UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
“FRANCISCO GARCÍA SALINAS”

UNIDAD ACADÉMICA EN ESTUDIOS DEL DESARROLLO

DOCTORADO EN ESTUDIOS DEL DESARROLLO

La problemática ambiental en Zacatecas

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el grado de

DOCTOR EN ESTUDIOS DEL DESARROLLO

Presenta

Patricia Rivera Castañeda

Director: **Dr. Guillermo Foladori**

Zacatecas Zac., 29 de agosto de 2007

A Teotl

Agradecimientos

Al CONACYT por la beca otorgada para realizar este doctorado; así mismo al gobierno del Estado de Zacatecas, a la SEC y el COZCYT por el apoyo económico proporcionado.

En especial al Dr. Guillermo Foladori quién me condujo a lo largo del trabajo de tesis, por su paciencia, su disposición en todo momento y sus valiosos comentarios que permitieron dar sentido y congruencia a mi trabajo. Mi agradecimiento al Dr. Thomas Hillerkuss por su apoyo, valiosas sugerencias y por la revisión final de mi tesis que implicó un arduo trabajo. También al Dr. Pérez Veyna que con sus comentarios dio claridad a mi trabajo.

A los profesores que instituyeron este doctorado, por su firmeza y sustento para esta primera generación, gracias por orientar nuestra formación. En especial al Dr. Miguel Moctezuma y al Dr. Rodolfo García Zamora.

A la Agenda Ambiental de la Universidad Autónoma de San Luís Potosí, que me permitió cursar en su Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales la materia Problemática y Gestión ambiental, en especial al Dr. Pedro Medellín y a la M. C. Lucy Nieto.

Quiero dar gracias también a la gente que me proporcionó información relevante para mi trabajo, al Dr. Miguel Moctezuma docente investigador de la Unidad de Estudios del Desarrollo, al Dr. Raúl Delgado Wise director de la Unidad de Estudios del Desarrollo; al Dr. Pascual García Zamora coordinador de la Maestría en Ciencias de la Salud; al M. C. Víctor Martín Hernández director del CREN por su gran ayuda, al Dr. Eduardo Manzanares también investigador del CREN; al Ing. Rodrigo Sánchez de la Subgerencia de Ingeniería, Saneamiento y Calidad del Agua de la CNA de Zacatecas; al M. C. Jorge Enrique Núñez docente investigador de la Unidad Académica de Ciencias Químicas, al docente investigador Víctor Navarro de la Unidad Académica de Minas Metalurgia y Geología; a Juan Diego Pérez de la Universidad de Huelva, a la Dra. Sandra Nichols investigadora del Instituto de Estudios Rurales de California; y a mi amigo M. C. Felipe Escalona del Instituto de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Zacatecas con quien estoy en deuda por haber leído parte de mi trabajo y hacer valiosas observaciones.

A mis padres, que son mi sustento, por su gran apoyo incondicional en momentos difíciles y por alentarme a superar obstáculos y a seguir adelante. A mis hermanos Lily, Sergio y Braulio por estimularme a terminar mi tesis, en especial gracias a Sergio por haber leído parte de mi trabajo y por sus observaciones. Y a la flotita Teotl, Ari, Mimbari, Ehécatl, Frida, Sofía y Andrea por darle alegría a mi vida.

A los compañeros de esta primera generación: Humberto, Igor, Germán, Aldo, Jesús, Leobardo, Oscar, Elivier, Catalina, Felipe, Roberto, Miguel, Julian y Victor, por los momentos compartidos. En especial a Aldo por su apoyo para terminar esta tesis.

Mi gratitud a la gente que forma parte de este doctorado en las diferentes áreas. En especial a Olivia por su amistad, a Araceli y Monste por su ayuda administrativa. A Eli y Max por su auxilio en el área de cómputo. A Lety y a Héctor por su apoyo incondicional. Gracias por los momentos compartidos.

Índice General

INTRODUCCIÓN…….. 1

CAPÍTULO 1. EL CONCEPTO DE DESARROLLO SUSTENTABLE…….……. 5

Introducción…… 5

1.1 Las raíces de la moderna preocupación ambientalista…...……. 5

1.2 La crisis ambiental contemporánea…… 11

1.3 El Desarrollo Sustentable……... 20

1.4 Una tipología del pensamiento ambiental…….. 31

1.5 La implementación del Desarrollo Sustentable……. 37

Conclusiones…….. 43

CAPÍTULO 2. DE LA TEORÍA A LA MEDICIÓN…… 46

Introducción……... 46

2.1 Propuestas de medición: económicas, sociopolíticas y físico-naturales…… 47

2.2 Algunas propuestas de mediciones ambientales promovidas internacionalmente…… 51

2.2.1 La inclusión del medio ambiente en el Sistema de Cuentas Nacionales…..... 51

2.2.2 Indicadores ambientales y de desarrollo sustentable.....……. 57

2.2.3 Algunas experiencias de indicadores ambientales y/o de desarrollo sustentable en países seleccionados……... 61

2.3 México y sus avances en las mediciones ambientales……... 67

2.3.1 Las iniciativas de medición ambiental emprendidas por México….……. 67

2.3.2 El Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México……..... 69

2.3.3 Los avances en materia de Indicadores de Desarrollo Sustentable de México 76

2.3.4 El estado del medio ambiente según los cálculos del PINE y los Indicadores de Desarrollo Sustentable……...…… 79

2.3.5 Limitaciones Metodológicas…….……. 84

Conclusiones…….. 88

CAPÍTULO 3. LA HISTORIA AMBIENTAL COMO SUSTENTO PARA ENTENDER EL DESARROLLO ACTUAL……..… 91
Introducción……... 91
3.1 Origen de la Historia Ambiental…… 93
3.1.1 Antecedentes de la historia ambiental como disciplina académica……..….. 93
3.1.2 El inicio de la historia ambiental como disciplina, su expansión y complejización…..…..……... 96
3.1.3 Enfoques que resultan más prometedores para entender la relación sociedad-naturaleza…....……... 105
3.2 Historia Ambiental de Zacatecas: la interrelación entre degradación humana y ambiental…..……...…...……... 108
3.2.1 Los motores de la depredación en Zacatecas: el caso de la minería….…… 112
3.2.2 Degradación de la naturaleza humana: la migración elemento de expulsión y productor de fuerza de trabajo……...……... 152
Conclusiones…….… 188

CAPÍTULO 4. LAS FUNCIONES AMBIENTALES…….…. 192
Introducción…….…. 192
4.1 Las Funciones Ambientales en Zacatecas…….……... 193
4.2 Las variables ambientales y sociales clave en el contexto de Zacatecas…….. 218
Conclusiones…….…… 220

CAPITULO 5. CONCLUSIONES……... 223

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS……. 228

APÉNDICES…….…… 253
Apéndice 1.1 Proyecto de investigación: la problemática ambiental en Zacatecas...……. 246
Apéndice 2.1 Marcos ordenadores…….. 257
Apéndice 4.1 La minería y la degradación ambiental de Zacatecas……... 262

Índice de Figuras

Figura 1.1 Las dimensiones de la Sustentabilidad……..…. 30

Figura 2.1 Clasificación por área de los indicadores generados por México…….. 77

Figura 3.1 Localización geográfica del Estado de Zacatecas……. 112

Figura 3.2 Agricultura y vegetación en Zacatecas…….…. 113

Figura 3.3 Zona minera de Vetagrande, Zacatecas……. 115

Figura 3.4 Producción de plata en la Nueva España. Promedios decenales 1690-1819 117

Figura 3.5 Principales centros mineros del centro y centro norte de la Nueva España.. 119

Figura 3.6 Ciudades, villas y reales de minas de intercambio comercial con Zacatecas en el periodo colonial……... 127

Figura 3.7 Molino de trigo ubicado en la Hacienda Anacasquilco, Atolinga, Zac……. 129

Figura 3.8 Molino de trigo ubicado en la Hacienda Anacasquilco, Atolinga, Zac……. 129

