva de la empresa, en el presente y en un futuro cercano. En este sentido, las políticas corporativas han motivado la aparición de diversas herramientas administrativas y de gestión que han favorecido los procesos de explicitación del conocimiento, uso de la información y aprendizaje tecnológico en la fabricación de su producto. Pero como veremos más adelante, es posible que las capacidades tecnológicas desarrolladas se vean limitadas por factores que inhiben su uso y no le permitirían reconvertirse completamente hacia el nuevo paradigma tecnológico.

3.6.2.1 Uso de la Información Tecnológica en Nhumo

Físicamente, Nhumo cuenta con acervos electrónicos y documentales para la administración del conocimiento:

- *Archivo de información tecnológica.*
- *Sistema de administración tecnológica en línea* (con número reducido de usuarios).
- *Intranet*, en la cual se encuentran disponible para todo el personal de Nhumo las distintas bases de datos, de consulta y manuales que la empresa ha generado.
- *Bases de datos en ambiente PC*, con información tecnológica y organizacional.
- *Buzón electrónico de nuevas ideas* que muestra el avance de cada una de las propuestas, así como su viabilidad.

Las herramientas para el análisis de la información de Nhumo se refieren principalmente a mecanismos probados en el ámbito de la planeación estratégica y los sistemas de

administración. De forma tal que con base en el estudio de caso de la empresa Nhumo, se detectaron en cierta medida algunos problemas de información y conocimiento, pues la asimilación de tecnología en Nhumo no es un problema de información tecnológica, ya que la información está disponible, sino que el conocimiento esta en el nivel individual de la empresa (en algunos actores clave) y no ha logrado hacerlo de manera grupal o nivel firma.

Tabla 3.6.2.1 Herramientas existentes en la empresa para analizar la información

Herramienta Tipo	Ejemplos
Herramientas comparativas	• Análisis de Pareto • Diagramas de causa- efecto • Metodologías de análisis de problemas y toma de decisiones • Tormentas de ideas
Herramientas de proceso/administrativas/ organizacionales	• Control distribuido • Control estadístico de proceso • Diagramas de afinidad • Procesos referenciales de benchmarking y reingeniería • Análisis de riesgo, variables, comparativos, tendencias, costo beneficio, correlación • 5W 1H
Herramientas prospectivas	• Hazop, what if • Ruta de la calidad

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas e información obtenida del estudio de caso

A pesar de que la empresa cuenta con un sólido soporte en las Tecnologías de Información para apoyar las herramientas para favorecer su aprendizaje tecnológico-ambiental, existe el problema del uso de dichas TI, esto es que todos los empleados de Nhumo tienen acceso a la información (excepto por el archivo tecnológico en línea, y las bases de datos propiedad del tecnólogo), pero un problema es el de superar la interfase tecnología-usuario, tan común en el mundo de la computación. En este sentido se presenta una paradoja en el uso de la información, pues a pesar de que esta disponible, esto no ha capitalizado en la generación de conocimiento. Es decir, en el plano organizacional (la empresa en su conjunto) no se tiene aprendizaje tecnológico, en el sentido de que la empresa no ha sido capaz de crear cosas nuevas, a partir de lo existente, sino más bien se sitúa en el plano adaptativo y de mejora continua de su base tecnológica previa. Confundiendo en alguna medida el aprendizaje tecnológico con el uso eficiente de las tecnologías de la información.

3.6.2.2 Cambios Organizacionales.

En apartado, la empresa en el plano organizacional muestra sólidas fortalezas en los mecanismos de análisis de la información para el plano organizacional, pues las herramientas utilizadas mostradas en el cuadro 3.6.2.1 han resultado en apoyos fuertemente el plano organizacional de la empresa, reforzando la educación continua, capacitación, uso de las tecnologías de información, procesos referenciales, satisfacción de los clientes, etc. Pero la evidencia encontrada no demuestra que estas capacidades organizacionales se hayan traducido en fortalezas en el plano de la construcción de capacidades y aprendizaje tecnológico producto de la interacción entre ellas.

3.6.2.3 Administración del Conocimiento

El encargado de llevar a cabo la administración del conocimiento es el departamento de Tecnología Aplicada que esta a cargo de la implementación de nuevos proyectos de desarrollo tecnológico, mejoras (incrementales o radicales), así como la administración de la tecnología con un enfoque de cuidado del medio ambiente. En resumen, las funciones de este departamento son:

- Mejoras en productos, procesos y servicios (PPS)
- Proyectos de nuevas tecnologías
 - Usos, diversificación de productos
 - Aplicaciones
 - Nuevos productos, procesos y servicios (PPS)

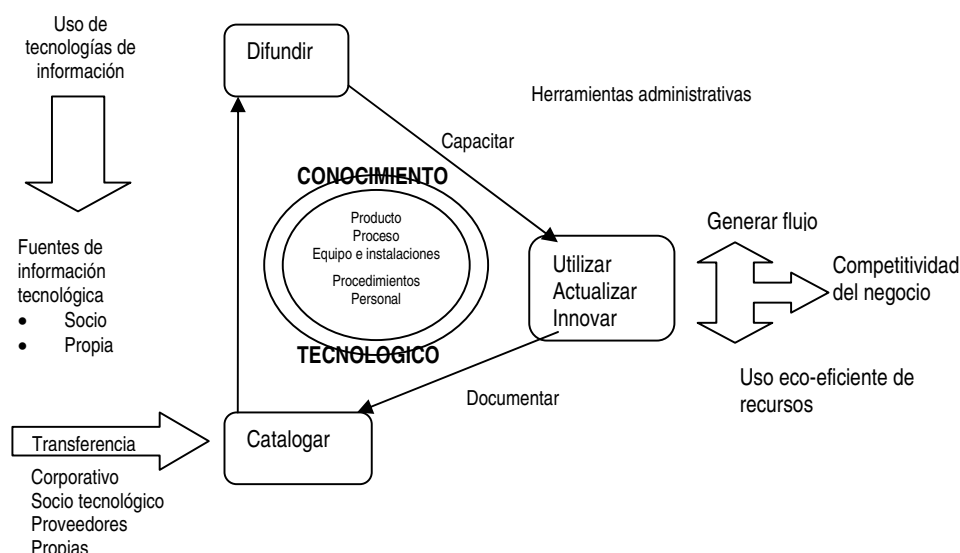
Algunos de los esfuerzos identificados que ha realizado Nhumo para favorecer la *administración del conocimiento*, se relacionan con proyectos como:

- La explicitación del conocimiento: tácito a codificado mediante la elaboración de manuales y procedimientos
- Certificación del perfil tecnológico por puesto: que es un esfuerzo por tener definido para cada puesto un perfil de competencias
- Aprovechamiento de tecnología de proveedores: que intenta crear sinergias con sus proveedores (de equipo principalmente) para realizar innovaciones incrementales en proceso

- Sistema para validar ideas: que ha sido producto de la evolución de un buzón de sugerencias hasta tener ahora una base de datos electrónica para recibir las ideas de los trabajadores (no importa su puesto) con proyectos de mejora ubicadas en diversas categorías y alienadas con los objetivos estratégicos de la empresa, y con un tiempo de respuesta determinado que también puede ser consultado en línea (validación y reconocimiento).
- Creación de un sistema de archivo tecnológico en línea: que busca aprovechar las tecnologías de la información para poner al alcance de actores clave toda la información tecnológica disponible en Nhumo.

El modelo de administración del conocimiento de Nhumo tiene los siguientes elementos:

Figura 3.6.2.2 Modelo de administración del conocimiento de Nhumo.



Fuente: Documentos Nhumo

Entonces surge una gran interrogante al tratar de entender porque la empresa si cuenta con sólidos avances en el tema de administrar su conocimiento, e incluso ha desarrollado algunos modelos que buscan explicar como se lleva a cabo la interacción del conocimiento tecnológico en la empresa no lo ha logrado. De un análisis de la figura anterior, encontramos que en efecto se tiene la noción de una interacción entre datos-información-conocimiento; pero sólo considera dos fuentes de información mediante el uso de tecnologías de información, la información tecnológica del socio y los mecanismos de

transferencia de parte del corporativo y proveedores. La noción previa no es del todo equivocada, pero como vimos desde el capítulo conceptual la necesidad urgente de generar conocimiento propio y a su vez capitalizarlo en proyectos innovadores, es una condición necesaria para poder detectar responder a demandas actuales y poder anticipar las futuras. Pero tendría que darse en el marco de una estrategia tecnológica primero, e innovativa si se decide para aprovechar los patrones deseados para el desarrollo de innovaciones incrementales mencionado en el apartado correspondiente y la integración de los diferentes departamentos en una estrategia que incluya la visión de negocios y la administración del conocimiento.

De igual forma, la noción de coexistencia entre el conocimiento tácito y explícito como una forma de que los actores modifiquen el comportamiento de la empresa y puedan en efecto generar innovaciones se ve parcialmente limitada por la definición de un modelo de administración del conocimiento que supone un proceso lineal que cataloga la información, la difunde y al utilizarla generará innovaciones. Si se tiene una visión de este tipo se corre el riesgo de continuar con la rigidez creada que supone que porque la información esta disponible se generará nuevo conocimiento, pues al parecer los sistemas de gestión favorecieron su codificación, pero esta pudo en algún momento ser excesiva al grado de dejar en la memoria colectiva que sólo el conocimiento codificado valía la pena ser administrado.

Existen algunos elementos que faltaría incluir en un modelo de este tipo, pues en efecto las herramientas son importantes para soportar el conocimiento, pero son los individuos quienes aprenden, y producto de las interacciones a lo largo del tiempo entre los individuos y las reglas organizacionales que se crean, se generan condiciones para interiorizar nuevamente el conocimiento, y no solamente documentarlo otra vez como muestra el modelo. De hecho, parece que la noción de mercado y factores externos (discontinuidades y oportunidades tecnológicas) ha sido dejado de lado, y la capacidad de reconversión que se tuvo al crear la empresa Nhumo en poco tiempo podría perderse dada la falta de utilización de las capacidades ya desarrolladas y quizás debido a que en el momento de haber necesitado invertir en aumentar su capacidad de absorción siguió la empresa manteniendo

una actitud receptora, pues el modelo elaborado tiene características de receptor de información tecnológica que espera ser capitalizada.

3.6.2.4 Construcción de Capacidades en Nhumo

El tema de la construcción de capacidades tecnológicas y capacidades productivas está íntimamente relacionado con la noción de eficiencia productiva, pues Nhumo por ejemplo, no tiene registrado el cambio en eficiencia cuando se tienen paros en la planta debido a problemas de operación, mantenimiento, o falta de suministro de materia prima. Con el ejemplo anterior se busca mostrar la medida en que la empresa genera prácticas exitosas que se traducen en mejora de la competitividad o la simplificación de procedimientos por un lado; pero también deja de aprovechar oportunidades de aprendizaje tecnológico-ambiental producto de sus propias estrategias. En el sentido de que la casuística ha imperado sobre la búsqueda de oportunidades de aprendizaje, siendo una de las principales características de las empresas reactivas, que responden a estímulos y generan una gran capacidad de reacción y adaptación a nuevas circunstancias.

En la empresa se declara basar los procesos de aprendizaje y generación de conocimiento en la noción de la espiral del conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1992) (en el plano individual y de algunos grupos), como un proceso de socialización, exteriorización, combinación e interiorización que les permite desarrollar en los trabajos y proyectos de los equipos de trabajo los procesos de evaluación (auditorias), de planeación estratégica, etc. para que en cada proceso involucrado dentro de su sistema de administración del conocimiento se puedan incorporar los mecanismos explícitos que permitan el aprovechamiento de los conocimientos generados durante la operación y su mejoramiento.

La evidencia encontrada en el estudio de caso, muestra que la noción anterior es parcialmente cierta para el caso de la empresa. Pues si bien los mecanismos de administración del conocimiento son favorecidos por el establecimiento de los sistemas de administración por calidad y los sistemas de gestión (ISO) que motivan la codificación del conocimiento (Villavicencio y Salinas, 2002).

Esta “explicitación” *per se* como se mencionó anteriormente no generan nuevo conocimiento, pues evidencia en otros sectores de la industria mexicana (automotriz) muestran que la mejor práctica para la administración del conocimiento en la coexistencia del conocimiento tácito y explícito, justamente en este mecanismo de espiral de conocimiento que permite de nueva cuenta los procesos de interiorización que hacen del conocimiento explícito (codificado) la fuente para reiniciar el proceso.

Tabla 3.6.2.4 Elementos presentes en Nhumo asociados con la construcción de capacidades tecnológicas

Eficiencia Productiva	Mejora Continua	Sistemas de Gestión (SAC-SGA)
• Proveedor de calidad • Sistema de competencias • Administración del conocimiento • Optimización de sistemas y procesos	• Benchmarking • Proveedor usuario (interno) • Sugerencias • Mapeo de procesos	• Sistema de Gestión Integral • Administración de seguridad en los procesos • Sistema de propiedad intelectual

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas e información de estudio de caso.

La capacidad de absorción tiene como mecanismo principal de adquisición la investigación y el desarrollo para generar capacidades tecnológicas, y en este sentido, Cohen y Levinthal (1990) establecen un marco de referencia cercano para este proceso de construcción. Establecen que si se parte de una base existente, los mecanismos de absorción se favorecen más rápidamente. En este sentido, los elementos presentes que cuenta Nhumo para favorecer su capacidad de absorción y construcción de capacidades tecnológicas se encuentran expresados en la tabla anterior, pero solamente dependerá de la empresa el combinarlos adecuadamente para que de los procesos de interacción y la acumulación de experiencias y conocimiento se parta de esta base existente y se vislumbren nuevas oportunidades tecnológicas.

En este sentido, relacionado con la construcción de capacidades tecnológicas, la empresa en estudio no realiza I+D por la definición de su estrategia tecnológica, pero si tiene dos prácticas que le permitirían establecer esta base existente de conocimiento: los procesos comparativos de producto realizados en el laboratorio de calidad, y los procesos para la producción de nuevos grados de producto o mejora de los existentes.

Al contar con un laboratorio de pruebas certificado por la normatividad mexicana⁷ y que domina la técnica para la caracterización fisicoquímica⁸ del amplio espectro de grados de negro de humo que fabrica, entonces se han creado las capacidades de caracterización necesarias para realizar procesos referenciales como reingeniería que le permitan tener bien clasificados los productos de la competencia y realizar prácticas de monitoreo tecnológico frecuentes que le permitan incrementar más aún sus capacidades adaptativas, que son en algún grado la antesala para la generación de nuevos productos.