Figura 3.9 Ruinas de la Hacienda Anacasquilco, Atolinga, Zac…… 130

Figura 3.10 Ruinas de la Hacienda Anacasquilco, Atolinga, Zac…… 130

Figura 3.11 Ruinas de la Hacienda Anacasquilco, Atolinga, Zac…….……... 130

Figura 3.12 Presa utilizada para el funcionamiento del molino……... 130

Figura 3.13 Poblados y caminos…….…….. 135

Figura 3.14 Las naciones indígenas del norte…….……..…… 136

Figura 3.15 Zona de guerra……..……. 137

Figura 3.16 Estimación de la población de la Nueva Galicia……... 144

Figura 3.17 Vegetación del cañón de Tlaltenango……... 147

Figura 3.18 Vegetación del cañón de Juchipila…… 147

Figura 3.19 La ciudad de Zacatecas y su acueducto…….…… 148

Figura 3.20 Presa de Infante que abastecía a la mina Nuestra Señora del Rosario y a la hacienda de Bernardez…….....… 149

Figura 3.21 Tramos de acequia utilizados para abastecer a la hacienda de Sauceda de la Borda…… 149

Figura 3.22 Forma de producción de la plata en Zacatecas 1700-1821……... 151

Figura 3.23 Índice de despoblación, 1895-1910…….…. 169

Figura 3.24 Comparación de tasas de crecimiento medio de la población 1893-2005… 171

Figura 3.25 Principales regiones productoras de frijol de temporal en Zacatecas…..… 185
Figura 4.1 Usos del agua en Zacatecas…….….. 203
Figura 4.2 Municipios de Zacatecas con problemas de altas concentraciones de flúor en agua potable……..... 205
Figura 4.3 Principales ríos de Zacatecas y los municipios afectados por la contaminación del Río Juchipila……... 208
Figura 4.4 Número de plantas de tratamiento en uso en los municipios de Zacatecas.. 209
Figura 4.5 Municipios de Zacatecas con plantas de tratamiento en uso y su capacidad instalada (litros/segundo)……..…… 210
Figura 4.6 Municipios de Zacatecas con plantas de tratamiento en uso y su volumen tratado (millones de metros cúbicos)…….….…….. 211
Figura 4.7 Superficie afectada por la erosión en Zacatecas.…….…….… 212
Figura 4.8 Tambo que muestra la etiqueta de contenido de los PCB…… 268
Figura 4.9 Minera Real de Ángeles……... 269
Figura 4.10 Excavación a tajo abierto de la Minera Real de Ángeles……. 270
Figura 4.11 Tiradero de basura al aire libre en Zacatecas……... 213
Figura 4.12 Volumen de recolección de basura en los municipios de Zacatecas (toneladas)……...…….…… 214
Figura 4.13 Superficie que ocupan los tiraderos de basura a cielo abierto en los municipios de Zacatecas (hectáreas)……..……..… 215

Índice de Cuadros

Cuadro 1.1 Cronología de eventos, desastres y publicaciones relevantes del movimiento ambientalista contemporáneo…….…….. 13

Cuadro 1.2 Tipología de las corrientes de pensamiento ambiental….……. 35

Cuadro 1.3 Algunos acuerdos internacionales para la implementación del Desarrollo Sustentable…….……. 40

Cuadro 2.1 Críticas a las mediciones ambientales o de sustentabilidad……... 49

Cuadro 2.2 Ajustes al Sistema de Cuentas Nacionales…….…….... 53

Cuadro 2.3 Algunas experiencias en la aplicación del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económico Integrado…….…….. 55

Cuadro 2.4 Modelo Presión-Estado-Respuesta……... 258

Cuadro 2.5 Otras iniciativas ambientales…….…… 58

Cuadro 2.6 Algunos marcos ordenadores, según Quiroga, 2001…….……... 259

Cuadro 2.7 Algunas experiencias de sistema de indicadores ambientales y/o de desarrollo sustentable en países seleccionados…….. 62

Cuadro 2.9 Cálculo del PINE por medio de la producción y el gasto…….. 73

Cuadro 2.9 Variables y métodos utilizados en el cálculo del PINE por el método de la producción……. 74

Cuadro 2.10 Balance de los indicadores propuestos por la CDS y los generados por México…… 79

Cuadro 2.11 Balances físicos de los recursos naturales 1997-2002……...…… 80

Cuadro 2.12 Comparación del PIB deduciendo la depredación de los recursos naturales, 1997-2002…….…. 81

Cuadro 2.13 Índice de Sustentabilidad Ambiental…….…… 82

Cuadro 2.14 Críticas al Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (Martínez, 2002)…… 83

Cuadro 3.1 La diversificación y complejización de la historia ambiental…….……... 99

Cuadro 3.2 Periodos de auge y depresión en la producción minera de la región de Zacatecas……..... 121

Cuadro 3.3 Principales calamidades del siglo XVIII: crisis agrícolas, económicas y epidemias……..…….. 141
Cuadro 3.4 Estimaciones de las poblaciones norteñas…….…… 143
Cuadro 3.5 Métodos de beneficios mineros en Zacatecas 1893-1908……..... 158
Cuadro 3.6 Despoblamiento de las localidades mineras del estado de Zacatecas..……. 158
Cuadro 3.7 Diversificación en la producción minera de Zacatecas 1893-1908 (kilogramos)…….. 159
Cuadro 3.8 Etapas de la evolución del fenómeno migratorio en Zacatecas…… 162
Cuadro 3.9 El peonaje, pequeños agricultores y ganaderos en el estado de Zacatecas en 1900…….…… 166
Cuadro 3.10 Población Económicamente Activa, Zacatecas, 1895-1910…… 167
Cuadro 3.11 Entidades con mayor migración nacional 1895-1910…….…… 168
Cuadro 3.12 Tasas de crecimiento media anual de la población Nacional y de Zacatecas: 1893-2005…….…..... 170
Cuadro 3.13 Crecimiento natural de la población 1895, 1900 y 1910……..… 171
Cuadro 3.14 Migrantes procedentes del Programa Bracero…….……. 177
Cuadro 3.15 Población Económicamente Activa, Zacatecas, 1930-1950……..… 178
Cuadro 3.16 Porcentaje de producción agrícola vendida en relación con la producción total. Estado de Zacatecas. 1950-1970 (millones de pesos)…….. 181
Cuadro 3.17 Cantidad de tractores y promedio de hectáreas de labor por tractor, 1950-1970. Nivel estatal……...…… 182
Cuadro 3.18 Zona de alta migración Zacatecana: indicadores básicos (1990-2000) y la integración de la región frijolera a la zona…….…….. 182
Cuadro 4.1 Matriz de funciones ambientales de Zacatecas…….……... 196
Cuadro 4.2 Monitoreo de los ríos del estado de Zacatecas para uso agrícola…….…... 206
Cuadro 4.3 Casos de contaminación derivados de la actividad minera en Zacatecas… 262
Cuadro 4.4 Estudios y análisis de jales mineros en el área de la Zacatecana……..… 263
Cuadro 4.5 Variables ambientales y sociales clave para determinar el avance en Desarrollo Sustentable en Zacatecas……..…..… 219

Lista de Siglas

AAE	Análisis Ambiental Estratégico
AIMOGN	Asociación Internacional de Médicos para la Prevención de la Guerra Nuclear
ANP	Área Natural Protegida
ASEH	*American Society for Environmental History*
BAS	*British Antartic Survey*
BM	Banco Mundial
BPC	Bifenilos Polinoclorados
CCF	Consumo de Capital Fijo
CDB	Convenio Sobre la Diversidad Biológica
CDS	Comisión de Desarrollo Sustentable
CEPAL	La Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CFC	Clorofluorocarbonos
CI	Consumo Intermedio
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CNA	Comisión Nacional del Agua
CNUAH	Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos
CNULD	Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CRETIB	Corrosivo-Reactivo-Explosivo-Tóxico-Inflamable-Biológico Infeccioso
CTBT	Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares
CTDA	Costos Totales de Agotamiento y Degradación Ambiental
DED	Doctorado en Estudios del Desarrollo
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DS	Desarrollo Sustentable
ESI	*Environmental Sustainability Index*
EUROESTAT	Oficina de Estadística de la Unión Europea
FER	Fuerza Motriz-Estado-Respuesta
FIDERCO	Fideicomiso para el Desarrollo de la Región Centro Occidente

FIRC	Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja
GATT	Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio
GEO	Global Environmental Outlook (Perspectivas del Medio Ambiente)
GEO ALC	Perspectivas del Medio Ambiente, América Latina y el Caribe
ICA	Índices de Contaminación del Agua
IDS	Indicadores de Desarrollo Sustentable
IEMAZ	Instituto de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Zacatecas
IISD	*International Institute for Environment and Development*
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
IMP	Instituto Mexicano del Petróleo
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INP	Instituto Nacional de Pesca
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos
IRCA	Immigration Reform and Control Act
ISA	Índice de Sustentabilidad Ambiental
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
MCAEI	Manual para una Contabilidad Ambiental y Económica Integrada
NU	Naciones Unidas
OECD	*Organización for Economic Cooperation Development* [Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico]
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de Naciones Unidas
PCI	Principios, Criterios e Indicadores
PEI/ER	Presión-Estado-Impacto/Efecto-Respuesta
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PER	Presión-Estado-Respuesta

PIB	Producto Interno Bruto
PIBE	Producto Interno Bruto Ecológico
PIN	Producto Interno Neto
PINE	Producto Interno Neto Ecológico
PNB	Producto Nacional Bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PTBS	Producción Total de Bienes y Servicios
SCAEI	Sistema de Contabilidad Ambiental y Económico Integrado
SCEEM	Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México
SCN	Sistema de Cuentas Nacionales
SCOPE	*Scientific Committee on Problems of the Environment*
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SE, DGM	Secretaría de Economía. Dirección General de Minas
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMOC	Sistema Mundial de Observación del Clima
SS	Secretaría de Salud
TMCA	Tasa Media de Crecimiento Anual
UAZ	Universidad Autónoma de Zacatecas
UNCED	*United Nations Conference of Environment and Development* [Conferencia de la Organización de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo]
UNCTAD	Conferencia de Naciones Unidas sobre el Comercio y el Desarrollo
UNEP	*United Nations Environment Programme*
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNFCC	Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambios Climáticos
UNSTAT	*Environment Statistics Section de la United Nations Statistics Division* [División de Estadística de las Naciones Unidas]
WECD	*World Commision on Environment and Development* [Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo]

WISE	*World Information Service of Energy* [Servicio Mundial de Información sobre la Energía]
ZEE	Zonas Económicas Exclusivas

Lista de Símbolos utilizados

A_{be}	Acumulación neta de activos
AG_{Kanp}	Agotamiento de los activos ambientales
AG_{Kenp}	Agotamiento de los activos económicos no producidos
A_{kanp}	Acumulación neta de activos ambientales
C	Consumo privado
Cag	Costos por agotamiento de recursos naturales
Cdg	Costos por degradación del medio ambiente
C+G	Consumo final
DG_{kanp}	Proceso de degradación de los activos ambientales
FBK	Inversión bruta
G	Consumo de bienes y servicios del gobierno
I_b	Inversión bruta
Kanp	Activos Ambientales no producidos
Kep	Activos económicos producidos
Kenp	Activos económicos no producidos
M	Valor de la depreciación de capital producido
N	Valor de la depreciación de capital natural
S	Ahorro
X-M	Exportaciones Netas = Exportaciones-Importaciones
Y	Ingreso
Z	Indicador de Sustentabilidad
Δ I kenp	Cambio en la inversión de los activos económicos no producidos
Δ I kanp	Cambios en los activos ambientales no producidos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
UNIDAD DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO

La problemática ambiental en Zacatecas

RESUMEN/

TESIS DE DOCTORADO/

Patricia Rivera Castañeda

La presente investigación se propuso dos objetivos. Elaborar un diagnóstico ambiental que dé cuenta del estado general del medio ambiente en el Estado de Zacatecas. Y, simultáneamente, construir de un marco teórico conceptual que permitiera el propósito antes enunciado.

Fueron tres sus aportes fundamentales. El primero fue el haber realizado un estudio en profundidad de la metodología utilizada por México para su "contabilidad ambiental" y detectado sus principales debilidades. El segundo fue haber utilizado el concepto de "ruptura del metabolismo con la naturaleza externa" como articulador de la relación entre la sociedad humana y la naturaleza externa en el caso de Zacatecas, tanto para entender su historia ecológica, como su situación actual. El tercero fue la elaboración de un diagnóstico sobre la situación ambiental en Zacatecas a partir de la metodología basada en las funciones ambientales, pero extendida para incorporar criterios socio-económicos. Aunque limitado a la información secundaria asequible, es el primer diagnóstico ambiental que conocemos del Estado de Zacatecas.

Palabras clave: desarrollo sustentable, historia ambiental, ruptura del metabolismo con la naturaleza externa, diagnóstico ambiental.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
UNIDAD DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO

The environmental problematic in Zacatecas

ABSTRACT

DOCTORAL THESIS

Patricia Rivera Castañeda

This current research initiated with two objectives. Elaborate an environmental diagnosis to account for the general status of the environment in the state of Zacatecas and simultaneously construct a theoretic-conceptual frame that would enable to accomplish the objectives previously mentioned.

Three fundamental contributions can be noted. First is to have completed an in-depth study of the methodology used in Mexico for its environmental accountability and to have detected the methodology main weaknesses. Second is to have utilized the concept of "rupture between external nature and metabolism" as a means of articulation between the human society and external nature in the specific Zacatecas case, which is intended to understand its ecological history and its current situation. Third contribution is to elaborate a diagnosis on the current environmental situation in Zacatecas starting with a methodology based on environmental functions (operators), but extended to incorporate socio-economic criteria. Even though, this research is limited by the available information, it is the first environmental diagnosis known in the State of Zacatecas.

Keywords: sustainable development, environmental history, rupture between external nature and metabolism, environmental diagnosis.

INTRODUCCIÓN

El reconocimiento de la importancia del papel del medio ambiente en el desarrollo humano es relativamente nuevo. Desde hace sólo cuatro décadas que aparece sistemáticamente en los discursos sobre desarrollo; y desde fines de los ochenta que incidió de tal modo que el propio término de desarrollo fue adjetivado, para ser llamado Desarrollo Sustentable (DS). Los enfoques para enfrentar los problemas ambientales fueron siempre diversos y cambiantes en el transcurso de estas últimas décadas.

Ya desde el comienzo de los sesenta se conocieron tres enfoques principales sobre la contradicción entre la sociedad humana y la naturaleza externa. El primero fue la posición emitida en el conocido informe Founex, "ecodesarrollo" (Suiza, 1971), que reivindica el crecimiento económico subordinado a las necesidades de la colectividad y el derecho de los países a usar sus propios recursos. El segundo, el de la Organización de Naciones Unidas (ONU) (Suecia, 1972), acepta los límites físicos sin catastrofismo y la compatibilidad entre crecimiento y cuidado ambiental. El tercero fue el elaborado desde América Latina, por la Fundación Bariloche en Argentina, y se le conoce como Modelo Mundial Latinoamericano. Este último promueve la necesidad de un cambio profundo para resolver la crisis social poniendo más énfasis en la planificación que en la lógica del mercado.

Los enfoques sobre la crisis ambiental cristalizaron en listas de variables e indicadores para poder medir el "estado" del medio ambiente y elaborar políticas en consecuencia. Pero, si tuviéramos que aglutinar estas variables e indicadores para tener una visión de conjunto, diríamos que la discusión sobre la crisis se reduce a tres grandes problemas: depredación, contaminación y sobrepoblación.

El concepto de DS se convierte en hegemónico en los noventa. Este concepto supera la visión local y nacional, mediante el reconocimiento de una economía global desigual y

presenta la concepción del ambientalismo moderado[1] como la visión predominante a nivel político (Pierri, 2001). Ligado a este concepto se elaboraron dimensiones, variables e indicadores. Uno de los mojones fue el documento *Agenda 21*, que surgió como resultado de la Cumbre Mundial de la Tierra en Río de Janeiro (Brasil, 1992).[2] En algunos casos estos indicadores fueron anexados a los Sistemas de Cuentas Nacionales.

En México los esfuerzos en mediciones de sustentabilidad son recientes. A mediados de los noventa, se desarrolla el *Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México*, que incorpora mediciones ambientales en las Cuentas Nacionales y *los Indicadores de Desarrollo Sustentable en México,* que dan cuenta de variables económicas, ecológicas, sociales e institucionales.