A pesar de que sus procedimientos si cuentan con la noción de desarrollo tecnológico e incluyen el carácter de novedad, esta se encuentra limitada al nivel de la empresa y sólo han sido aplicados al área de procesos, pues Nhumo no cuenta con actividades de diseño y desarrollo de productos dentro de su sistema de gestión debido a que la tecnología y estándares de operación son suministrados por su socio tecnológico, haciendo ajustes o modificaciones a las condiciones de operación necesarias para controlar la calidad del producto lo que nuevamente limita el uso de sus capacidades construidas a partir de la producción y el conocimiento del producto.

En el caso de la empresa en estudio, al no realizar esfuerzos de I+D parecería que se están desaprovechando su capacidad para integrar sus herramientas administrativas (sistemas de gestión), su probada capacidad de planeación estratégica (observación obtenida de las entrevistas) para la obtención de una integración de una estrategia tecnológico-ambiental con miras a la eco-innovación y la generación de valor.

Para finalizar este apartado, del análisis de la evidencia en el empresa, se presenta el perfil de capacidades tecnológicas de Nhumo debiéndose tomar en cuenta que ha desarrollado diversas capacidades organizacionales que no están incluidas en la taxonomía y que vale la pena ser consideradas como posibles laboratorios de experiencias a las capacidades innovativas que aún no desarrolla del todo la empresa.

⁷ NMX-EC-025-IMNC-2000

⁸ Que incluye todas las pruebas de calidad y caracterización de los materiales, insumos y productos, que le permiten tener un dominio sobre el estado del arte del producto en cuestión. Este tipo de pruebas están estandarizadas por normas nacionales e internacionales, de forma tal que pueden comprobarse y replicarse en cualquier laboratorio con características similares.

Tabla. 3.6.2.5 Perfil de capacidades tecnológicas de la empresa

Empresa	Funciones técnicas primarias			Funciones técnicas de soporte	
	Inversión	Producción			
		Centrada en los procesos y la org. producción	Centrada en el producto	Vinculación externa	Producción de Bienes de capital
Nhumo	Intermedias	Intermedias	Básicas	Intermedias	Intermedias

Fuente: elaboración propia con base en modelo de Dutrenit y Veracruz (2001)

Si el perfil de capacidades de Nhumo muestra que son intermedias en la mayoría de los casos, entonces nos sugiere que también en este punto estaría en la interfase para “saltar” de las capacidades productivas y tecnológicas a las innovativas, pero para que esto suceda, la empresa debería favorecer la generación de conocimiento propio, y como mencionamos en el apartado teórico, la I+D es una opción mas no la única, pues si recordamos que el sector químico esta basado en la ciencia y las universidades e institutos de investigación pueden generar este conocimiento, valdría la pena apropiárselo.

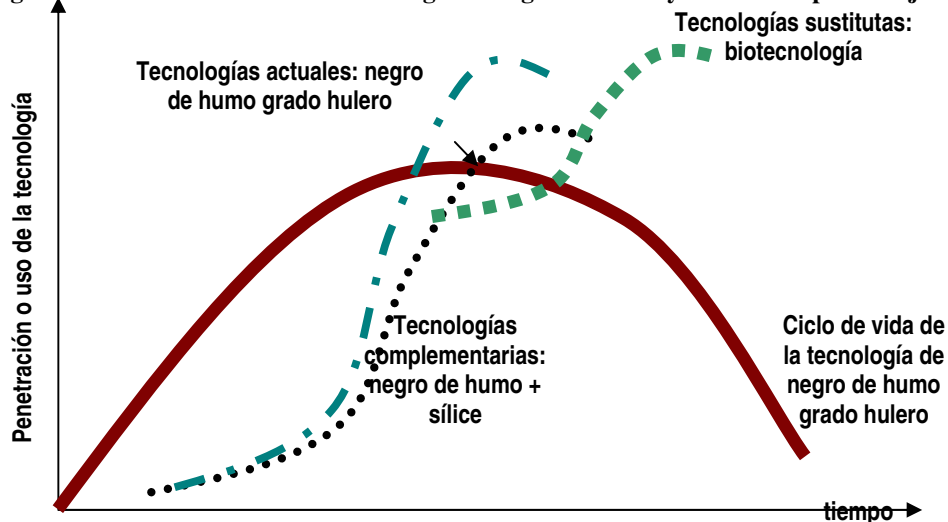
3.6.3 La Administración de Tecnología en Nhumo

La estrategia tecnológica de Nhumo esta definida como de “seguidor rápido” de su socio tecnológico, de quien obtienen los beneficios de la transferencia de información tecnológica de parte del líder de tecnología para la fabricación de negro de humo en el mundo: Cabot. Esta decisión estratégica tiene un carácter de *joint venture*, pues el socio tecnológico posee el 40% de la empresa y su origen parece estar fundamentado en una decisión estratégica de nivel corporativo para que su negocio (rentable dadas las condiciones macroeconómicas del país en ese momento histórico) esté con el mejor en la época que se tenía la planta de Salamanca y Negroservia estaba a punto de ser adquirida.

Como mencionamos en el capítulo 2, la emergencia de diversas trayectorias tecnológicas que desplacen a la propia, puede representar un grave peligro para la supervivencia de la empresa en escenarios cambiantes. De la figura siguiente podemos observar que la curva de la tecnología para el negro de humo grado hulero, justo en el punto de intersección con la curva del ciclo de vida se marca con una flecha que ejemplifica el punto en la curva de aprendizaje alcanzado por el personal de Nhumo. Si esto es cierto, entonces pronto se entrará en una etapa de declive que brindaría la oportunidad de “montar” otra trayectoria

tecnológica que le permita reconvertirse y no perecer. Este sería el escenario optimista, de otra forma, en determinado tiempo dadas las condiciones de mercado y la disminución de las reservas de petróleo que este proceso pudiera acelerarse, lo que tendría proporciones catastróficas para el mercado nacional.

Figura 3.6.3 Ciclo de vida de la tecnología de negro de humo y curvas de aprendizaje asociadas



Fuente: elaboración propia.

No resulta evidente a partir del análisis de la información de Nhumo que esta decisión estratégica de negocios haya tenido como objetivo el satisfacer una necesidad de “aprendizaje” tecnológico (pues el principal objetivo de la naciente Nhumo era la competitividad), o de mejorar el desempeño ambiental de la empresa (pues en esa época, en México aun la legislación ambiental no era tan estricta), de forma tal que estas necesidades de aprendizaje tecnológico (o de asimilación de tecnología, como es concebida en Nhumo) y de disminuir el impacto al medio ambiente fueron descubiertas con el paso del tiempo como un resultado influenciado por el entorno y las políticas corporativas de Desc y Cabot, que confluyeron en determinado momento para el proceso de reconversión de la empresa a su llegada a Altamira, pues con el anterior socio tecnológico de Negromex en Salamanca, Philips Petroleum, no se había logrado del todo absorber la tecnología o “capitalizarla” en términos de la empresa.

La realidad actual de la estrategia tecnológica de Nhumo pareciera situarlo en especie de dualidad, primero el plano reactivo, al definirse como seguidor rápido con características de empresa activa pues domina el estado del arte de la producción de negro de humo grado hulero y segundo, con elementos de *atado al tecnólogo* como receptor de tecnología de Cabot , pues una paradoja del uso de la información tecnológica es que si la empresa no solicita la información tecnológica a su socio, éste último no la proporciona de manera rápida.

Este tipo de prácticas de parte de los tecnólogos pudiera ser una de las causas por las que las empresas que tienen contratos tecnológicos con tecnólogos, como se mostró en el estudio sobre Alianzas Estratégicas en la industria química citando en el capítulo primero, nos permite entender algunas de las limitantes actuales de la empresa Nhumo en el tema de la construcción de capacidades tecnológicas, a cambio de la gran construcción de capacidades productivas, pues el apoyo del tecnólogo en la producción y búsqueda de la competitividad siempre ha estado presente a lo largo de la trayectoria de la empresa, no así la total colaboración en el desarrollo de nuevos productos (incluso para el mercado) que limita la capacidad de absorción el limitado uso de las capacidades innovativas que Nhumo ha desarrollado en procesos y organizacionalmente para impactar en innovaciones tecnológicas.

Luego entonces, para una empresa con capacidades productivas y tecnológicas desarrolladas en cierta medida situada en una interfase entre empresas atadas a tecnólogo y activas como se rescata de la taxonomía de tipo de empresas mostrada en la tabla 1.4.2, valdría la pena cuestionarse si resultaría pertinente intentar moverse a un plano innovativo cuando históricamente las mejoras incrementales le han dado beneficios.

Nhumo no realiza I+D, pues como ya se vio cualquier información relacionada con este tema puede ser solicitado a su socio tecnológico, y sólo se limita a desarrollar algunos productos diferenciados determinados por los requerimientos de los clientes y el mercado que su tecnología instalada le permite producir bajo ciertas modificaciones de proceso.

En este mismo sentido, lo que si tiene definido Nhumo es una permanente estrategia de mejora continua, búsqueda de oportunidades y reducción de costos (mediante la reducción de equipos), pues de esta manera realiza cambios en su proceso productivo que busquen incrementar su competitividad. Que aunado a otros procesos como el *benchmarking* y la *reingeniería*, los proyectos desarrollados bajo la metodología de *team technology* y la definición de las estrategias de negocio, tiene un espectro de posibilidades de desarrollo de mejoras incrementales de proceso finitas, determinadas por la trayectoria tecnológica de su proceso que se detendrá en el momento en que se tenga un ciclo cerrado dada la total recuperación de la energía, que es una variable crítica.

El tema de las patentes y el sistema de propiedad intelectual resultaría vital dentro de una dinámica eco-innovativa, pero la realidad de la empresa es que ha dejado de aprovechar este tipo de forma de explotación comercial de las innovaciones puesto que no esta facultado dado el contrato tecnológico. La realidad es que un indicador de innovatividad es el número de patentes, y no basta con que una empresa sea creativa en el plano organizacional, sino que debería estar en condiciones de explotar comercialmente esa capacidad inventiva desarrollada.

Con relación al futuro de las innovaciones de proceso, dado que la principal variable de control es la energía, se tienen entonces oportunidades de mejora en este sentido. De forma tal que la pérdida de energía por radiación, convección, etc podría ser recuperada. La empresa ya esta al tanto de ello, prueba es el diagnóstico energético realizado en meses anteriores, pero el gran riesgo que se volvería a correr es la pérdida de oportunidades de aprendizaje para poder capitalizar el desarrollo de innovaciones incrementales en proceso. Esto es, si no se cuenta con una metodología de innovación (que complemente los procedimientos de ingeniería) producto de una estrategia del mismo tipo, entonces se pueden tener el mismo producto de los proyectos anteriores, que sólo permitirán el aprendizaje tecnológico en el plano individual (de la gente que es clave y seguramente realizaría dichos proyectos) y la organización no obtendría el total beneficio de ello.

Por lo anterior, convendría replantearse de que manera deberían llevarse los proyectos de innovación en la empresa de tal forma que se favorezca el aprendizaje, y no sólo se tengan

memorias de proyectos que muestren todos los cálculos de ingeniería y las especificaciones de cada uno de los equipos. Sino que sea una verdadera herramienta de “lecciones aprendidas” con un proceso de evaluación e interiorización del conocimiento a través del uso de la información y la interrelación con los demás individuos.

3.6.4 Recomendaciones a la Empresa

Las siguientes tablas corresponden a las recomendaciones más importantes producto del diagnóstico para la empresa en estudio. Cabe recordar que fue uno de los requerimientos de parte de la empresa el empatar los objetivos académicos con los de la empresa en el tema de la asimilación tecnológicas.

El análisis de la información arrojó una serie de herramientas que favorecen la administración del conocimiento en Nhumo, pero el autor considera importante incluir algunas otras ilustradas en la tabla 3.6.4 en el rubro de necesarias, pues considera que las herramientas para reforzar la cultura y las administrativas son adecuadas al contexto en que se desempeña. Estas nuevas herramientas incluyen algunos modelos (producto de este estudio) y otros que la empresa tendría que desarrollar en su estrategia.

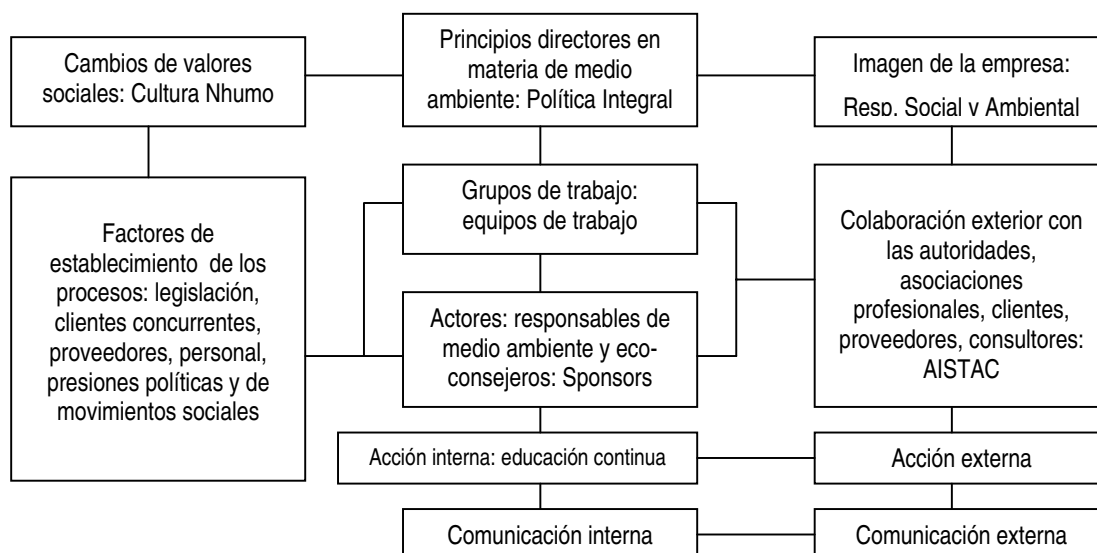
Tabla 3.6.4 Herramientas actuales y necesarias para administración del conocimiento en Nhumo.