A pesar del reconocimiento de la problemática ambiental internacional y de los esfuerzos a nivel nacional, la información mexicana para cada estado es deficitaria, dificultando la incorporación de la problemática ambiental en las políticas regionales. El presente trabajo tiene un doble propósito. Por un lado realizar un análisis de la situación ambiental en el estado de Zacatecas,[3] lo que viene a llenar una laguna en la información sobre el estado y puede servir de insumo para la elaboración de políticas públicas y, también, para la discusión crítica sobre el desarrollo del estado. Pero, simultáneamente, esta investigación tuvo que construir un marco conceptual que le permitiera abordar el propósito antes anunciado. A pesar de que existen muchas metodologías para "medir" la sustentabilidad, en el momento de revisarlas, y de discutir a fondo la que ha sido aplicada de acuerdo con las Naciones Unidas en México —como lo hemos hecho en el capítulo dos "de la teoría a la medición" — saltó a la vista que la mayoría de ellas presentan serias limitaciones. Entre estas limitaciones resalta el

[1] Tiene una visión antropocéntrica y desarrollista, aceptando algunos límites que impone la naturaleza a la economía. Esta corriente deriva de la economía neoclásica incorporando ciertos elementos keynesianos; de acuerdo a los grados de sustentabilidad la podemos clasificar como sustentabilidad débil (Pearce y Turner, 1990; Field, 1995).

[2] La *Agenda 21,* en su capítulo 8, señala la necesidad de que los países elaboren "sistemas para la vigilancia y la evaluación de los progresos hacia el logro del desarrollo sostenible mediante la adopción de indicadores que midan los cambios en todo el espectro económico, social y ecológico" (Naciones Unidas, 2003).

[3] El objetivo original de esta tesis era "Elaborar una propuesta metodológica que determine el marco conceptual y las variables que permitan medir los avances en materia de DS en el Estado de Zacatecas, México, y discuta la posibilidad de una medición de desarrollo sustentable". Sin embargo, esta propuesta escapó y fue mucho más allá de lo planteado en el proyecto de investigación (ver apéndice 1.1).

privilegiar la sustentabilidad ecológica sobre la social, es decir, los discursos ambientalistas, y en particular el de la corriente hegemónica que abandera el DS, incluyen en su teoría la problemática socio-económica, pero al momento de incorporarla en la metodología, la sustentabilidad social es olvidada. La segunda limitación que vale la pena resaltar es el hecho de que todas ellas presentan una visión técnica de la interrelación sociedad-naturaleza. Es un determinado tipo de técnica la que contamina o la que depreda, sin prestar atención a las fuerzas sociales que están por detrás de las relaciones técnicas. Con ello las metodologías terminan siendo a-históricas. Estas limitaciones nos obligaron a incorporar al análisis de la cuestión ambiental en Zacatecas un elemento comúnmente dejado de lado en los diagnósticos o metodologías de sustentabilidad: la historia ambiental (capítulo 3 "la historia ambiental como sustento para entender el desarrollo actual"). Buscando una perspectiva que vaya más a las causas profundas de los procesos de insustentabilidad y, prestando atención a su desarrollo histórico, llegamos al concepto de "ruptura del metabolismo con la naturaleza externa", que nos permitió disponer de un concepto "fuerte" en el sentido de que combina la crisis ambiental con la crisis social, y analiza dialécticamente las relaciones técnicas comandadas por las relaciones sociales de producción. Al final, entonces, pudimos volver sobre los aspectos propiamente ecológicos con una visión crítica de sus causas y consecuencias, lo que integramos extendiendo el concepto de funciones ambientales para abarcar las implicaciones sociales y económicas.

El trabajo se expone en cinco capítulos. En el primero se presenta una discusión histórica del surgimiento del concepto DS, así como sus tres dimensiones relevantes: sustentabilidad ambiental, sustentabilidad económica y sustentabilidad social. El concepto unificador de la problemática ambiental DS no supuso la desaparición de diferentes interpretaciones y enfoques. De ahí que consideramos una tipología, cinco grupos que dan una idea de las corrientes de pensamiento alrededor del concepto: Ecología profunda, Verdes, Ambientalismo moderado, Cornucopianos y Marxistas. En el segundo capítulo se hace una revisión de las diferentes mediciones ambientales que tratan de implementar el concepto de DS, a grandes rasgos las podemos clasificar en económicas, sociopolíticas y físico-naturales. Estas mediciones fungen como un mecanismo intermedio entre la teoría y la acción, requieren crear indicadores y, en algunos casos, hacer modificaciones a los Sistemas de Cuentas

Nacionales (SCN). Se profundiza en las propuestas de medición emprendidas por México: el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) y los Indicadores de Desarrollo Sustentable (IDS). En el tercer capítulo se concretiza en el caso de Zacatecas y se elabora un recuento histórico-ambiental que nos explica coherentemente las bases y el proceso de degradación ambiental y social de Zacatecas. En el cuarto capítulo se aborda la situación ambiental de Zacatecas a partir del concepto de funciones ambientales. De esta forma se completa el panorama de la relación entre la sociedad humana y la naturaleza externa en Zacatecas iniciado en el capítulo anterior con la historia. Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo.

Capítulo 1. EL CONCEPTO DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Introducción

En este capítulo se pretende hacer un recorrido de las raíces y desarrollo del moderno pensamiento ambientalista; de su cristalización en el concepto DS y de los intentos por llegar a acuerdos prácticos de medición y de implementación de medidas. También se muestra cómo el concepto DS no consiguió aglutinar a las diversas corrientes del ambientalismo, que implica una amplia gama difícil de reducir a una tipología, aunque este último también es un esfuerzo que este capítulo busca cubrir.

Este capítulo se divide en cinco secciones. En la primera se plantean las raíces de la moderna preocupación ambientalista destacando el higienismo, el proteccionismo aristocrático y el movimiento de conservación. En la segunda se plasman los principales eventos, desastres y publicaciones relevantes que dan inicio a la crisis ambiental contemporánea. En la tercera se plantea el DS, concepto dominante que cristalizó toda la discusión ambiental. En la cuarta sección se presenta una tipología del pensamiento ambiental subrayando su postura ética y la ubicación de la sociedad como parte o separada de la naturaleza externa. Y por último, en la quinta sección se consideran los avances en la implementación del DS.

1.1 Las raíces de la moderna preocupación ambientalista

Llamamos la moderna preocupación ambientalista a aquella que se forma a partir de las décadas del sesenta y setenta del siglo XX, y, cuya expresión más conocida es el concepto de DS hoy en día ampliamente utilizado.

Este moderno pensamiento ambientalista tiene sus raíces en movimientos y expresiones sociales previos, enfocados a la crítica civilizatoria, a la pobreza y la inequidad provocados por el desarrollo capitalista, y al proceso de industrialización (Dabat & Rivera, 1994; Pepper, 1994; Riechmann, 1999; Nebel & Wright, 2000).

La irrupción de la producción capitalista implicó un cambio radical en la relación de la sociedad humana con la naturaleza externa. Tres características interrelacionadas resaltan en este cambio. Por un lado, surgió una demanda creciente e insaciable de recursos energéticos cada vez más eficientes; que dio como resultado la utilización masiva de combustibles fósiles (e.g. carbón y petróleo) y la consecuente contaminación. Por otro lado, la magnitud y extensión de las ciudades que aglutinaban a las clases trabajadoras, se convirtió en un ambiente propicio para la contaminación del aire, cursos de agua, áreas territoriales y, consecuentemente, de expansión de enfermedades infecciosas y epidemias. Por último, porque la producción capitalista generalizó el incentivo de la ganancia como móvil de la apropiación de la naturaleza. La ganancia orientó toda la explotación de la naturaleza en una dinámica que no tiene fin, ya que la producción capitalista antepone el lucro ilimitado a la satisfacción de las necesidades sociales. La ganancia que impulsó la expansión colonial, pero que estaba restricta a algunas ramas de la producción, se generalizó con la producción industrial, como tendencia, a todas las ramas de la producción. Este cambio radical en el comportamiento de la sociedad humana con la naturaleza hizo surgir, durante el siglo XIX, movimientos y expresiones sociales de diferente composición e intereses que critican dicha relación con la naturaleza; y que serán referencia del pensamiento ambientalista contemporáneo.