	Herramientas para administrar el conocimiento	Herramienta para reforzar la Cultura Organizacional:	Herramientas Administrativas:
Presentes	▪ Mapeo de procesos ▪ Benchmarking ▪ Sugerencias (novoideas y otras herramientas) ▪ Cadena cliente proveedor interno ▪ Capacitación institucional ▪ Equipos de trabajo (infoteam) ▪ Fuentes de información tecnológica	▪ Proyectos de calidad y CC ▪ Perfil de competencias (perfil tecnológico por puesto) ▪ Modelo de competencias ▪ Simplificación de procesos	▪ Sistema de Gestion Integral (integra ISO 9000, 14000 y Responsabilidad Integral) ▪ Sistema de Propiedad Industrial e Intelectual ▪ Administración de Seguridad en los Procesos ▪ Planeación estratégica
Necesarias	▪ Modelo de capacidad de absorción tecnológica ▪ Modelo de administración de tecnología ▪ Modelo de tecnología aplicada a la innovación ▪ Metodología de desarrollo de nuevos productos basado en innovación ▪ Mecanismo para retroalimentación de herramientas exportadas ▪ Oportunidades de aprendizaje		

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas e información del estudio de caso.

En el tema de aprendizaje ambiental el siguiente modelo está basado en el presentado para las empresas suizas solo que incluyendo las herramientas presentes en Nhumo que hacen evidente este proceso en la empresa.

Figura 3.6.4 Modelo de aprendizaje ambiental para Nhumo



Fuente. Basado en November, A. (1995)

La estrategia tecnológica que busca Nhumo se basa principalmente en la Asimilación de Tecnología. El cuadro siguiente muestra una gama de opciones para el planteamiento de su estrategia. Una de las principales recomendaciones es la formulación de una política tecnológica, pues el estudio de caso nos ha mostrado que la base para la formulación de una estrategia son los principios directores, en este caso la declaración de política tecnológica.

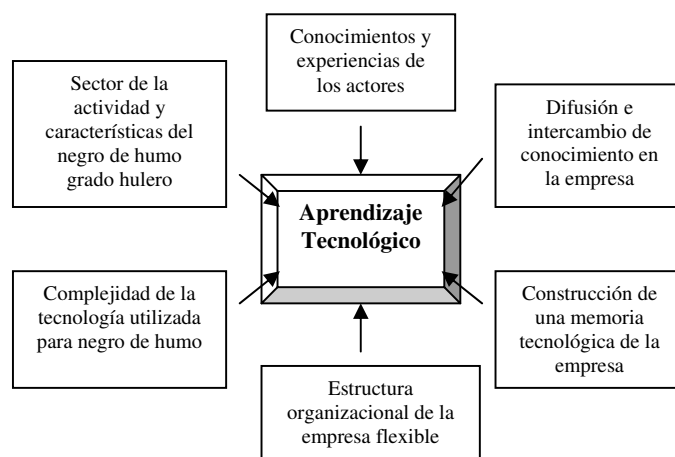
Tabla 3.6.5 Estrategia Tecnológica Posible para Nhumo

Estrategia			Beneficios
Capacitación			Ver lo que esta libre en el mercado
(Adquisición)	Compra	de	Adquirir lo necesario para mejorar la competitividad
Tecnología			
Asimilación de Tecnología			Explotar al tecnólogo y reaccionar a necesidades (de mercado y clientes)
Administración de Tecnología			Gerencia de tecnología propia, estrategia tecnológica y de fuentes tecnológicas
Desarrollo Tecnológico Incremental			Construcción de capacidades tecnológicas
Desarrollo Tecnológico Radical			Capitalización del aprendizaje tecnológico en la generación de tecnología

Fuente: elaboración propia con base en Ford(1988) y Medellín, et. al. (1999)

Ahora bien, si hemos demostrado con el análisis de la información que Nhumo ha acumulado aprendizaje ambiental, entonces podemos establecer que también lo ha hecho para el plano tecnológico, pues comparando las actividades de aprendizaje de los modelos de Arvanitis y Villavicencio (1995) y de Villavicencio (1995) para la industria química, Nhumo cuenta con todos los elementos y realiza todas las actividades descritas. El modelo supondría ser como la figura siguiente.

Figura3.6.5 . Modelo de aprendizaje tecnológico para Nhumo.



Fuente: Elaborado en base a Villavicencio, et. al. (1995)

Finalmente, la siguiente matriz muestra el análisis de *fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas* encontradas para la empresa Nhumo y que significan respectivamente *capacidades centrales, proyectos a futuro, rigideces y condiciones de permanencia y limitantes a la reconversión*.

Tabla 3.6.6 Análisis de Fortalezas y Debilidades (FODA) para Nhumo.

Fortalezas:	Oportunidades:
• Orientación cliente-proveedor (evaluación de satisfacción al cliente) que le permite tener una ventaja distintiva a nivel mundial por el servicio que brinda y que le permite además modificar sus escalas de producción. • Sólida capacidad productiva producto de la experiencia de actores claves en la organización que han acumulado experiencia tanto al interior de la planta, como en otras plantas de negro de humo en el país (Salamanca) y el extranjero. • Sólidos sistemas de gestión que integran la calidad, medio ambiente y la protección de su propiedad industrial que brindan los espacios adecuados para tener un clima creativo y flexible. • Clima organizacional que favorece la creatividad y la mejora continua en las actividades cotidianas del personal de Nhumo que se ha posicionado	• Cogeneración como proyecto para incrementar la competitividad y disminuir los costos. • Creación de redes de cooperación con empresas de similares características en el mercado mundial, por ejemplo con Alexandria, Thai Carbon Black o Seoul Fine Tech Corp, en materia de I+D y desarrollo de productos, mejora de procesos, etc. • Participación activa en la ICBA y en los proyectos de innovación. • Generación de capacidades tecnológicas a través de participación en proyectos de desarrollo de productos directamente con el tecnólogo. • Incremento de la capacidad de absorción mediante I+D • Sinergias de productos y sinergias proveedor-

Fortalezas:	Oportunidades:
como agentes de cambio en su comunidad. - Herramientas que favorecen los procesos de aprendizaje soportados por los sistemas de gestión - Uso de tecnologías de información para administración de la memoria colectiva de la organización. - Flexibilidad y dinámica de trabajo de mejora continua y búsqueda de oportunidades, que le permite generar capacidades de reconversión ante un cambio coyuntural. - Cultura organizacional sólida en los diferentes niveles de la empresa. - Reconocimiento como una empresa social y ambientalmente responsable. - Prácticas eco-eficientes producto de la búsqueda de oportunidades y sinergias de subproductos con las empresas de la zona. - Sinergias generadas en diversas áreas de la empresa producto de la participación de la empresa en asociaciones y cámaras industriales como la AISTAC. - Capacidad para aprovechar las condiciones de competitividad que les ha dejado el ser una empresa eco-eficiente y con alto desempeño ambiental, al abrazar esta bandera de sustentabilidad como parte importante de la columna vertebral de las capacidades de la empresa.	usuario. - Políticas Corporativas de I+D. - Realización de un diagnóstico tecnológico - Modelo de administración de tecnología a través de la aplicación del Premio Nacional de Tecnología - Auditoria tecnológica propia. - Definir un política o estrategia tecnológica-ambiental (en el mismo sentido de las políticas ambiental y de calidad) que permita sentar las bases para los procesos de administración de tecnología - Proyectos Nhumo para definir las competencias de la empresa y la asimilación de la tecnología. - Desarrollo de proveedores en base a la posición cadena de valor, en busca de motivar la introducción de un modelo de desarrollo sustentable en ellos, y por ende, una mejora sustancial en la elección de socios ambientales y la preferencia de tecnologías y productos limpios - Generación de oportunidades de aprendizaje tecnológico a nivel organizacional.
Debilidades:	Amenazas
- Atadura tecnológica dictada por el contrato tecnológico que limita la generación de capacidades tecnológicas - Disminuida capacidad de absorción (tecnológica) que limita la capacidad de asimilación de tecnología - Rigideces centrales dadas por el hecho de que la empresa ha construido excelentes capacidades productivas y éstas se pueden confundir con capacidades tecnológicas y que no le permite desarrollar capacidades innovativas. - Departamento de Tecnología Aplicada esta orientado a aportar soluciones de ingeniería rutinarias y no a proporcionar soluciones de innovaciones tecnológicas en base al aprendizaje tecnológico que pueda tener la empresa, sino a la búsqueda de soluciones prácticas dictadas por el socio tecnológico ante necesidades de producción o clientes. Esta práctica reactiva limita la capacidad de aprendizaje. - El área de tecnología aplicada no cuenta con el personal necesario para las necesidades de	- Cambio de los mercados hacia las especialidades en determinado plazo - Emergencia de productos sustitutos o complementarios del negro de humo - Nuevas contracciones en el mercado llantero motivadas por contracciones en el mercado automotriz - Insuficiencia de suministro de materia prima de parte de proveedor (PEMEX) o limitantes a la importación del insumo de parte de la paraestatal (por uso de muelles y pipas). - Entrada al mercado de competidores a más bajo costo que el de la empresa - Emigración de actores clave que poseen el conocimiento tecnológico y que no ha logrado capitalizar en el plano organizacional la empresa - Carencia de desarrollo de algunas capacidades tecnológicas y de aprendizaje tecnológico a nivel firma, impediría a la empresa reconvertirse en caso de una discontinuidad tecnológica, puesto que sus capacidades innovativas se encuentran limitadas por licencias tecnológicas.

Debilidades:	Amenazas
administración de tecnología que supondría un mecanismo de administración del conocimiento. Además de que no cuentan con expertos de administración de tecnología (con estudios de posgrado en área), mas bien han sido preparados por las necesidades de la empresa a lo largo del tiempo. • No se realiza concientemente monitoreo tecnológico producto de una estrategia. • No hay una estrategia clara de innovación, pues las mejoras incrementales en proceso han sido producto de influencias externas (Cabot) y en base a la experiencia y conocimiento del estado del arte de la tecnología de fabricación de negro de humo, y no se ha logrado capitalizar el aprendizaje tecnológico en el sentido de “hacer algo diferente con los mismos insumos”. En el caso de los productos, la reingeniería en productos de los competidores se da de carácter reactivo (caracterizaciones a petición de clientes o amenazas externas), y el desarrollo de nuevos grados sólo se hace en el espectro de negro de humo que tienen en la licencia tecnológica, teniendo pocas capacidades tecnológicas (a diferencia de las capacidades productivas que son altas) para los nuevos grados o para productos nuevos para el mercado nacional. • No se tiene clara la noción de coexistencia del conocimiento tácito y explícito a nivel organizacional como la mejor forma de administrar el conocimiento, pues los modelos de análisis de la información y administración del conocimiento dan por hecho que del uso de la información codificada se parte hacia la generación de nuevo conocimiento y la innovación, lo cual no es necesariamente cierto. • La noción de administración del conocimiento supone que producto del uso de la información se innovará, lo cual es un error en términos de fines comerciales o económicos de la innovación. • No hay retroalimentación de las herramientas “exportadas” de Nhumo a otras empresas, de manera que se fortalezca el aprendizaje tecnológico por la utilización de herramientas en diferentes ambientes y escenarios. • No existe un patrón comparativo cercano a la empresa, pues se trata de única en el mercado nacional, aunque comparada con otras plantas de Cabot se tiene un referencial adecuado al contexto internacional.	

Fuente: Elaboración propia con base en estudio de caso

CAPITULO 4. CONCLUSIONES

El abordar el tema de la tecnología, innovación y medio ambiente en la industria química mexicana es sin duda un gran reto para cualquier investigador del cambio tecnológico y la economía de la innovación. Pues de alguna manera las dos corrientes teóricas empleadas para el análisis de la misma, por un lado el aprendizaje tecnológico y la construcción de capacidades como parte de la economía del cambio técnico y la innovación no ha abordado con suficiente claridad las interrelaciones entre estas variables con el medio ambiente, y en el caso de los pocos estudios realizados, son limitativos en el sentido del espacio temporal analizado y a la complejidad del total de la industria, pues la especificidad de cada sector pudiera hacer diferentes estas interrelaciones. Por otro lado, el marco teórico del medio ambiente y el desarrollo sostenible que para el caso de las empresas, al menos para el caso de literatura de países en desarrollo, se centra en los problemas de contaminación y de minimización de impactos sobre el medio ambiente, descuido en mi opinión una parte al interior de la firma que es justamente el aprendizaje tecnológico-ambiental traducido en herramientas como la eco-innovación y la construcción de capacidades tecnológicas innovativas.

Parece ser que en este último sentido la convergencia de esquemas y fuerzas recientes motivadas por algunos esquemas gubernamentales y el sentido de responsabilidad social y ambiental de las empresas, que se han empezado a adoptar nuevos patrones de conducta empresarial que motivan el desarrollo de alternativas al interior de la firma para prevenir el problema de impactar a la salud y al medio ambiente antes de realizarlo, en una postura *ex ante* de integración de la variable ambiental a las diversas variables de la empresa.

El estudiar a la organización productiva en un estudio de caso nos permite de alguna forma entender como es que todos aquellos actores que resultan claves en los procesos de reconversión, aprendizaje, producción, operación etc. se relacionan con otros actores y van construyendo una memoria colectiva para la empresa, pues aun cuando el aprendizaje organizacional no es la suma de los aprendizajes individuales de cada actor, son las herramientas dispuestas, además de una serie de mecanismos que favorezcan el proceso de

creación de la espiral de conocimiento los que permiten a una empresa aprender, y con ello innovar.

Para lograr las características técnicas de su proceso actual, la empresa debió sufrir un cambio en el proceso productivo y en la organización misma. Por ello, se supone que la empresa contaba ya con una base de conocimiento existente y ciertas capacidades de producción y tecnológicas construidas con anterioridad, pero que en el momento que debió invertir en su capacidad de absorción y buscar las mejores condiciones para el desarrollo de sus propias capacidades de I+D no lo hizo, y continuo con una inercia dictada por el paradigma tecnológico de la tecnología de su socio que le impide en la actualidad formular innovaciones, limitándose sólo a aportar soluciones de ingeniería para su proceso que tiene como fin de la trayectoria tecnológica la recuperación energética, y una vez concluidas estas mejoras y logren un proceso de ciclo cerrado completamente eficiente, no habrá más que hacer, es decir, comenzarán a desaprender.

Cabe hacer mención de las limitantes de la investigación, pues al tratarse de un estudio de caso éste resulta particular para la empresa estudiada, y para poder realizar inferencias al resto de la industria química mexicana tendríamos que ser muy cuidadosos en la selección de escenarios y características afines a la actual, de forma tal que pudiera equipararse en tratar de explicar el fenómeno en su totalidad, mediante una replicación lógica y fácil de analizar u poder construir así suficiente evidencia empírica. Por otra parte, se contó con un acuerdo de confidencialidad entre la empresa y el autor lo que limita la publicación de información considerada como estratégica para su Sistema de Propiedad Industrial e Intelectual.

Es por ello que con base en el marco anteriormente planteado que se presentan las conclusiones más relevantes del estudio de caso y que responden a las preguntas de investigación planteadas para tal efecto:

- La noción de aprendizaje tecnológico tomada como referencia para este estudio supone en alguna medida que la articulación de los conocimientos y experiencias de los actores individuales relacionada con las reglas organizacionales motiva la creación de

conocimiento y la generación de capacidades tecnológicas con un sentido de acumulatividad. En este punto, para responder si Nhumo ha aprendido en materia de tecnología y medio ambiente, conviene referirnos al cumplimiento de las actividades de aprendizaje descritas para ello, y por tanto, la empresa al desarrollarlas y cumplir con los componentes de nuestro modelo supone aprendizaje tecnológico-ambiental al interior de la firma, aún cuando es difícil saber en que grado, pues no existe un marco de referencia pertinente dada la carencia de investigaciones de este tipo.

- Los principales motivantes para la introducción de la variable ambiental en la definición de aprendizaje tecnológico para la empresa se dio por las políticas corporativas y un alto compromiso con la búsqueda de la competitividad y la calidad en primera instancia, para después formular una estrategia de negocios que incluye el uso ecoeficiente de los recursos como uno de sus nuevos pilares de competencia, pues este enfoque es apreciado por la reducción de costos y la generación de valor para el negocio.
- Nuestra pregunta de investigación principal se basa fundamentalmente en la presencia de variables ambientales a las diferentes variables de estudio, llámese organización, proceso productivo, aprendizaje tecnológico y tecnología en la forma de cambio tecnológico e innovación. Por ello de la evidencia encontrada por el estudio de caso podemos afirmar que Nhumo es una empresa que cuenta con la variable ambiental integrada en las diferentes variables de referencia, aunado a una política explícita orientada a la calidad total y los clientes que le permite gozar hoy de una cultura de desarrollo sostenible producto de una administración exitosa sumado con políticas corporativas de su principal accionista Desc y su socio tecnológico y coinversionista Cabot que le implican un respaldo financiero, tecnológico, de mercados, así como la construcción de escenarios y mecanismos de reconocimiento de su esfuerzo.
- Uno de las principales conclusiones de esta investigación es que la estrategia ambiental en Nhumo no fue del todo clara desde el principio, pues su primera motivación fue la *reducción de costos vía combatir ineficiencias*. Sin embargo progresivamente, y en un sentido acumulativo descubrió la vinculación entre la generación de valor vía la

ecoeficiencia, que supone la una mayor producción con una menor cantidad de recursos. Esta práctica de reducción de costos vía solución de problemas de ingeniería podría ser uno de los principales motivantes de la eco-innovación en las empresas químicas mexicanas.

- En este sentido podemos afirmar que Nhumo si ha aprendido ambientalmente y tecnológicamente siendo ecoeficiente, pues ha encontrado nuevos usos para su proceso (como la generación de vapor), pero presenta una paradoja de “*nuevos fines para desechos pero cero nuevos fines para productos*” pues buscan como darle un nuevo uso a sus desechos (sinergias de subproductos) pero no como darle un nuevo uso a sus productos. Lo anterior una vez integrado se transformaría en eco-innovaciones y como resultado se están desaprovechando las capacidades tecnológicas e innovativas ya formadas. Este hecho demuestra que no ha logrado integrar fuertemente las dos variables, pues aprendió a ser eficiente pero no innova, ya que la evidencia de diversas investigaciones en innovación tecnológica muestra que cuando una empresa orienta su estrategia a la innovación emplea capital y asume el riesgo.
- Una de las posibles causas para la falta de integración sólida de las variables tecnológica y ambiental -pues cabe reconocer los esfuerzos de mejoras a procesos y el caso de la generación de vapor vía recuperación de gases de desecho-, es que aprendizaje tecnológico de la empresa se encuentra en el plano individual. Debido quizás a que el conocimiento que está en actores clave para la dinámica productiva no se ha interrelacionado de manera adecuada con las herramientas y los mecanismos organizacionales, a pesar de contar con diversas herramientas que facilitan los procesos de aprendizaje y la construcción de capacidades fundamentados en su sistema de gestión integral que permitió codificar el conocimiento y los sistemas ISO que motivaron el reconocimiento de las mejores prácticas.
- La empresa no ha utilizado las capacidades tecnológicas que da desarrollado debido en cierta medida a su atadura tecnológica que le genera un efecto de bloqueo (*lock out*) y que en un futuro le representa un riesgo de olvidarlas de la memoria colectiva de la

empresa. Pues si sus actores claves se van, es muy probable que se vaya el conocimiento de esos pocos expertos en la fabricación de negro de humo, aun cuando los procedimientos les permitan seguir con una dinámica productiva dada. Pues las experiencias que se han acumulado se transformarían en innovación si se tradujeran en el ejercicio de capacidades de concepción y diseño de productos mejorados y nuevos y Nhumo en este sentido ha construido ciertas capacidades, que ha ejercido limitadamente tanto por el candado tecnológico, como por su incapacidad de reconvertirse a esta nueva trayectoria planteada.

- La trayectoria tecnológica de Nhumo es particularmente interesante en materia ambiental, pues han realizado diversos proyectos no sistemáticos producto de un proceso de búsqueda de oportunidades motivado por su esquema de mejora continua y reducción de costos. Al manifestar en su Política Integral una visión de desarrollo sustentable demuestra su compromiso para prevenir la contaminación y mejorar su desempeño ambiental para beneficio de la comunidad.
- No hay una estrategia de eco-innovación que es la responsable de la articulación conocimientos, entonces en el colectivo la empresa no ha aprovechado las capacidades a pesar de contar con todos los soportes y herramientas necesarios para administrar su conocimiento, y con ello tener una base de conocimiento que detone su ahora disminuida capacidad de absorción (tecnológica) que limita la capacidad de asimilación de tecnología vía la I+D pues las interacciones de las experiencias no son capitalizadas en innovaciones. Cabe recordar en este punto la noción de I+D de tercera generación que se basa en la integración de las estrategias organizacionales, comerciales y tecnológicas y que podría significar acceder a otro tipo de productos y procesos, los cuales no han sido alcanzados por Nhumo.
- Queda claro entonces que las eco-innovaciones en el escenario de las empresas innovadoras pueden ser motivadas por el aspecto económico primero y la búsqueda de la mejora continua mediante el cumplir con sus sistemas de gestión y que al estar integrados, como vimos desde el apartado teórico correspondiente, le pueden

representar una ventaja competitiva única en un mercado como el nacional, y que lo puede posicionar como una empresa social y ambientalmente responsable.

- Una de las principales conclusiones en materia de administración del conocimiento es que el modelo de administración del conocimiento hasta el momento no está sirviendo para construir capacidades tecnológicas, sino para construir capacidades productivas. Nhumo no está generando conocimiento nuevo con el propósito de acumular capacidades tecnológica, pues le es transferido por el socio tecnológico presentándose un efecto de *lock out*, es decir, pareciera no interesarle generar nuevo conocimiento tecnológico pues lo reciben de su tecnólogo, y su modelo descuida la noción de coexistencia entre el conocimiento tácito y explícito como una forma de que los actores modifiquen el comportamiento de la empresa y puedan en efecto generar innovaciones se ve parcialmente limitada por la definición de un modelo de administración del conocimiento que supone un proceso lineal que cataloga la información, la difunde y al utilizarla generará innovaciones. Si se tiene una visión de este tipo se corre el riesgo de continuar con la rigidez creada que supone que porque la información está disponible se generará nuevo conocimiento, lo cual no es necesariamente cierto.
- El entorno macroeconómico para esta empresa, y en particular para el *commodity* que produce con un proceso maduro, lo que representa en una gran amenaza incluso para su permanencia en el mercado conjugado con numerosos factores, pues su principal materia prima es un recurso no renovable derivado de petróleo que es finito aunado a la emergencia de otras tecnologías pues están en un paradigma tecnológico que va en la etapa de declive. Por lo tanto, otro de los posibles inhibidores a la innovación es que se trata de la única empresa en el mercado y por tanto opera en condiciones oligopólicas, pues prácticamente abarca todo el mercado nacional, y el resto del mismo se podrían considerar como un pequeño competidor entrante que difícilmente le arrebatará su cuota de mercado.
- La carencia de desarrollo de algunas capacidades tecnológicas y de aprendizaje tecnológico a nivel firma, impediría a la empresa reconvertirse en caso de una

discontinuidad tecnológica, puesto que sus capacidades innovativas se encuentran limitadas por licencias tecnológicas y condiciones de contrato. Es por lo anterior que resulta conveniente primero la realización de un diagnóstico tecnológico que les permita definir sus prioridades y motive un cambio de valores en el colectivo de la empresa; posteriormente convendría sentar las bases de una estrategia tecnológica que le permita reconvertirse mediante la definición de una Política Tecnológica que se traduzca en el pilar de su administración de tecnología, y obtengan efectivamente las capacidades, experiencia y conocimientos de la alianza tecnológica con que cuentan, producto de mejores condiciones tecnológicas para el tiempo restante y para que puedan en un futuro cercano caminar solos y aprovechar las capacidades tecnológicas, productivas y organizacionales que le han permitido integrar la variable ambiental a su estrategia de negocios y organizacional.

Finalmente, resulta pertinente levantar algunos cuestionamientos que serían motivo de investigaciones posteriores, en el sentido de encontrar más evidencia que nos permita conocer con más detalle cómo sería posible lograr esa integración sólida de las variables tecnológica y ambiental en la industria química mexicana. Dichas preguntas podrían formularse de la siguiente manera:

- ¿Dadas las condiciones de este tipo empresa química mexicana en la actualidad, que factores las motivaría a reconvertirse en busca de alcanzar la eco-innovación?
- ¿A una empresa de este tipo dada la naturaleza de su sector, en que medida le serviría el desarrollo de capacidades y la acumulación de aprendizaje en caso de que las condiciones de mercado y los paradigmas cambien?
- ¿Cuáles serán los efectos de las empresas químicas atados a tecnólogos cuando dicho contrato finalicen en una escenario de mercados y entornos cambiantes facilitando la entrada de competidores con eco-productos y a un menor precio?

LITERATURA CITADA Y COMPLEMENTARIA.

- AISTAC y CEDES-Golfo de México (2002). *Taller de Ecoeficiencia*. AISTAC Tampico.
- Anastasas, P. et. al. (eds). (2001a). *Green Chemical Syntheses and Processes*. American Chemical Society, Washington.
- Anastasas, P. et. al. (eds). (2001b). *Green Engineering*. ACS Symposium Series 766. American Chemical Society, Washington.
- Arrhenius, S. (1896). "On the influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground", *Philosophical Magazine*, 41, 237, London, 10 p.
- Arrow, K. (1962) "The Economic Implications of Learning by Doing". *Review of Economical Studies*. Vol. XXIX. No. 80.
- Arvanitis, R., Villavicencio, D. (1998). "Technical Learning and Innovation in the Chemical Industry: an exercise of taxonomy". *Science, Technology and Society*. Vol 3. No. 1. May-June. Sage Publications. New Delhi, London.
- Barkin, D. (1999). *The Greening of Bussines in Mexico*. Discution Paper. United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD). September 1999. Geneve.
- Becker, R. et. al. (1989). "Have you looked into your pool of unexploited technology lately?". *Research-Technology Management*. May-June.
- Bell, M. (1984). "Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries". En: Fransmann, M. y King, K. *Technological capacity of the third world*. MacMillan, Londres, p. 138- 156.
- BITAL. (1999). *Análisis Sectorial. Anuario 1999*. "Evaluación de Riesgos Sectoriales y Perspectivas". Dirección de Análisis y Estudios Económicos. Banco Internacional. México.
- BITAL. (2000). *Análisis Sectorial. Anuario 1999*. "Evaluación de Riesgos Sectoriales y Perspectivas". Dirección de Análisis y Estudios Económicos. Banco Internacional. México.
- Byers, B (1995). "Zero Discharge: a systematic aproach to water reuse". *Chemical Engineering*. Vol. 102. No. 7.
- CEMEFI (2001). *Responsabilidad Social Empresarial. Boletín Informativo*. Año 2. No. 7. Centro Mexicano para la Filantropia, A.C. México.

- Cohen, W., Levinthal, D (1990). "Absorptive Capacity: a new Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*. Vol 35, No. 1
- International Carbon Black Association (ICBA), (1999). *Carbon Black User's Guide*. Woverhampton. (www.cabot-corp.com/cws/Corporate.nsf/CWSID)
- Conesa, V. (1997). *Los Instrumentos de la Gestión Ambiental en la Empresa*. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- Considine, D. (1974). *Chemical and Process Technology Encyclopedia*. McGrawHill, New York.
- Constantino, R. (1996). "Ambiente, Tecnología e Instituciones: el reto de un nuevo orden competitivo". *Comercio Exterior*. Vol 46. No. 10. (octubre). Banco Nacional de Comercio Exterior. México.
- Coulson, J., Richardson, J. (1964). *Chemical Engineering. Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer*. Vol. 1., 2ª ed. Macmillan Company, New York.
- DaimlerChrysler, (2001). "Sistemas de Administración Ambiental-Narrativo". *DaimlerChrysler EEMS Internal Auditor Training*. Daimler Chrysler Business Proprietary.
- Dasgupta, S. et. al. (1997). "What improves environmental performance?. Evidence from Mexican Industry". World Bank.
- Dalton, J. (1805). "Experimental Enquiry into the Proportion of the Several Gases or Elastic Fluids, Constituting the Atmosphere", *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester*, 1, 244-58, Manchester, 5 p.
- Davis. J (1988). "New Product Success and Failure: three case studies". *Industrial Marketing Management*. 17, p. 103-107.
- Derry, T. Williams, T. (1983). *Historia de la Tecnología*. Vol 3. Cap. 18. Vol. 4. Cap. 11. Ed. Siglo XXI. México
- Dodgson, M. (1993) "Organizational Learning: A Review of Some Literatures", *Organizational Studies* Vol. 14, no. 3, pp. 375-394.
- Dosi, G. (1982). "Technological paradigms and technological trajectories" *Research Policy*. 11. p.147-162.
- Dutrénit, G. (2000), *Learning and Knowledge Management in the Firm: From Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities*, Cheltenham: Edward Elgar.