Una de dichas referencias es el higienismo, una expresión del incipiente movimiento obrero que demandaba mejoras sanitarias en las ciudades industriales.[4] Otra es el proteccionismo aristocrático, que acusaba a la producción industrial por las agresiones al paisaje (Riechmann, 1999; Pierri, 2001; Gondra, 2003).

El higienismo, como lo catalogan Riechmann & Fernández (1999), fue una corriente de pensamiento que tuvo su inicio a finales del siglo XVIII, animada principalmente por médicos. Partía de la influencia del entorno ambiental y del medio social en el desarrollo de las enfermedades. El higienismo criticaba la falta de salubridad en las ciudades industriales, que degradaba la calidad de vida de los trabajadores fabriles. Proponía diversas medidas de tipo

[4] "La raíz del pensamiento higienista estaba en el impacto que produjo en los espíritus europeos el proceso de la revolución industrial. La degradación de las condiciones de salubridad de los centros urbanos derivada de los procesos de industrialización y de la mayor intensidad de ocupación de los núcleos urbanos causada por el incremento de las corrientes migratorias, produjeron un proceso de deterioro de las condiciones de vida de las clases bajas de las ciudades" (Gondra, 2003, sin página).

higiénico-social, que contribuyeran a la mejora de la salud y las condiciones de existencia de la población. Propugnaba una política de contención a la propagación de enfermedades de la clase obrera a las otras clases sociales (Riechmann & Fernández, 1999; Magnini & Martínez, 1999; Gondra, 2003; Rodríguez & Menéndez, 2005).

Fernández señala que el nacimiento de las ciudades industriales en el siglo XIX se caracterizaba por la contaminación del aire, el agua y los alimentos, que afectaba en mayor mediada a la clase trabajadora:

> Humos, pestilencia, gases tóxicos, aguas contaminadas, ausencia de higiene, fueron rasgos que acompañaron siempre al nacimiento de los núcleos industriales. Y en esas condiciones han tenido que vivir y producir durante muchas décadas las clases trabajadoras. Los informes de los médicos humanistas y de las personas dedicadas a la asistencia social en el primer tercio del siglo XIX en Inglaterra y Centroeuropa, algunas de cuyas célebres y patéticas descripciones suelen ser recogidas por los historiadores del movimiento obrero, bastan para hacerse una idea cabal de lo que fue el medio ambiente de trabajo y las condiciones de vida de los proletarios de entonces: larguísimas y penosas jornadas de trabajo en naves industriales dispuestas con tal precariedad que seguir con vida se convertía cotidianamente en mero objeto de la suerte; deplorables condiciones medioambientales que en muchos casos daban lugar a enfermedades incurables, frecuentemente ocultadas para evitar la sustitución o despido… (Riechmann & Fernández, 1999, p. 104).

Mientras la clase trabajadora se encontraba en una condición ambiental desfavorable y hacinada en las fábricas, las clases acomodadas disfrutaban de una calidad de vida superior. Pero, como el desarrollo de epidemias no siempre distinguía entre las clases, el movimiento obrero fue apoyado por grupos de reformistas liberales, filántropos y médicos humanistas pertenecientes a las capas medias y a la burguesía, con el objetivo de contener las enfermedades (Riechmann, 1999).

El interés propiamente ecológico es posterior al higienismo, y se encuentra lejos de las preocupaciones de este movimiento. Lo podemos llamar, siguiendo a Riechmann (1999),[5]

[5] Para Riechmann el naturismo fue otra corriente fundadora del ambientalismo moderno, esta corriente "que desde mediados del [siglo] XIX se proponía la restauración de una forma ‹natural› de vida garante de la perdida unidad de humanidad y naturaleza, por medio de la transformación individual de las conductas (sin alcanzar el plano político)" (1999, p. 111). "En este naturismo decimonónico —que alcanzó su clímax antes de la Primera Guerra Mundial— se daban cita grupos nudistas, vegetarianos, de medicina natural, de reforma urbana, de convivencia comunitaria, etc. En algunos países, como Alemania, alcanzó el carácter de movimiento de masas" (1999, p. 111).

proteccionismo aristocrático. Este movimiento reivindica un sentimiento romántico hacia la naturaleza, frecuentemente ruralizante y anti-industrial, cargado de nostalgia de un mundo virgen, predominante entre las clases altas europeas y norteamericanas en la segunda mitad del siglo XIX.

Como resultado de las luchas de la clase obrera por su salud, y las preocupaciones aristócratas y burguesas por los paisajes se realizaron las primeras prácticas legales a favor de la naturaleza en la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX.[6] Como consecuencia, estas vertientes incipientes —higienismo y proteccionismo aristocrático— se prolongan en el conservacionismo de las asociaciones proteccionistas de especies animales y de espacios naturales vírgenes.

El movimiento de conservación fue un fenómeno político-social que dominó la escena estadounidense desde mediados del siglo XIX y hasta principios del XX, y se expandió por el mundo.[7] Inició con una controvertida crítica a los excesos de la industrialización y su impacto en la naturaleza. El autor más influyente del movimiento de conservación fue George Perkins Marsh. En su trabajo *The Earth as Modified by Human Action,* de 1864, Marsh sostuvo que la naturaleza no perturbada por el ser humano permanecía casi sin cambios, a menos que fuera modificada por convulsiones geológicas; y, en estos casos comparativamente raros, ella inmediatamente reparaba el daño superficial con su domino. Para él la naturaleza era una

[6] En el año de 1801 se nombró el ‹Comité de Molestias› para estudiar los problemas del humo. En 1830 se creó la Sociedad Zoológica de Londres. En 1860 se fundó la Sociedad para preservar los espacios abiertos y comunales y los caminos de a pie. En 1881 se conformó el Comité para la eliminación del humo. En 1889 se fundó la Real Sociedad para la Protección de Aves. En 1895 se formó el Instituto para los Lugares de Interés Histórico y de Belleza Natural. Ya en 1912, se fundó la Real Socidad para la Conservación de la Naturaleza; en 1913, la Primera Asociación de Ciencia Ecológica en el Mundo (*British Ecological Society*). En 1926 emergió el Consejo para la Protección del Medio Rural en Inglaterra, y en los años subsiguientes, la Sociedad de Ríos Puros, la Sociedad Nacional de Escocia, entre otros (Riechmann, 1999, p. 107).

[7] La revisión sobre el movimiento de conservación que se hace en este trabajo se enfoca al movimiento conservacionista norteamericano, sin embargo, es necesario puntualizar que Europa también fue parte importante del mismo. El conservacionismo europeo inició en Inglaterra, lo cual no era extraño porque fue considerada la cuna de la Revolución Industrial —por ocupar una posición manufacturera de privilegio que la convertía en la fábrica del mundo— por tanto, dio inicio también, a las críticas contra el industrialismo (Riechmann, 1999). En Gran Bretaña el conservacionismo —al igual que en Estados Unidos— rebrotó en los años veinte y treinta del siglo XX (Riechmann, 1999, p. 107).

fuerza superior que venía a ser perturbada por el ser humano.[8] Marsh argumentó que el impacto de la actividad humana sobre el ambiente dependía de las formas de producción y del nivel de desarrollo social e histórico.

Frente a la idea predominante entre los geógrafos de que la apariencia física de la Tierra era resultado casi enteramente de fenómenos naturales, Marsh (1874) destacó a los seres humanos como importantes agentes de cambio; el hombre modificaba el complejo natural y los cambios en la naturaleza repercutían con una influencia decisiva en el hombre. Marsh defendía una concepción de los recursos naturales amplia: éstos eran algo enormemente complejo y diverso, en constante cambio e interacción dinámica de componentes (Ramos, 2002).

Otro autor, que también ejerció una destacada influencia intelectual en el naciente conservacionismo fue el escritor, filósofo y naturalista Henry David Thoreau (1817-1863). Este autor ganó su lugar en la historia cuando, a partir de su experiencia de vida en la Chacra Walden, donde leía, escribía y cultivaba la tierra, trató de convencer a sus lectores que la armonía natural era posible. Con ello expuso el sentido de deleite de la experiencia de vivir junto a la naturaleza virgen (Ramos, 2002). Thoreau contribuyó a difundir la idea de que las áreas de belleza natural extraordinaria deberían preservarse para las generaciones futuras, salvándolas de la voracidad de las empresas mineras y madereras (Thoreau, 1976). Además, señaló que los seres humanos eran parte de la naturaleza, y que se actuaba de mejor manera cuando se era consciente de ese hecho (Ramos, 2002). Marsh y Thoreau representan, en gran medida, las bases intelectuales del conservacionismo (Ramos, 2002; Pérez, 2003).

El conservacionismo norteamericano, con la bandera de los Parques Nacionales, creó un modelo de preservación de los valores naturales de un territorio promovido y administrado desde instancias públicas, que sería imitado en todo el mundo. Para 1864 el gobierno de Estados Unidos cedió para la conservación el valle de Yosemite y el Mariposa Grove en California; y, para 1872, se creó el primer parque nacional del país y del mundo, el de

[8] "… la acción del hombre sobre el mundo orgánico tiende a desarreglar sus equilibrios originales, mientras reduce los números de ciertas especies, o aun los anula en su conjunto, multiplicando otras formas de vida animal y vegetal" (Marsh, 1874, sin página).

Yellowstone (Pierri, 2001). También el gobierno de los Estados Unidos impulsó una adelantada legislación federal para la protección de ciertos tipos de vida salvaje, estableciendo con tal fin un sistema nacional de reservas, y promovió la realización de numerosos estudios cuantitativos sobre el patrimonio natural norteamericano.[9] Del mismo modo, el movimiento conservacionista realizó los primeros esfuerzos sistemáticos por controlar el impacto de la contaminación ambiental sobre la salud y el bienestar humano, así como el fomento de iniciativas de educación ambiental (Ramos, 2002; Pérez, 2003).

Con el desarrollo del movimiento de conservación surgieron dos posturas. Una que buscaba aplicar los principios económicos y financieros a la naturaleza, representada por Pinchot y Roosevelt (fundadores del Servicio Forestal de Estados Unidos). Otra, dominada por una "conciencia ecológica" con bases en la "ética de la tierra", propuesta por Leopold[10] (Foster, 1994; Riechmann, 1999; Ramos, 2002).

Mientras que Pinchot representaba la tradición del culto a la ecoeficiencia del conservacionismo norteamericano, subrayando el valor económico de los bosques como productores de madera bajo una explotación sostenida, Roosevelt le dio su cara política al conservacionismo al subrayar, en su mandato, la necesidad de una administración de los recursos de la nación. Elaboró un programa que abogaba por el establecimiento de controles estatales sobre los recursos forestales, minerales e hídricos, y que regulara su comercialización como medio de garantizarlos. Como presidente de los Estados Unidos (1901-1909), comenzó la política efectiva de aprovechamiento sistemático y multifuncional de las cuencas fluviales, pasando al dominio público un total de 84 millones de hectáreas de pastizales y zonas boscosas (Ramos, 2002).

---

[9] En México, los conservacionistas dirigieron su atención hacia la protección de los bosques, debido a su evidente valor económico y biológico —México promulgó una ley forestal nacional tres décadas antes que los Estados Unidos—. El mayor auge del conservacionismo fue durante el periodo del presidente Cárdenas (1934-1940), con Miguel Ángel de Quevedo como jefe de la primera agencia autónoma de conservación. Quevedo estableció el sistema de parques nacionales de México, y promovió una campaña para restaurar y proteger los bosques que consistía en la reforestación, el desarrollo de productos forestales a pequeña escala y la protección estricta de los bosques cerca de las ciudades y, a lo largo, de las cuencas hidráulicas. Sin embargo, al término de la gestión de Quevedo la protección de la naturaleza siguió la ruta del desinterés gubernamental y la apatía pública, además, los funcionarios de conservación adoptaron como política la promoción del uso de los recursos (Simonian, 1999).

[10] La postura que reivindicaba esta conciencia ecológica proveniente de Leopold, era representada por John Muir —fundador de Sierra Club— que aspiraba a preservar zonas de naturaleza intacta mediante la creación de parques nacionales (Riechmann, 1999; Hoffman & Sandelas, 2004).

La segunda postura, dominada por la conciencia ecológica, y representada por Leopold (1998 [1966]),[11] proponía una nueva ética, llamada "ética de la tierra", la cual "…refleja la existencia de una conciencia ecológica y ésta, a su vez, refleja una convicción de responsabilidad individual por la salud de la tierra…" (Leopold, 1998 [1966], p. 74). Para este autor, "un sistema de conservación basado solamente en un egoísta interés económico es irremediablemente desequilibrado…" (Leopold, 1998 [1966], p. 69) debido a que ignora elementos básicos de la tierra que no tienen valor comercial pero que son fundamentales para su funcionamiento.

En suma, los conservacionistas comparten un abierto optimismo sobre las posibilidades de la naturaleza; una auténtica obsesión por los métodos de análisis científico de origen racionalista —origen racionalista o científico que proviene de la perspectiva ecosistémica, donde el hombre es visto como parte de las leyes biológicas junto al resto de la naturaleza, y contribuye a la estabilidad y armonía mutua— y un romanticismo por la vuelta a la naturaleza —alimentado por la filosofía de los románticos trascendentalistas de mediados del siglo XIX en América,[12] avocados a la democracia entre las criaturas de Dios y donde la naturaleza es respetada por motivo propio, bioético— (Pepper, 1994; Pérez, 2003).

1.2 La crisis ambiental contemporánea

El pensamiento ambientalista contemporáneo se enmarcó en dos eventos y procesos que cambiarían completamente la relación del ser humano con la naturaleza externa. El principal evento fue la explosión de la bomba atómica en Hiroshima y Nagasaki en 1945, que mostró el poder destructivo de la tecnología sobre los seres humanos y la naturaleza en general, al tiempo que planteara la amenaza planetaria inédita generada por la tecnología y el uso que se

[11] Se utilizan los corchetes incluyendo dos fechas en la referencia, cuando se considera importante señalar la fecha original de la publicación, y se consultó la publicación más reciente.

[12] El trascendentalismo es un movimiento filosófico estadounidense de la primera mitad del XIX para el cual existe una realidad más allá de los sentidos y la razón, y donde la comprensión de la eternidad del ser se logra con la muerte. Casi todas las doctrinas trascendentales derivan de la división de la realidad en un reino del espíritu y un reino de la materia. Tal división identifica a muchas de las grandes religiones del mundo. Henry David Thoreau y Ralph Waldo Emerson son dos importantes exponentes de este movimiento (Wikimedia Foundation, 2007).

le dio. Paralelamente, el rápido desarrollo económico de la postguerra con la generalización del taylorismo-fordismo que se extendió hasta finales de los sesenta significó un proceso de producción y consumo masivo, basado en el uso de los derivados del petróleo y la electricidad como fuentes energéticas, que supuso un cambio radical en el uso de recursos naturales y sus efectos (Pepper, 1994; Pierri, 2001). Durante las últimas décadas del siglo XX se van conformando diversas corrientes del moderno pensamiento ambientalista, pautadas por catástrofes ambientales, reuniones para llegar a acuerdos internacionales y algunas publicaciones de científicos que pesan significativamente en la discusión. El cuadro 1.1 ofrece una cronología de algunos de los eventos, publicaciones y reuniones internacionales que se constituyeron en fuentes de reflexión del pensamiento ambientalista contemporáneo. Pero, no obstante las diferentes interpretaciones, tres problemas se constituyen en común denominador o bien áreas de discusión del pensamiento ambientalista.

Estos tres problemas eran vistos como traba al desarrollo, o como consecuencias no deseadas del desarrollo, o como resultados forzosos de la producción capitalista, según las corrientes de pensamiento; pero, en cualquier caso, ponían en entredicho las virtudes de un tipo de desarrollo del cual la sociedad capitalista de crecimiento acelerado se vanagloriaba. Un problema lo constituía la contaminación del medio ambiente provocada por los efectos de la tecnología e industrialización. Otro, que ciertamente estaba relacionado, pero podía ser analizado por sí mismo, era la depredación de los recursos, provocada por el uso indiscriminado de fuentes energéticas y materias primas por la industrialización imperante. El tercero era el crecimiento poblacional y su estructura de asentamiento urbano, que concentraba a la población en determinados ecosistemas, poniendo en riesgo su sustentabilidad (Pierri, 2001).