- Dutrénit, G., Veracruz, A (2001) *Aprendizaje, Conocimiento y Capacidades Tecnológicas*. Documento de trabajo, UAM-Xochimilco
- Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation. Technologies, institutions and organizations*. Pinter Publisher.
- EIRMA. Association Europeene pour l' Administration de la Recherche Industrielle. (1996). "Management Summary: Organizing the Company- Customer Interface for Effective Innovation". *Report of EIRMA working group 49*. Paris.
- Erickson, J. (1990) "Managing technology as a Business Strategy". *Sloan Management Review*. Spring. P. 73-78
- Erickson, J. (1993). *Un Mundo Desequilibrado, la contaminación de nuestro planeta*. McGrawHill, Madrid, p 14-15.
- *Este País Tendencias y Opiniones*. (2000). "Desarrollo Sostenible, un reto importante que México aún debe enfrentar". No. 116. Noviembre 2000. p 50-56.
- Faraday, M. (1855) "Observations on the Filth on the Thames", *Contained in a letter adressed to the Editor of the Times Newspaper*. Times, July 7th, London.
- Farina, G., Fontana, M. (1993) "Cogeneration refinery for total residue destruction". *Hydrocarbon Processing*. November. p. 52-56
- Ford, D (1988) "Develop your Technology Strategy". *Long Range Planning*. Vol. 21. No. 5. p. 85-95
- Fransmann, M. (1994). Information, Knowledge, vision and theories of the firm. En: *Industrial and Corporate Change*. Vol. 3, No. 3, London, p. 712- 757
- Fussler, C., James, P.(1998). *Eco-innovación*. Ed. Mundiprensa, Madrid.
- García-John, R. (2000) *Exporting Environmentalism U.S. Multinational Chemical Corporations in Brazil an Mexico*. MIT Press. Cambridge.
- Gonzalez, C. (1996). *Calidad Total*. McGrawHill. México.
- Haurie, A. et. al. (1996). *Gestion de l'environnement et Entreprise*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne.
- IMIQ. (1995). "Visión IMIQ: La Industria Petroquímica Mexicana del Futuro". *Revista del Insitituto Mexicano de Ingenieros Químicos*, IMIQ. México.
- INEGI (2000a) *Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México. SCEEM. Periodo 1993-1999*. Insituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes.

- INEGI (2000b). *La Industria Química en México*. Edición 1999. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes.
- Jenkins, R (Ed.) (2001). "Introduction". *Industry and Environment in Latin America*, Routledge, London. P. 1-12.
- Jonne, F y Snelson, P. (1988). Success factors in product innovation: a selective review of literature. Research Technology y Management. Industrial Research Institute. Inc.
- Kent, J. (Ed.) (1992). *Riegel's Handbook of Industrial Chemistry*. Van Nostrand Reinhold, 9a. ed., New York.
- Kirk, R., Othmer, D. (1962). *Enciclopedia de Tecnología Química*. Tomo XI, UTEHA, México.
- Landau, R., Arora, A. (1999) "The Chemical Industry: from 1850s until today", *Business Economics*, Vol 34. Washington, Oct p.7-15
- Leonard-Barton, D. (1992) "Core Capabilities and Core Rigidities: a Paradox in Managing New Product Development". *Strategic Management Journal*, No. 13.
- Leonard-Barton, D (1995) *Wellsprings of Knowledge*. Harvard Business School Press. Boston
- Livensay, H. et. al. (1989). "From Experience. Technical Development and the Innovation Process". *Product Innovation Management*. 8. p. 268-281
- Loyola, J., Schettino, M (1994) *Estrategia Empresarial en una Economía Global*. Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas. Ed. Ibero América. México. p. 177-181.
- Lundvall, B. (1992), "Introduction". *National Innovations Systems. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers. London. p. 1-2
- Medellín, E. (1994). "Actividades de Gestión Tecnológica en Diez Casos de Innovación". En: Sbragia, et. al. *Gestao de Inovacao Tecnológica*. Anais do XVIII Simpósio de Gestao de Inovacao Tecnológica. Vol II. Sao Paulo. P- 1002-1018
- Micheli, J (2000). "Fin de Siglo: construcción del mercado ambiental global". *Comercio Exterior*. Vol 50. No. 3. (marzo). Banco Nacional de Comercio Exterior. México.
- Miyazaki, K. (1994). "Search, learning and accumulation of technological competencies: the case of optoelectronics". En: *Industrial and Corporate Change*. Vol 3, No. 3.
- Nathanson, J. (1997). *Basic Environmental Technology*, Prentice Hall, New Jersey, p. 1-19.

- Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems. A comparative analysis*. Oxford University Press.
- Nelson, R. (1995) “Recent Evolutionary Theorizing about Economic Change”. *Journal of Economic Literature*. Vol. XXXIII. March. P. 48-90
- Nonaka, I., Takeuchi, H. (1995) *The knowledge creating company*. Oxford University Press, New York.
- November, A. (1995). “Analyse du Procesus d’apprentissage Ecologique des Entreprises Suisses”. En: Haurie, A. et. al. (1996). *Gestion de l’environnement et Entreprise*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne
- OECD (1995). *Oslo Manual. The Measurement of Scientific and Technological Activities*. OECD. Paris.
- OECD (1999a). “ Environmental Policies: Technological Effects”. En: *Technology and Environment: Towards Policy Integration*. OECD. Paris.
- OECD (1999b). “ Public/Private Partnership for Developing Environmental Technologies” En: *Technology and Environment: Towards Policy Integration*. OECD. Paris.
- OECD (1999c). “ Government Programmes for Difusing Environmental Technologies” En: *Technology and Environment: Towards Policy Integration*. OECD. Paris.
- OECD. (2001a). *Encouraging Environmental Management in Industry*. OECD. Paris
- OECD. (2000b) “Greener Public Purchasing. Issues and Practical Solutions”. OECD. Paris
- OECD. (2001c) “Enhancing the Environment for business and industry”. *Policy Brief*. OECD. Paris
- Oropeza, R. Coronado, M. (1995). “Las Nuevas Normas ISO 14000 y la Contaminación”. *Revista del Insitituto Mexicano de Ingenieros Químicos*, IMIQ. México.
- Pearson, A. (1990). “Innovation Strategy”. *Technovation*. 10,3. p. 185-192
- Pérez, A. (1984). *Entorno en Equilibrio*. Colección Tolotzin, Centro Toluqueño de Escritores, Toluca, 46 p
- Perez, C. (1996) “La modernización industrial en América Latina y la herencia de la sustitución de importaciones”. *Lecturas sobre el Sector Externo IV. Comercio Exterior*, Vol. 46, No. 5 (mayo), Banco Nacional de Comercio Exterior. México.

- Perry Johnson de México. (1996). *Normas de Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14000*. Perry Jonson de México, SA de CV. Garza García.
- Phillips, E.; Pugh, D. (1994). *How to get a PhD. A handbook fot students and their supervisors*. Open University Press. Bristol.
- Prahalad, C., Hamel, G. (1990). "The core competencies of the Corporation". *Harvard Business Review*, Vol. 68, No. 3 (may-june).
- PROFEPA (2002) *Programa Nacional de Auditoría Ambiental*. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. México.
- Roberts, E. (1995). "Benchamarking the strategic Management of Technology I, II" *Industrial Resarch Institute*. U.E.
- Rosenberg, N. (1976). "Technology and the environment: an economic exploration". *Perpctives on Technology*. Cambridge University Press. Cambridge. p 213-228.
- Rothwell, R. (1994). "Industrial innovation: success, strategy, trends", en Dogson, M. and Rothwell, R. *The Handbook of Industrial Innovation*. p. 33-53
- Roussell, P. et. al. (1991). *Tercera generación de I+D. Su integración en la estrategia de negocio*. McGraw Hill, Madrid.
- Ruffier, J. (1996). *L'efficiencie productive. Commen marchent les usines*. CNRS Editions. Lyon.
- Ruttan, V (1959) "Usher y Shumpeter en la Invención , la Innovación y el Cambio Tecnológico". En: Rosenberg, N (ed). *Economía del Cambio Tecnológico*. FCE. México, p. 66-77
- Simon, H. (1996), "Bounded Rationality and Organizational Learning", en Cohen y Sproull (eds), *Organizational Learning*, Sage Publications, California
- Singer, C. et. al. (1975). *A History of Technology*, Vol. IV, Oxford Press, London, P. 231-257.
- Solís, L., Labra, D. (1996) *Apuntes y Problemas de Balance de Materia y Energía*. Facultad de Química, UAEM, Toluca.
- Soto, R (1997). "Tecnología, Economía y Desarrollo Sustentable, nuevo paradigma". *Revista del Insitituto Mexicano de Ingenieros Químicos*, IMIQ. México.
- Stillman, H. (1997). "How ABB decides on the right Technology Investments". *Industrial Research Institute*. U.E.

- TUV Latinoamérica. (1999). *Sistemas de Administración Ambiental ISO 14001*. TUV Latinoamérica Servicios Ambientales. México.
- Unger, K (1994). "Ajuste Estructural y estrategias empresariales en México". *Las Industrias Petroquímicas y de Máquinas Herramientas*. CIDE. México.
- Utterback, J. Abernathy, W. (1975). "A dynamic model of process and product innovation", *The Economics of Innovation*, Omega, 3:6, p- 639-656
- Vázquez, G. (1993). *Ecología y Formación Ambiental*, McGrawHill, México, p.5-8
- Vegara, J. (1985) "Schumpeter: la innovación y el desarrollo económico", *Ensayos económicos sobre la innovación tecnológica*, Alianza Editorial, Cap. 3. p 145-162.
- Villavicencio, D. (1993). ¿Que entendemos por aprendizaje tecnológico?. En *Tecnoindustria*, México. No. 11. p. 22- 28.
- Villavicencio, D. et. al. (1995) "Aprendizaje tecnológico en la Industria Química Mexicana". *Perfiles Latinoamericanos 7. Innovación- Producción*. FLACSO, Año 4, No. 7. México. p. 121-145.
- Villavicencio, D. y R. Arvanitis (1994), "Transferencia de Tecnología y Aprendizaje Tecnológico. Reflexiones Basadas en Trabajos Empíricos", *El Trimestre Económico*, Vol. LXI(2), no. 242, abril-junio, pp. 257-279.
- Villavicencio, D., Salinas, M. (2002) "La gestión del conocimiento productivo: las normas ISO y los sistemas de aseguramiento de calidad". *La Economía del Conocimiento*. Comercio Exterior, Junio de 2002. Vol. 52, No. 6. México
- Withman, C. (1989). "Managing technology development: perspectives of a practitioner". *Technovation*. No. 9. p 551-560
- Yin, R. (1994). *Case Study Research. Design and Methods*. Sage Publications. London.

Principales Sitios Web consultados:

- www.aniq.org.mx
- www.cabot-corp.com
- www.cmpl.ipn.mx
- www.desc.com.mx
- www.epa.gov
- www.girsa.com.mx
- www.nhumo.com.mx
- www.oecd.org
- www.profepa.gob.mx
- www.tecnologíaycalidad.galeon.com/tecnologia
- www.unilever.com/environment/Eco-innovation.htm

ANEXOS.

ANEXO 1. LOS ORÍGENES DE LA INDUSTRIA QUÍMICA EN EL MUNDO Y SU IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE

Debemos reconocer que desde el advenimiento de la Revolución Industrial, encontramos muchos ejemplos de como los nuevos descubrimientos se transformaron también en gran crecimiento económico para la humanidad, y no sólo se generaron problemas. Antes de esta era, no existía un concepto real de crecimiento, excepto por la conquista, el despojo y la exploración. La mayoría de la gente entendía haber nacido en una situación particular de estilo de vida; y no es una coincidencia que el trabajo de Adam Smith, *La Riqueza de las Naciones* apareciera en 1776 en el inicio de la era moderna, y que aún reconozcamos su conocimiento profundo dentro de un sistema económico que pudo acomodarse y construirse en esa revolución. No debemos entonces perder de vista el milagro del crecimiento desde que comenzó a incrementarse notoriamente, a pesar de que la población mundial se incrementaba también (Arora y Landau, 1999).

En Europa, el carbón alimentó los motores del principio de la edad industrial, usándose en los hornos de las fábricas y las fundiciones, que con frecuencia estaban situadas cerca de las minas de carbón para poder reducir el transporte. El trabajo en las minas era a menudo agotador y peligroso, aunado a salarios muy bajos. Las grandes industrias favorecieron las enormes ciudades industriales cuyos humos de carbón emergían desde una profusión de chimeneas. Aunque en general los ciudadanos se beneficiaron de la prosperidad que prometía la industrialización, la gente sufría también serios problemas de salud. El humo era tan denso que la gente moría en proporciones inusuales, y principalmente de afecciones del pulmón. La ceniza y el hollín cubrían casi todo, ennegreciendo los edificios, árboles y otros objetos. El humo de las numerosas fábricas picaba en los ojos y el desagradable olor a azufre y bióxido de carbono de la combustión del carbón estaba por todas partes. Algunos días el humo era tan denso que no se podía ni ver el sol (Erickson, 1993).

La industria química, en especial, aunque cimentó sus bases científicas con anterioridad, tomó una forma como la conocemos actualmente solamente a comienzos del siglo XIX con el establecimiento de procesos de fabricación a gran escala tales como el método de

LeBlanc para el carbonato de sodio (Na_2CO_3 o sosa), el proceso de las cámaras de plomo para el ácido sulfúrico (H_2SO_4 , además de que el plomo, Pb, era el único material conocido para soportar el efecto del ácido) y la manufactura de polvos blanqueadores (basándose en el cloro, Cl_2 , recuperado del proceso de obtención de sosa). A mediados de siglo, el descubrimiento de William Perkin del primer colorante sintético habría de tener repercusiones apreciables, y un poco más adelante aparecieron nuevos procesos para la manufactura de la sosa como del ácido sulfúrico; el proceso Solvay y el método de contacto (Derry y Williams, 1983).

Entonces, resulta interesante como el progreso económico y las mejoras en los procesos parecían conducir a la humanidad a una era de prosperidad etérea, pero inconsciente, de forma tal, que muchas de las mejoras iniciales en los procesos químicos tuvieron su base en la casualidad, como el caso de la *malveína* de Perkin, es decir fueron incidentales, pero entonces se reconoce la capacidad de los individuos para aprovechar esos afortunados acontecimientos.