El trabajo de Rachel Carson *Silent Spring* (2001 [1962]) mostró cómo los plaguicidas entran en la cadena alimenticia, sus efectos en los humanos y su persistencia en el ambiente. Además, aportó una nueva perspectiva a la preocupación por el ambiente; marcó el paso del "conservacionismo" al "ecologismo" y alertó del peligro de que los problemas locales puedan llegar a ser mundiales (PNUMA, 2002; Piqueras, 2003).

Cuadro 1.1 Cronología de eventos, desastres y publicaciones relevantes del movimiento ambiental contemporáneo

Año	Desastre, evento o publicación relevante	Comentario sobre el evento	Elemento que agrava la crisis ambiental
1945	Explosión de la bomba atómica en Hiroshima y Nagasaki.	Poder destructivo de la tecnología sobre los seres humanos.	Tecnología.
1962	*Silent Spring* de Rachel Carson.	Demostró como los plaguicidas entran en la cadena alimenticia, sus efectos en los humanos y su persistencia en el ambiente.	Contaminación por plaguicidas.
1966	*Science and Survival* de Barry Commoner.	Efectos de la industrialización y la tecnología en la crisis ambiental.	Industrialización y tecnología.
1966	*The Economics for the Coming Spaceship Earth* de Boulding.	Sustentó una tesis de anticrecimiento, en la cual proponía sustituir la economía de crecimiento ilimitado por una economía cerrada, con recursos limitados y espacios finitos para la contaminación y el vertido de desechos.	Contaminación y recursos limitados.
1967	Marea negra. Derrame de petróleo del Torrey Canyon en el archipiélago de las Scilly al suroeste de Cornwall (Inglaterra).	Primera gran catástrofe en la historia de las mareas negras. Se derramaron 120,000 toneladas de crudo que generaron en unos pocos días una inmensa marea negra. Más de 200,000 aves murieron y la industria de la pesca local quedó completamente arruinada.	Contaminación por hidrocarburos.
1968	*The Population Bomb* de Paul Ehrlich.	Precursor de la vertiente ambientalista neomalthusiana. La principal causa de los problemas ambientales es la sobrepoblación, porque el ser humano consume más que lo posible.	Sobrepoblación.
1969	Derrame de petróleo en Santa Bárbara.	Derrame de petróleo que contaminó una extensa zona del canal de Santa Bárbara.	Contaminación por hidrocarburos.
1970	Celebración del Día de la Tierra.	El medio ambiente se transforma en un asunto de interés universal y es la pauta para la aprobación de leyes federales en materia ambiental en Estados Unidos.	Contaminación y depredación.
1971	Reunión de Founex, Ginebra (Suiza).	Se plantea la visión de los problemas de los países subdesarrollados, se integra la “pobreza” como elemento clave en la discusión ambiental. Por primera vez se intenta establecer un vínculo entre medio ambiente y desarrollo y se plantea el concepto “medio humano” para vincular los problemas ecológicos y sociales.	Industrialización y crecimiento demográfico.

Cuadro 1.1 (*Continúa*)

Año	Desastre, evento o publicación relevante	Comentario sobre el evento	Elemento que agrava la crisis ambiental
1972	Primer informe del Club de Roma. *The Limits to Growth* de Dennis Meadows.	Documento más influyente de la alarma ambiental contemporánea. Ofrece un punto de vista pesimista y catastrófico relativo a la disponibilidad de recursos para la población del mundo.	Recursos y población.
1972	Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente Humano en Estocolmo (Suecia).	Esta conferencia marca el inicio de la problematización política internacional del tema. Plantea como compatibles los objetivos del desarrollo y la necesidad de cuidar el medio ambiente. Como resultado de esta reunión se crea el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).	Contaminación y subdesarrollo (pobreza). Propone que los países ricos deben buscar tecnologías limpias y los países pobres deben crecer para superar la pobreza.
1974	Modelo Mundial Latinoamericano (Bariloche).	Propuesta latinoamericana en respuesta al Informe del Club de Roma. Rechaza la propuesta de límites físicos y señala que los límites operantes son sociopolíticos. Propone un cambio radical en la organización social e internacional que libere al hombre del subdesarollo y de la opresión.	Subdesarrollo, pobreza, opresión y consumismo.
1974	Reunión de Cocoyoc (México).	Se hace explícita la relación orgánica entre medio ambiente físico y los aspectos económicos, sociales y políticos que definen un determinado uso de la naturaleza y de los recursos naturales.	El uso de los recursos naturales es determinado por aspectos económicos, políticos y sociales.
1976	Se libera dioxina en un accidente industrial en una planta de plaguicidas en Seveso, Italia.	Accidente industrial que causa serios daños en la salud humana —con efectos inmediatos y de secuelas tardías—.	Contaminación por plaguicidas.
1979	Accidente en la planta de energía nuclear de Three Mile Island, Estados Unidos.	Fue el primer gran accidente relacionado con la energía nuclear. A pesar de no registrar daños humanos, fomentó el rechazo a la imagen pública de la “energía atómica”.	Contaminación nuclear.

Cuadro 1.1 (*Continúa*)

Año	Desastre, evento o publicación relevante	Comentario sobre el evento	Elemento que agrava la crisis ambiental
1979	Derrame de petróleo en Ixtoc I, Golfo de México.	Es considerado el derrame de hidrocarburos fósiles más grande registrado hasta esa fecha en el medio marino. Generó enormes costos económicos y daños ecológicos irreversibles.	Contaminación por hidrocarburos.
1984	Accidente en la planta química Union Carbide en Bophal, India.	Peor accidente industrial en el mundo. Se considera el precedente que fomentó las normas de seguridad química y medioambiental en Estados Unidos.	Contaminación química.
1984	Fuerte sequía en Etiopía que generó hambruna y malnutrición.	Desastre natural agravado con procesos socioeconómicos de marginación y empobrecimiento.	Desastre natural y procesos socioeconómicos.
1986	Accidente nuclear de Chernóbil en Ucrania, Unión Soviética.	Es catalogado como el peor accidente nuclear en el mundo.	Contaminación nuclear.
1987	Propuesta Brundtland del concepto Desarrollo Sustentable.	Concepto unificador que incorpora en el debate ambiental el crecimiento como único camino para efectuar los objetivos ambientales y de desarrollo; el reconocimiento de una economía global desigual; y, la concepción del "ambientalismo moderado" como visión hegemónica a nivel político mundial.	Subdesarrollo, economía desigual y pobreza.
1991	Incendio de miles de barriles de petróleo como producto de la Guerra del Golfo Pérsico.	Además de la muerte de miles de vidas como producto de la Guerra del Golfo Pérsico, fueron incendiados intencionalmente millones de barriles de petróleo, lo que representó una gran catástrofe ambiental para Asia Occidental.	Contaminación por hidrocarburos.
1992	Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, Brasil.	Es un referente obligado en la historia del debate internacional sobre el medio ambiente y el desarrollo sostenible. A partir de esta cumbre se observa un efecto multiplicador en los diversos organismos e instituciones internacionales y regionales, que emprenden programas o incorporan la variable ambiental en sus actividades.	Cambio climático, pérdida de la diversidad, desertificación y diferencias entre Norte y Sur.
2000	Cumbre del Mileno de las Naciones Unidas que se realizó en Nueva York.	Se reconocieron los asuntos ambientales de manera alentadora, pero el informe sobre el progreso real no tuvo la misma suerte.	Se continúa con prácticas insustentables.

Cuadro 1.1 (*Continúa*)

Año	Desastre, evento o publicación relevante	Comentario sobre el evento	Elemento que agrava la crisis ambiental
2002	Cumbre Mundial de Johannesburgo, África del Sur.	Esta cumbre evidenció un incremento en la inequidad entre países; que el medio ambiente mundial sigue deteriorándose (pérdida de la biodiversidad, se agotan las poblaciones de peces, la desertificación avanza, se hacen evidentes los efectos adversos del cambio de clima, los desastres naturales son más frecuentes, continua la contaminación del aire, agua y mares) y, que la globalización ha agregado una nueva dimensión a estos problemas.	Inequidad y deterioro medioambiental

Fuente: Elaboración propia con información de Bifani, 1980; IISD, 1997; Naciones Unidas, 2000; Pierri, 2001; Foladori, 2001a; Doran, 2002; Sorhuet, 2002; PNUMA, 2002; Borrás, 2006; Brown, 2007.