En una naciente sociedad en donde el pleno desarrollo y el cambio en los estilos de vida, se sugería el escenario ideal para hacer las cosas “bien”, es decir, atender a las necesidades primarias del hombre sin perjudicar su entorno, pero factores como la deficiencia en los medios de información y comunicación, hicieron que los pocos esfuerzos por conservar el equilibrio natural fuesen aislados.

Los inicios relativamente lentos en la adopción de las nuevas tecnologías, aunado a una postura conservadora de aquellos primeros industriales - los clientes potenciales de los nuevos “desarrolladores” de nuevas tecnologías o de mejoras en procesos -, hicieron que los esfuerzos de establecer una dinámica de cambio tecnológico durara poco más de un siglo. Veamos por qué. Los cambios técnicos en el Método LeBlanc para producir sosa (el primero de importancia industrial) duraron más de un siglo - aun cuando Nicolás LeBlanc no pudo disfrutar los beneficios de su invención, pues la Revolución francesa lo llevó a la ruina y se suicidó en 1806 -, desde su invención en 1787 hasta 1893 con la recuperación de Cloro de parte de Chance para producir blanqueadores, fue una época de progreso y

mejoras al método base, y aunado a una adopción gradual de los países Europeos, hicieron que su periodo de vida se prolongara aún más (Derry y Williams, 1983).

Entonces, si el método LeBlanc era sujeto de cambio y mejoras incrementales al proceso base, deberían haber consecuencias positivas para la sociedad y el entorno. Para 1828, James Muspratt había instalado ya factorías en las inmediaciones de Liverpool y se vio inmerso en una serie de controversias legales con las autoridades y los vecinos, pues de la primera etapa del método de producción de sosa, se generaba una gran cantidad de cloruro de hidrógeno gaseoso (HCl_g) como subproducto, el cual formaba una nube densa y altamente tóxica que era inhalada por los pobladores, y como consecuencia, los niños y ancianos fueron los primeros afectados con ulceraciones en las mucosas, además de destrucción en la propiedad, pues el HCl_g al absorberse en agua (con agua de lluvia, por ejemplo) se torna en ácido clorhídrico (HCl_l), y este es altamente corrosivo en una gran cantidad de materiales (Singer, 1975).

La primera mejora técnica en cuestión de protección al ambiente fue obligada de manera indirecta por el gobierno y la sociedad inglesa, pues Muspratt al ser sometido en diversas ocasiones por “alteración del orden público”, decidió realizar una mejora técnica al instalar chimeneas de 90 m. de altura para “solucionar” el inconveniente.

Es de interés el mencionar que el primer desarrollo técnico propiamente de protección al ambiente, y con ello podemos sugerir el inicio de la Ingeniería Ambiental, fue desarrollado en 1836 por William Gossage, quien al tener experiencia como vendedor de productos químicos, le surgió la idea de utilizar un viejo molino de viento e introducir un material de empaque húmedo (para aprovechar el principio de absorción de un gas en agua) que le permitiría absorber el gas de HCl emanado del proceso mediante una corriente ascendente de gas y una descendente de agua (bajo la suposición de que el agua de lluvia pudiera absorber el gas), es decir, la creación de la primera torre de absorción de gases, o el primer lavador de gases (*scrubber*) (Singer, 1975).

Luego entonces, si la derrama económica trajo como consecuencia la necesidad de mejorar los procesos y poner énfasis en la utilización de subproductos o productos de desecho, la

presión social resultó también en una demanda de la operación más cautelosa de la industria, y con ello en fin de procesos que derivaban en consecuencias a terceros (Singer, 1975).

Por lo tanto, una industria madura como la química, con procesos maduros y una dinámica de innovaciones incrementales, y dedicada a la solución de problemas técnicos y de operación resulta de particular interés en su dinámica de protección al ambiente. Existiendo además un cierto patrón de generar propuestas de solución técnica y de operación, pero olvidándose al parecer, de generar oportunidades de negocios ambientales, no solo de servicios de prevención sino también productos, procesos y servicios comercializables.

Debido a las reglamentaciones y regulaciones en materia ambiental, las grandes firmas de la industria química misma han desarrollado y asimilado diversos mecanismos de protección ambiental, y conductas o políticas de responsabilidad hacia el medio ambiente. En ocasiones debido también a la cultura misma de la empresa y su alto sentido de responsabilidad con el medio ambiente y la sociedad. En otras, debido a la presión social y gubernamental, de forma tal que han motivado la generación de políticas públicas formales en materia ambiental que se han integrado al total de la industria.

ANEXO 2. MARCO MACROECONÓMICO PARA LA INDUSTRIA QUÍMICA EN MÉXICO

Cuadro A 1.1

Cuadro A 1.2

Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC)			Índice Nacional de Precios al Productor (INPP)		
1994=100			1994=100		
AÑO	INDICE	VARIACIÓN	AÑO	INDICE	VARIACIÓN
1991	78.9	18.8	1991	82.7	11.0
1992	89.3	11.9	1992	91.4	10.5
1993	96.5	8.0	1993	95.6	4.6
1994	103.3	7.1	1994	104.3	9.1
1995	156.9	52.0	1995	166.3	59.4
1996	200.4	27.7	1996	208.4	25.3
1997	231.9	15.7	1997	230.3	10.5
1998	275.0	18.6	1998	270.4	17.4
1999	308.9	12.3	1999	304.2	12.5
2000	336.6	9.0	2000	323.6	6.4

Fuente: INEGI. Cuadernos de Información oportuna.

Cuadro A 1.3

Año	PIB a precios de 1993 (mill. pesos)	Variación %	Población (miles)	PIB/Per a precios de 1993 (pesos/hab)	Variación %
1993	1,256,196.00	2.0	84,000	14,954.71	0.7
1994	1,312,200.40	4.5	86,000	15,258.14	2.0
1995	1,230,608.00	(6.2)	91,158	13,499.73	(11.5)
1996	1,293,859.10	5.1	93,000	13,912.46	3.1
1997	1,381,561.60	6.8	94,700	14,588.82	4.9
1998	1,448,135.83	4.8	96,300	15,037.76	3.1
1999	1,503,164.15	3.8	98,100	15,322.77	1.9
2000	1,606,882.47	6.9	99,600	16,133.36	5.3

Fuente: INEGI. Cuadernos de Información oportuna No 324.

Cuadro A 1.4

DIVISIÓN	PIB a precios de 1993		Variación %	
	(millones de pesos)			
	1999	2000	1999	2000
Producto interno bruto nacional	1,503,164.99	1,606,883.00	3.8	6.9
Producto interno bruto total. Industria Manufacturera	296,151.45	315,722.00	4.1	19.6
Participación de la industria manufacturera en el PIB nacional			19.7	19.6
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	74,848.00	75,515.00	5.1	0.9
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	25,048.00	25,318.00	2.6	1.1
Industria de la madera y productos de madera	8,835.00	8,970.00	(0.4)	1.5
Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	13,952.00	13,747.00	4.6	(1.5)

DIVISIÓN	PIB a precios de 1993		Variación %	
	(millones de pesos)			
	1999	2000	1999	2000
Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plástico (1)	44,850.00	44,455.00	2.8	(0.9)
Productos minerales no metálicos, exceptuando derivados de petróleo	20,402.00	20,619.00	3.2	1.1
Industrias metálicas básicas	14,985.00	14,420.00	(0.3)	(3.8)
Productos metálicos, maquinaria y equipo	90,675.00	103,448.00	5.7	14.1
Otras industrias manufactureras	8,796.00	9,035.00	3.3	5.8

Incluye: productos farmacéuticos, pinturas, barnices, lacas, tintas, perfumes, cosméticos, jabones, detergentes, dentífricos, cerillos, películas, placas y papel sensible para fotografía, limpiadores, aromatizantes, aceites esenciales, llantas y cámaras, piezas y artículos de hule natural o sintético, manufacturas de resinas termoplásticas y de plástico reforzado, calzado de plástico y juguetes de plástico.

Fuente: INEGI, Información estadística de coyuntura.

ANEXO 3. ENTREVISTAS REALIZADAS.

Tipo de Puesto	Cantidad	Grado de Escolaridad
Mandos Gerenciales	9	6 Licenciatura, 3 Postgrado
Mandos Intermedios	16	10 Licenciatura, 6 Postgrado
Personal Operativo Sindicalizado	3	1 Educ. Primaria, 2 Licenciatura

ANEXO 4. FUENTES DE INFORMACIÓN PARA ESTUDIO DE CASO

Las fuentes de información documental utilizadas se muestran en la tabla A 3.1

Tabla. A 3.1 Requerimientos de información en Nhumo.

Fuente de Información	Descripción General
Documentos relacionados con eventos de eco- innovaciones tecnológicas	Cartas, memorandos, agendas, anuncios, reportes escritos de eventos, documentos administrativos de la empresa, estudios formales previos, periódicos y revistas de la compañía y corporativo, guías corporativas, etc.
Registros	Carpetas de proyecto, registros generales, diagramas, registros personales de informantes clave, etc.
Entrevistas	Con informantes clave: mandos gerenciales, intermedios y una muestra de personal de planta.
Grupos de discusión con informantes clave	Aquellos relacionados con la innovación tecnológica
Observación directa	Reconocimiento de las diferentes áreas de la planta, en especial aquellas en donde se desarrollaron eco-- innovaciones tecnológicas
Artefactos físicos	Productos, catálogos, línea de producción, herramientas, instrumentos, maquinaria, equipos.

Fuente: elaboración propia con base a metodología de estudio de caso de Yin (1994).

En específico, se tuvieron requerimientos de información más detallados contenidos A 3.2 y A 3.3

Tabla A 3.2 Registros requeridos para el análisis de la información.

Diagrama Tipo	Descripción General	Diagrama Nhumo
Diagramas	• Diagramas de proceso • Diagramas de servicios • Diagramas de flujo • Operaciones unitarias (balances de materia y energía, incluidos eco-balances) • Hojas de datos de seguridad de los materiales	• Archivo tecnológico contiene físicamente todos los diagramas pertinentes (espacio físico y base de datos) • Página web
Registros Generales	• Reportes de desempeño ambiental • Indicadores de ecoeficiencia (incluyendo reportes periódicos) • Indicadores de cumplimiento de normatividades ambientales • COA • Registros de los resultados de la aplicación de instrumentos de gestión ambiental • Diagnósticos de auditorías ambientales • De certificaciones • De I+D (sistema de desarrollo experimental o ingeniería de detalle, escalamientos) • De transferencia e innovación tecnológica	• Documentos ISO y reportes de desempeño ambiental • Certificaciones ISO y corporativas • N.E. • Bases de datos del tecnólogo y carpetas de proyectos

Fuente: elaboración propia con base a metodología de estudio de caso de Yin (1994).

Tabla A3-3 Documentos requeridos para el análisis de la información.

Reporte tipo	Descripción General	Documento / evidencia Nhumo
Reportes escritos de eventos:	• Reportes de los eventos de innovación • Reportes de mejoras en procesos • Buzones de ideas • Reportes d incidentes, eventos extraordinarios • De programas de capacitación (relacionado con mejoras en CASH) • Memorias de participación en congresos, seminarios, encuentros relacionados con CASH e innovación tecnológica • Memorias de participación en la conformación de proyectos de normas oficiales mexicanas relacionadas	• Carpetas de proyecto en archivo tecnológico • Buzón de ideas electrónico • Reportes SGI • Documentos ISO • Reportes de proyectos de cooperación • N.E.
Documentos administrativos de la empresa	• Estructura • Organización y Departamentos • Declaración de misión, visión, objetivos, competencias • Política ambiental • Política de innovación tecnológica • Catalogo de puestos y funciones • Catálogos técnicos de productos y procesos • Estrategia tecnológica-ambiental de la empresa • Sistema de Gestión Ambiental • Sistema de Seguridad, Orden y Limpieza • Manuales de calidad, de certificaciones ambientales y de proveedores.	• Documentos ISO • Política Ambiental Nhumo • N. E. • Documentos ISO • Pagina web • Documentos ISO • Intranet • Intranet, ISO • Manuales ISO
Estudios formales previos	• Estudios de impacto ambiental • Monitoreos tecnológicos • Estudios de patentes • De mercado (incluido el ecoetiquetado)	• Estudios corporativos • N. E. • N. E. • Documentos internos
Guías corporativas	• De CASH • De Responsabilidad Integral • De programas relacionados con la admon.de la innov.tec. • De sistemas de administración del conocimiento • De Calidad De ProcesoOrganizacionales	• Reporte Interdesc • Responsabilidad Integral de ANIQ • Proceso de PHVA (Ciclo Deming) • Modelo de administración del conocimiento de Nhumo

Fuente: elaboración propia con base a metodología de estudio de caso de Yin (1994).

ANEXO 5. CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES PARA ESTUDIO DE CASO**Tabla A 5.1 Indicadores relacionados con la variable organización (firma).**

Indicador	Evidencia a encontrar (insumo y unidad de medida)	Cuestionario Base
Estructura funcional	• Cantidad de deptos. • Divisiones de la firma • Relaciones c. otros deptos. • Personas claves (informantes) • Objetivos del depto. • Funciones (perfiles) • Relaciones entre individuos • Buzón de innovaciones	1. ¿Cuál es la estructura organizacional de la compañía y que funciones tiene cada área?
Composición	• Reglas d. de la empresa ▪ Formas de coordinación ▪ Flujos de información ▪ Formas de neg. Interna	2. ¿Cuáles son las reglas de la compañía, es decir, a quien se le informa y de que manera?
Cultura	▪ Misión de la firma (departamento, unidades ▪ Visión ▪ Metas ▪ Valores sociales (compartidos) ▪ Competencias (corporativas) ▪ Formas de cumplir con la misión ▪ Motivantes de pertenencia a la empresa ▪ Cuidado del medio ambiente como un valor compartido en la compañía (integrado en sus competencias, misión, visión)	3. ¿Cuáles son los aspectos claves de la cultura de la compañía y como se relacionan con la tecnología y el medio ambiente, en su caso?
Estrategia	▪ Estrategia tecnológica- económica- ambiental. ▪ Incorporación de medio ambiente en la estrategia de negocios ▪ Eco-consejeros (alta dirección)	4. ¿Cómo definen las diferentes estructuras de la empresa su estrategia (de negocios y tecnológica) y cuál es su relación, si la hay, con el medio ambiente?
Relaciones con el exterior i) Fuentes de adquisición de información tecnol. ii) Benchmarking iii) Normatividad ambiental iv) Relaciones institucionales	▪ Eco-proveedores ▪ Eco-usuario ▪ Participación en la elaboración de normas, etc. ▪ Participación en esquemas voluntarios de auditorias ambientales (industria limpia) ▪ Participación con ANIQ en Responsabilidad Integral (coadyuvando a otras firmas) ▪ Cumplimiento de NOM's ▪ Programas sociales (comunidad y el medio ambiente) ▪ Políticas públicas que motivan la eco-innovación	5. ¿De que manera la empresa mantiene relaciones con agentes externos, llámense desde individuos hasta cámaras, con el objeto de "monitorear" el estado del arte tecnológico-ambiental?

Indicador	Evidencia a encontrar (insumo y unidad de medida)	Cuestionario Base
Personal	▪ Cantidad ▪ Grado de Escolaridad ▪ Funciones ▪ Tiempo de permanencia en la empresa	6. ¿Cuáles el perfil del personal de la compañía y que función desempeñan?
Clientes	▪ Relación proveedor- usuario	7. ¿Existe algún procedimiento o estrategia para conocer las expectativas de los clientes?
Responsabilidad Social y Ambiental	▪ Conformación de programas interinstitucionales de cuidado del ambiente ▪ Diseño para el medio ambiente o química verde ▪ Medio ambiente presente en la cultura de la organización (políticas empresariales) ▪ Tipo de respuesta otorgada a problemas ambientales de la firma y su entorno ▪ Tipo de respuesta a la normatividad ambiental ▪ Información del conocimiento público con impacto social	8. ¿Qué hace la empresa para poder ser considerada como social y ambientalmente responsable?

Tabla A 5.2 Indicadores relacionados con la variable Proceso Productivo

Indicador	Evidencia a encontrar (insumo y unidad de medida)	Cuestionario Base
Complejidad tecnológica	▪ Planos, cartas de proceso	9. ¿Podría usted describir el proceso productivo de su empresa, destacando las etapas, líneas de proceso y actores más importantes así como una breve descripción de los mismos?
i) Layout	▪ Existencia de arreglos productivos con alto desempeño ambiental ▪ Disposición de las instalaciones para producción más limpia	
ii) Tipo de producto	▪ Volumen ▪ Precio ▪ Especificaciones técnicas ▪ Composición y formulación ▪ Propiedades fisicoquímicas ▪ MSDS (Análisis HAZOP)	
iii) Dinámica del PP	▪ Secuencias ▪ Ritmos ▪ Flujos ▪ Cantidades ▪ Procedimiento ▪ Diagrama de flujo ▪ Tipo de proceso (batch, semi, continuo)	
Calidad total	▪ Operaciones unitarias ▪ Pertenencia a sistemas ISO ▪ Uso de herramientas de control de calidad ▪ Optimización de los costos de la calidad	10. ¿Cómo se integra el sistema de calidad total en la empresa y si éste tiene alguna relación con los sistemas de gestión ambiental (o si esta

Indicador	Evidencia a encontrar (insumo y unidad de medida)	Cuestionario Base
Control de proceso	- Formas de cooperación para fomentar la calidad (círculos de calidad, proveedor-usuario) - Mediciones - Control de proceso - Evaluación y supervisión - Medidas preventivas/ correctivas	incluido en ellos)? 11. ¿De que manera se controla el proceso, y en que etapas se realiza? ¿Se requieren medidas preventivas y correctivas?
Aspectos medulares (puntos críticos)	- Operaciones unitarias - Base de productos - Diferenciación de líneas de productos	12. ¿Cuáles son los aspectos más importantes del proceso y que se consideran clave para el uso de este tipo de tecnología en la fabricación de los productos? (y que fueron identificadas desde el diseño experimental)
Problemas productivos frecuentes (cuellos de botella)	- Mermas - Calidad de M. P. - Uso eficiente de energía y energéticos	13. ¿Cuáles son los principales problemas que se tienen en el proceso de fabricación? (y que fueron identificadas desde el diseño experimental)
Eco-eficiencia y desempeño ambiental	- Emisiones y descargas - Control y tratamiento de influentes y efluentes - Eco-diseño integrado (diseño para el medio ambiente, química verde, responsabilidad integral, etc.) - Control de proceso - Principios de gestión ambiental - Herramientas auxiliares, preventivas, correctivas e integrales para la gestión ambiental (impacto ambiental, evaluación de alternativas, etc.	14. ¿Cómo es el desempeño ambiental de la empresa, entendida no solo como la prevención de la contaminación, sino la integración de la variable medio ambiente en todas las etapas del PP?
Preparativos para la producción i) ingeniería industrial ii) diseño industrial iii) arranque de producción	- ISO 14000 - Auditorías ambientales Profepa - Seguridad e Higiene en el trabajo - Ingeniería industrial - Ingeniería de detalle - Eco-diseño y diseño para el medio ambiente - Arranque de producción, pruebas preliminares, lotes	15. ¿Cuáles son las etapas de arranque de la operación del proceso?, además, ¿cómo fue el proceso de escalamiento de la nueva línea de producción?
Marketing para nuevos productos (asociado a la fabricación y procesos)	- Eco-etiquetado (voluntario) - Valor de la marca - Publicidad informativa - Incursión en mercados ambientales - Promoción de actividad ambiental de la empresa - Integración de equipos de trabajo de marketing con I&D	16. ¿Cuáles son los elementos característicos del marketing de la empresa asociado al desarrollo de servicios asociados al producto?

Tabla A 5.3 Indicadores relacionados con la variable Aprendizaje tecnológico

Indicador	Evidencia a encontrar (insumo y unidad de medida)	Indicador Nhumo
Adquisición de conocimiento relevante i) Investigación y desarrollo experimental ii) Construcción y prueba de prototipos iii) Desarrollo de software y/ o simulaciones	▪ Por proyecto, llave en mano, etc. ▪ Cantidad de proyectos eco-innovativos en proceso ▪ % de ventas ▪ Numero de proyectos por año ▪ Asistencia a ferias, congresos ▪ Monitoreo tecnológico, espionaje ▪ Cooperación con institutos y universidades ▪ Alianzas estratégicas ▪ Proceso de I&D (técnico-económico-ambiental). ▪ Reingeniería o benchmarking tecnológico ▪ Sistemas de aseguramiento de calidad ▪ Integración de I&D con marketing ▪ Carpetas o bitácoras de desarrollo experimental	17. ¿De que forma la empresa adquiere conocimiento tecnológico ambiental relevante para iniciar nuevos proyectos o mejorar los ya existentes? ¿De que manera realizan la I&D?, ¿en que consiste el proceso de I&DT?, ¿cómo lo motivan?, ¿es producto de una estrategia o mas bien se da de carácter fortuito?
Adquisición de tecnología desincorporada y know how	▪ Adquisición de tecnología en forma de patentes ▪ Estudio de patentes para determinar la trayectoria tecnológica de productos y competidores ▪ Socios tecnológicos ▪ Adquisición de diseños de proceso ▪ Adquisición de Invenciones no patentadas en proceso	18. ¿El sistema de propiedad industrial de la empresa ayuda a la protección de las eco-innovaciones?, ¿cuándo protegerlas?
Adquisición de tecnología incorporada	▪ Adquisición de maquinaria y equipo con desempeño tecnológico-ambiental mejorado ▪ Socios tecnológicos ▪ Transferencia de tecnología ▪ Desarrollos propios ▪ Fuentes de tecnología	19. ¿De que manera se adquiere la tecnología para la empresa?
Tipo de aprendizaje tecnológico	▪ Individual ▪ Grupal ▪ Colectivo ▪ Tácito ▪ Codificado ▪ Codificable ▪ Aprendizaje organizacional ▪ Normas ▪ Procedimientos ▪ Métodos ▪ Incentivos ▪ Aprendizaje ambiental	20. ¿Cuáles son los mecanismos de aprendizaje de la empresa entendidos como la forma de adquirir conocimiento relevante para los PP's?, ¿De que manera se comunican los agentes involucrados en los desarrollos?

Tabla A 5.4 Indicadores relacionados con la variable Tecnología (Cambio Tecnológico e Innovación)

Indicador	Evidencia a encontrar (insumo y unidad de medida)	Indicador Nhumo
Capacidades tecnológicas	▪ Estratégicas ▪ Internas ▪ Externas ▪ Operativas rutinarias ▪ Innovativas básicas ▪ Innovativas intermedias ▪ Innovativas avanzadas ▪ Existencia de recursos necesarios para generar y administrar conocimiento	22. ¿Cuáles son las condiciones con las que cuenta la compañía para crear, generar y administrar sus recursos tecnológicos-ambientales?
Competencias tecnológicas (core)	▪ Identificación de eco-negocios centrales ▪ Identificación de eco-innovaciones centrales ▪ Formulación de eco-competencias centrales ▪ Enfoque en mercados específicos (ambientales o generales)	23. ¿Cuáles son las principales áreas de negocio de la compañía que le representan una ventaja única y que difícilmente puede ser imitada por sus competidores?
Administración de tecnología	▪ Existencia de plataformas o bases de productos ▪ Unidad de gestión tecnológica de la empresa ▪ Estrategia tecnológico-ambiental (sistema de administración de proyectos de innovación tecnológica) ▪ Proceso de administración de ideas ▪ Modelos de administración de procesos ▪ Procesos de planeación estratégica ▪ Fuentes de tecnología ▪ Evaluación de tecnologías propias ▪ Diagnóstico y prospectiva tecnológica-ambiental	24. ¿Cómo es el proceso de administración de tecnología de la compañía?
Innovación tecnológica de productos	▪ Productos tecnológicamente nuevos ▪ Productos tecnológicamente mejorados ▪ Uso o sustitución de nuevos materiales (eco) ▪ Uso o sustitución de nuevos productos intermedios (eco) ▪ Nuevas partes funcionales ▪ Nuevas funciones radicales ▪ Uso de nueva tecnología ambientalmente radical	25. ¿Qué tipo de eco-innovaciones realiza la empresa en productos o asociadas a productos (software)?
Innovación tecnológica de procesos	▪ Procesos tecnológicamente nuevos ▪ Procesos tecnológicamente mejorados ▪ Nuevas técnicas de eco-producción ▪ Nuevo software asociado	26. ¿Qué tipo de eco-innovaciones realiza la empresa en procesos y servicios?

Indicador	Evidencia a encontrar (insumo y unidad de medida)	Indicador Nhumo
Tipo de innovación tecnológica	▪ Nueva para el mundo ▪ Nueva para la firma ▪ Nuevo para el país	27. ¿Cuál es el grado de novedad de las eco-innovaciones desarrolladas?, ¿existen en el mercado mundial, nacional?, ¿son diferenciadas?
Innovación organizacional	▪ Introducción de cambios significativos en las estructuras organizacionales ▪ Implementación de sistemas administrativos tecnológico-ambientales novedosos ▪ Implementación de orientaciones estratégicas corporativas nuevas o significativamente diferentes	28. ¿Existen cambios organizacionales motivados por cambios en el tipo de innovaciones realizadas por la compañía?
Otros cambios en PPS	▪ Cambios menores que no necesariamente implican novedad ▪ Mejoras creativas en donde la novedad no afecta el uso u objetivo final	29. ¿Qué otro tipo de mejoras se realizan cotidianamente en los PP's de la empresa?
Objetivos económicos de la innovación	▪ Reemplazar procesos existentes desfasados (en su ciclo de vida) ▪ Desarrollo de procesos amigables con el ambiente ▪ Cuotas de mercado ▪ Flexibilidad de producción ▪ Disminución de costos ▪ Mejorar la calidad de producto ▪ Minimizar el impacto al ambiente	30. ¿Cuáles son los principales motivos que tiene la empresa para eco-innovar y mejorar su desempeño ambiental?
Ciclo de vida de proceso	▪ Etapa del eco-proceso en la fase de su ciclo de vida ▪ Identificación de oportunidades de mercados ambientales ▪ Reposicionamiento de mercados	31. El tipo de procesos han sido mejorados por la compañía y que busca solucionar, si es el caso, ¿se conoce como está su mercado y en que parte de su ciclo de vida esta?
Tipo de tecnología	▪ Uso de tecnologías preferentemente ambientales ▪ Tecnologías limpias	32. ¿La empresa utiliza tecnologías ambientalmente preferentes o que tipo de tecnología utiliza?

ANEXO 6. FACTORES DE ÉXITO NECESARIOS EN NHUMO PARA LA ECO-INNOVACIÓN (TECNOLÓGICA)

Factor (con base en indicadores de estudio de caso y comparados con indicadores Nhumo)	Fortaleza(F) Debilidad(D)
Estructura funcional propicia	F
Formas de coordinación y flujos de información entre actores clave	D
Comunicaciones internas y externas	F
Integración de todas las funciones	F
Cultura organizacional que relaciona las variables tecnológicas con las de medio ambiente	F
Estructura Organizacional que favorece el medio innovador	F
Compromiso de la alta dirección	F
Actitud positiva frente al cambio	F
Aceptación del riesgo por parte de la alta dirección	F
Promoción de la capacidad emprendedora	F
Calidad de la gerencia	F
Flexibilidad organizacional	F
Estrategia tecnológica-ambiental	F
Relaciones con el exterior (fuentes de información tecnológica, benchmarking, normatividad ambiental, relaciones institucionales)	F
Personal (cantidad, funciones, pertenencia a la cultura)	D
Grado de escolaridad de actores clave para la innovación (doctores y maestros)	F
Relación proveedor-cliente	F
Orientación hacia el mercado	F
Servicio a los clientes	F
Responsabilidad social y ambiental empresarial	F
Complejidad tecnológica (layout, tipo de producto, dinámica del proceso productivo)	F
Superioridad del producto	F
Orientación a la calidad y el desempeño (sistemas de gestión)	F
Control de los procesos y preparativos para la producción	F
Dominio de aspectos medulares (puntos críticos de proceso)	F
Ecoeficiencia y desempeño ambiental, incluyendo los principios de gestión ambiental	D
Modelo sustentable de medio ambiente	D
Marketing para nuevos productos (asociado al desarrollo e incursión en mercados diversos buscando la diversificación)	F
Adquisición de conocimiento relevante (investigación y desarrollo, construcción y prueba de prototipos, desarrollos y simulaciones, estrategia de innovación)	D
Administración de los proyectos	
Adquisición de tecnología desincorporada y <i>know how</i> en el ámbito organizacional (adquisición, asimilación, administración y explotación de la tecnología, generación y estudios de patentes, vigía tecnológica)	D
Materialización a través de nuevos proyectos de innovación tecnológica	F
Velocidad de introducción de las innovaciones	D
Alianzas estratégicas que favorezcan la innovación	D
Adquisición de tecnología incorporada	
Tipo de aprendizaje tecnológico (individual, grupal, organizacional)	
Capacidades tecnológicas (centrales, facilitadoras, suplementarias, estratégicas, innovativas, operativas, existencia y uso eficiente de recursos para administrar el conocimiento)	D
Competencias tecnológicas (desarrollo de competencias)	F
Administración de tecnología	D
Innovación tecnológica de productos	F

Factor (con base en indicadores de estudio de caso y comparados con indicadores Nhumo)	Fortaleza(F) Debilidad(D)
Mejoras incrementales tecnológicas de procesos	F
Grado de novedad de las innovaciones (empresa, mercad, mundo)	F
Innovación organizacional	D
Otros cambios en productos, procesos o servicios	D
Objetivos económicos de la innovación	F
Naturaleza del mercado (riesgo)	D
Sinergias con líneas existentes	D
Estrategia de negocios a largo plazo	D
Enlaces múltiples con empresas para cooperación en construcción de capacidades	
Ciclo de vida del proceso (riesgo)	
Tipo de tecnología (grado de madurez de la tecnología)	

Fuente: elaboración propia con base en estudio de caso

ANEXO 7. HERRAMIENTA DE AUDITORIA TECNOLÓGICA (ANÁLISIS DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS) EN NHUMO

Cuestionario Base

Las capacidades tecnológicas:

- ¿Se desarrollan desde adentro de la empresa?
- ¿Están íntimamente ligadas a una buena administración?
- ¿Proporcionan oportunidades ilimitadas de desarrollo?
- ¿Se fortalecen en un ambiente de negocios adecuado (medio innovativo)?
- ¿Se benefician de otras instancias de apoyo (guías corporativas e I+D)?

Fuentes de Tecnología:

- ¿Imitamos, desarrollamos o compramos?
- ¿Realizamos monitoreo o vigía tecnológica?
- ¿Con qué experiencia productiva en el ámbito organizacional contamos?
- ¿La experiencia productiva ha generado formas de adquirir y generar nuevas tecnologías?
- ¿Auto generamos innovaciones?
- ¿Contamos con cooperación productiva?
- ¿Asimilamos las prácticas de terceros?
- ¿Tenemos retroalimentación de las tecnologías exportadas a terceros?
- ¿Los procesos referenciales nos han permitido generar nueva tecnologías o aplicaciones de tecnología?
- ¿Hemos construido capacidades tecnológicas?
- ¿Cómo es nuestra capacidad de absorción de tecnología?
- ¿Realizamos investigación y desarrollo?
- ¿Hemos formado redes de cooperación con competidores?
- ¿La asistencia técnica externa ha generado una memoria colectiva en la empresa?
- ¿La asistencia técnica de la empresa ha contribuido a la memoria tecnológica colectiva?
- ¿La investigación y/o desarrollo subcontratado ha contribuido en la generación de capacidades tecnológicas?
- ¿Tenemos participación en universidades, asociaciones, congresos, etc. con miras tecnológicas?
- ¿Tenemos publicaciones en los organismos pertinentes?

Efectos de la capacidad tecnológica:

- ¿Tenemos dominio de los mercados (precios estándares, necesidades a satisfacer)?
- ¿Tenemos dominio de los productos (especificaciones, diseño, insumos, costos)?
- ¿Tenemos dominio de los procesos de producción (equipamiento, métodos, instalaciones, utilización de la capacidad instalada)?

Dominio de la Tecnología:

- ¿La capacidad tecnológica reside en la empresa, no fuera de ella?
- ¿Esta ligada a una buena administración?
- ¿Ofrece una opción de crecimiento ilimitado?
- ¿Se facilita cuando ocurre en un clima de reconocimiento social y ambiental?
- ¿Requiere de organizaciones de apoyo con dominio tecnológico?

Evaluación de posición tecnológica:

- ¿De qué tecnologías depende la empresa?
 - ¿Cómo ha sido el desempeño en ellas?
 - ¿Qué posición competitiva tenemos?
 - ¿Qué cambios pueden afectarnos?
 - ¿Qué fortalezas tecnológicas tenemos?
 - ¿Hasta qué punto las explotamos?
 - ¿Cuáles son nuestros principales activos tecnológicos?
-

Cuestionario Base

Administración de Tecnología:

- ¿Que tecnologías y *know how* son críticas para el éxito del negocio?
- ¿En qué medida las dominamos y cómo las manejan los competidores?
- ¿Cuál es la expectativa de vida útil de tales tecnologías?
- ¿Qué otras tecnologías emergentes podrían afectarnos (que pudieran afectar la prospectiva actual del mercado)?
- ¿Qué tanto aprovechamos nuestras tecnologías y capacidades tecnológicas?
- ¿Qué tanto hemos avanzado en el aprendizaje tecnológico a nivel firma?
- ¿La firma alcanza una explotación óptima de su tecnología?
- ¿La firma cuenta con acervos tecnológicos y se mide la efectividad en el uso de la información?
- ¿La firma cuenta con acervos tecnológicos que ya no usa pero que pueden agregar valor a otra compañía?
- ¿Se tiene un registro y retroalimentación de tecnologías “caseras” brindadas al mercado?
- ¿Se cuenta con una metodología para poner precio a una tecnología?
- ¿Contamos con un proceso de planeación de tecnología?

Prospectiva tecnológica básica:

- ¿Cómo cambiarán las necesidades tecnológicas?
- ¿Qué harán los competidores?
- ¿En dónde quisiéramos estar entonces?
- ¿Con qué opciones técnicas contamos?
- ¿Qué capacidades necesitamos construir?
- ¿Hacia dónde debemos enfocar nuestros recursos?

Prospectiva tecnológica avanzada:

- ¿Se han explorado el futuro de campos concretos para identificar opciones de cambio y establecer entonces necesidades a satisfacer?
 - ¿Se cuentan con técnicas en prospectiva como la proyección de tendencias, reflexión intuitiva, exploración o normativas?
 - ¿Contamos con una herramienta explícita de planeación tecnológica que nos permita analizar y pronosticar la tecnología, el entorno, el mercado, los usuarios, la organización, y que nos permita establecer cursos de acción y selección?
 - ¿El monitoreo de tecnologías nos permite identificar el estado del arte, relaciones críticas con el entorno y con otras tecnologías?
 - ¿Tenemos bien identificados a los actores significativos y a las fuerzas propulsoras básicas?
 - ¿Hemos localizado interdependencias, variables con mayor incertidumbre y factores clave que deberán monitorearse y observarse?
 - ¿Hemos imaginado las posibles trayectorias de desarrollo futuro de nuestra tecnología y propuesto recomendaciones?
 - ¿Hemos construido escenarios con sus dimensiones significativas y su posible sesgo?
-

Fuente: elaboración propia

GLOSARIO.

Administración Ambiental: conjunto sistematizado de acciones que establece una empresa para el control, preparación, ejecución, registro y proyección de sus actividades y procesos, con el propósito de prevenir la contaminación ambiental y proteger y preservar los recursos naturales.

Administración de tecnología: uso de la capacidad de la organización para enfrentar los problemas de la empresa, generar y aprovechar oportunidades. Uso de conocimientos y experiencias previas que sean aplicables para mejorar la rentabilidad y competitividad. Capacidad de decidir libremente las opciones más convenientes.

Apropiación de tecnología: proceso por el que la organización establece el derecho y dominio sobre la manera específica en que desarrolla, diseña o fabrica productos, procesos y/o servicios. Esta incorporación, derecho y dominio puede establecerse por medio de los procesos de protección de la propiedad intelectual, secretos industriales, convenios, adquisición de patentes y derechos de terceros. En este proceso es indispensable que exista asimilación aplicación autónoma de la tecnología que se ha apropiado.

Auditoria Ambiental: diagnóstico del desempeño ambiental de una instalación industrial, de un organismo de servicio o de una entidad, que ofrece alternativas de control, prevención, atención, conservación o restauración.

Auditoria Tecnológica: proceso mediante el cual se determina la posición que guardan los productos, procesos o servicios de una empresa en relación al estado del arte y/ los límites físicos de los mismos. Mecanismo mediante el cual se verifica que el conocimiento tecnológico que se posee se aplica de acuerdo a los parámetros o normatividad existente.

Buenas prácticas de operación e ingeniería: actividades de diseño, construcción, operación o mantenimiento de un proceso, para la obtención de óptimos resultados, cuya aplicación ha sido aceptada a través del tiempo, por la ausencia de reglamentación específica..

Calidad total: es el acto esencialmente libre de un grupo de personas que forman parte de una organización, y que deciden iniciar un largo viaje de mejoramiento constante para satisfacer cada vez más ampliamente las necesidades cambiantes de sus clientes o usuarios.

Competitividad: característica de una organización que le permite diferenciarse de sus competidores mediante el desempeño superior de uno o más atributos de sus procesos, productos y/o servicios.

Contaminación: presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelos, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Desempeño: optimización de recursos en función de estrategias, objetivos, etc.

Desempeño ambiental: resultados mensurables de las actividades que interactúan con el ambiente, relativos al control y prevención de la organización sobre sus impactos ambientales y de acuerdo a la legislación aplicable y a los aspectos no reglamentados, a partir de su política, objetivos y metas ambientales, incluye aspectos de prevención y atención de emergencias para riesgos ambientales y sociales.

Desarrollo sustentable: el proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Ecoeficiencia: relación que guarda el producto o servicio resultante, con respecto al total de las presiones ambientales generadas para producirlo. Se alcanza con la producción de

bienes y servicios competitivos que satisfagan las necesidades humanas y aporten calidad de vida, mientras se reduce, progresivamente, el impacto ambiental y el uso intensivo de recursos a lo largo del ciclo de vida del producto, a un nivel, al menos, en línea con la capacidad de carga de la tierra.

Eco-innovación: debemos entender el proceso de desarrollo de nuevos productos, servicios o procesos los cuales proporcionan a los clientes y al negocio valor y que disminuye al mismo tiempo el impacto ambiental. Lo anterior significa para la empresa el desempeño ambiental de sus marcas, y el desarrollo de productos, procesos y servicios “eco-eficientes”.

Eficiencia: utilización óptima de recursos y relaciones con el entorno.

Eficiencia productiva: nivel de aptitud obtenido de la capacidad de movilizar los recursos humanos y no humanos para producir objetos o servicios en la forma y los costos requeridos por la demanda.

Elastómero: compuesto químico caracterizado por tener propiedades elásticas comparables a las del caucho.

Fuentes Fijas: todo tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y base de autobuses o ferrocarril, aeropuertos, clubes cinegéticos y polígonos de tiro, ferias, tianguis, circos y otras semejantes.

Fuentes Móviles: aviones, helicópteros, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, autobuses, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.

Hulequímicos: compuestos que se adicionan a los hules naturales o sintéticos con el objeto de impartirles las cualidades necesarias para su conversión a productos terminados con la calidad, estabilidad y propiedades requeridas.

Industria Petroquímica: actividad económica que tiene por objeto la elaboración de productos derivados del petróleo y del gas natural mediante procesos químicos o físicos.

Impacto Ambiental: Cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o benéfico, resultante en todo o en parte de las actividades, productos y servicios de una organización.

Indicador de Desempeño Ambiental: Cifra que denota la situación que guarda una instalación o proceso productivo en cuanto al cumplimiento de la normatividad y parámetros ambientales internacionales.

Materia Prima para Negro de Humo: hidrocarburo de alta relación carbono hidrógeno indispensable para la manufactura de llantas, tintes, pinturas, tinta para piel, papel carbón, acumuladores, discos y otros.

Material Peligroso: elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos, que independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, o biológico-infecciosas.

Medidas Correctivas: acciones que se aplican a los equipos, actividades, procesos, programas, procedimientos, vehículos o sistemas de cualquier naturaleza de una empresa, incluyendo la instalación de equipo o la realización de obras, con el objeto de controlar, minimizar o evitar la contaminación ambiental o de restaurar, recuperar, compensar, o minimizar los daños causados al ambiente o a los recursos naturales.

Medidas Preventivas: acciones que conjunta o separadamente se aplican a una o más actividades, procesos, programas, procedimientos, prácticas, vehículos o sistemas de cualquier naturaleza de una empresa, incluyendo la instalación de equipo o la realización de obras, con el objeto de prevenir la contaminación y los riesgos de contingencias ambientales

Mejora Continua: proceso de perfeccionamiento del Sistema de Gestión Ambiental para mantener el cumplimiento de la legislación ambiental en la operación diaria de sus actividades y obtener mejoras en el desempeño ambiental conforme a la política ambiental de la organización.

Nota: el proceso no necesariamente se lleva a cabo de manera simultánea en todas las áreas de actividad.

Política Ambiental: declaración documentada y comunicada en forma clara por la organización que especifica su compromiso por contribuir, en relación con su desempeño ambiental, a un medio ambiente más limpio, más sano y más seguro, incluyendo aspectos no reglamentados. Incluye disposiciones para cumplir con la legislación aplicable, compromiso de mejora continua del desempeño ambiental, de prevención enfatizando la reducción en la fuente, la disminución continua de riesgos ambientales y el compromiso de compartir información con interesados externos con respecto al desempeño ambiental y en relación con los objetivos y metas del sistema.

Prevención de la contaminación: uso de procesos, tecnologías, prácticas, materiales o productos que eviten, reduzcan o controlen la contaminación en la fuente, incluyendo medidas como: reciclaje, tratamiento, cambios de procesos, mecanismos de control, uso eficiente de recursos y sustitución de materiales.

Proceso productivo: conjunto de actividades relativas a la producción, obtención, elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, acondicionamiento, envasado, manipulación, ensamblado, transporte, distribución, almacenamiento y expendio o suministro al público de productos y servicios.

Residuos Peligrosos: todos aquellos residuos, en cualesquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Responsabilidad ambiental: practica de una organización que busca respetar el entorno ecológico en todos y cada uno de los procesos de operación y comercialización, contribuyendo a la preservación del medio ambiente mediante la minimización del impacto y la responsabilidad de los productos o desechos generados a lo largo de su ciclo de vida.

Responsabilidad social: promover e impulsar al interior y exterior de la empresa una cultura de identificación de necesidades sociales del entorno en que se opera y colaborar en su solución, impulsando su desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida.

Sistema de Gestión Ambiental: la parte del sistema general de administración de la organización que incluye la estructura, actividades de planeación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implantar, realizar, revisar y mantener la política ambiental.