El trabajo de Commoner planteó los efectos de la industrialización y la tecnología en la crisis ambiental. Este autor criticó los riesgos del complejo tecno-científico y militar, argumentando que no se lograron prever los impactos globales futuros de la radioactividad y de los pesticidas (Commoner, 1992; Woster, 1995 [1977]).

Boulding, con su trabajo *The Economics for the Coming Spaceship Earth,* sustentó una tesis de anticrecimiento, en la cual proponía sustituir la economía de "*far-west*" —o de crecimiento ilimitado— por una economía cerrada, que identificó como el "navío espacial Tierra" con recursos limitados y espacios finitos para la contaminación y el vertido de desechos. Según Boulding (1989, p. 273): "la metáfora de la nave espacial subraya la pequeñez, el hacinamiento y los recursos limitados de la Tierra…". Con esta idea, el autor planteó la necesidad de generar un sentimiento de comunidad mundial, con una tripulación heterogénea que evitara un conflicto destructivo.

Ehrlich, en su trabajo *The Population Bomb* (1968), puede ser considerado el precursor de la vertiente neomalthusiana del ambientalismo contemporáneo. Para él la principal causa de los problemas ambientales es la sobrepoblación, porque el ser humano consume más que lo posible. Este autor plantea la urgente necesidad de limitar la población a través de un control político, con una definición previa de lo que podría ser un tamaño óptimo de población. Ehrlich & Holdren (1980, p. 1212) asumen cuatro elementos en su discusión: que el crecimiento de población causa un desproporcionado impacto negativo en el ambiente; que los problemas de tamaño y crecimiento de población y utilización de recursos y agotamiento deben ser considerados globalmente (en este contexto el control de población no es obviamente una panacea, es necesario pero no suficiente por sí mismo para superar la crisis); que la densidad de población es una medida pobre de presión de población, y la redistribución de la población puede ser una solución falsa al problema de población; y, que el ambiente puede ser ampliamente construido para incluir cosas tales como el ambiente físico, los ghettos urbanos, el comportamiento ambiental humano y el ambiente epidemiológico.

Con las publicaciones de los trabajos antes mencionados, y otros, y la presión de desastres generados por el hombre,[13] como el derrame de petróleo en Torrey Canyon (Inglaterra) en 1967; el derrame de petróleo en Santa Bárbara en 1969 y eventos como la celebración del Día de la Tierra en 1970, era difícil ignorar el crecimiento de la crítica ambiental y económico-social que señalaba los peligros ambientales de la tecnología y proponía limitar el uso de los recursos, deteniendo el crecimiento económico y poblacional (Stine & Tarr, 1999; Pierri, 2001).

El derrame de petróleo en Torrey Canyon (Inglaterra) en 1967 fue la primera gran catástrofe en la historia de las mareas negras. Se derramaron 120,000 toneladas de crudo que generaron en unos pocos días una inmensa marea negra que alcanzó las costas y playas de Cornwall, la isla de Guernsey y el litoral francés de la Bretaña, principalmente en la comarca de Treguier. La falta de experiencia en este tipo de accidentes produjo consecuencias peores que las que se pretendían evitar, al procederse a la dispersión de enormes cantidades de detergente (15,000 toneladas), que se sumaron al derrame causando una contaminación de considerables proporciones, que afectaron gravemente a la flora y fauna de la zona —más de 200,000 aves murieron y la industria de la pesca de la zona quedó completamente arruinada—. Las autoridades tomaron la decisión de bombardear el crudo y el buque para que ardieran. Durante tres días seguidos, ocho aviones dejaron caer 1,000 bombas, 44,000 litros de queroseno, 12,000 litros de napalm y 16 misiles. Una columna de humo negro y espeso que ocultaba el sol completamente fue el impresionante espectáculo (Borrás, 2006).

Sólo dos años después de la catástrofe del Torrey Canyon, se volvió a repetir otro accidente,[14] de características similares, esta vez sobre las costas de California. Un pozo de petróleo frente a las playas norteamericanas derramó una gran cantidad de crudo que contaminó una extensa zona del canal de Santa Bárbara. A pesar de la conmoción en la

[13] Además de los desastres antrópicos, es necesario señalar también los desastres naturales de la década de los setenta, tal fue el caso del terremoto en Tangshan (China) en 1976, que dejó a su paso un gran número de muertes, y el terremoto en Guatemala en el mismo año que dejó a más de un millón de personas sin hogar (PNUMA, 2002).

[14] Según el *Tanker Advisory Center* de Nueva York, en un corto periodo de 5 años solamente (entre 1969 y 1973), se perdieron en todo el mundo 82 buques cisterna, derramando en conjunto unas 719,000 toneladas de petróleo. Hasta finales de 1974 se habían contabilizado en todo el mundo, alrededor de quinientos accidentes con pérdidas de crudo (Borrás, 2006).

opinión mundial, particularmente en la norteamericana, sólo cuatro meses después del accidente el pozo entró de nuevo en servicio (Borrás, 2006).

El Día de la Tierra en 1970 fue promovido por el senador y conservacionista Gaylord Nelson del estado de Wisconsin. Este evento fue una protesta nacional sobre los impactos en el medio ambiente apoyado por gobernadores de los estados, alcaldes de las ciudades principales, redactores de periódicos universitarios y la *Scholastic Magazine*, revista que circulaba en las escuelas primarias y secundarias. La iniciativa tuvo como objetivo demostrar la preocupación creciente sobre el medio ambiente a nivel nacional, y, con ello, sacudir el ruedo político. En esta protesta participaron aproximadamente veinte millones de personas en manifestaciones pacíficas en todo Estados Unidos (Brown, 2007). Derivado de este suceso se aprobaron leyes federales de alcance histórico en este país:

> En 1970 se estableció la Agencia de Protección Ambiental, seguida por la Ley del Aire Puro, la Ley de Agua Limpia de 1972 y la Ley de Especies en Peligro de Extinción de 1973. Entre las muchas disposiciones de gran alcance de estas leyes figuró el requerimiento de que los automóviles utilizaran gasolina sin plomo, alcanzaran el máximo de kilómetros posible por litro de gasolina y estuvieran equipados con convertidores catalíticos para reducir las emisiones tóxicas descargadas por el escape de los automóviles (Brown, 2007, pp. 2-3).

La celebración del Día de la Tierra muestra cómo los problemas ambientales se convierten en un asunto de interés universal.

A inicios de los años setenta la cuestión ambiental se presentó como una amenaza de dimensiones críticas. La problemática ambiental se encontraba en el centro del debate. Dominaba la visión ecocentrista que asumía la interpretación neomalthusiana, al condenar el crecimiento poblacional por presionar sobre los recursos naturales. La tesis medular fue la de los "límites físicos", y la propuesta el restringir el uso de los recursos, deteniendo el crecimiento económico y poblacional (Pearce & Turner, 1990, p. 13; Nebel & Wright, 2000, p. 13; Pierri, 2001, p. 73). En 1972 se publicó el "Primer Informe del Club de Roma" llamado *The Limits to Growth*, elaborado por Meadows y un grupo de científicos del Instituto Tecnológico de Massachussets. Este informe es el documento más influyente de la alarma ambiental contemporánea. Ofrece un punto de vista pesimista y catastrófico relativo a la disponibilidad de recursos para la población del mundo. Usando modelos de población

computarizados, producción de alimentos, contaminación y otros datos, los autores demuestran que el mundo se encuentra en peligro potencial derivado de utilizar más recursos que los que la Tierra puede proveer. Este trabajo discute la población, el crecimiento industrial, los limites en la disponibilidad de recursos, la contaminación y la tecnología (Meadows, Randers & Meadows, 2004).

1.3 El Desarrollo Sustentable

Para principios de la década del setenta comenzó una búsqueda sistemática por aglutinar esfuerzos en torno a nuevas políticas que pudieran dar respuesta a los problemas ambientales. Para ello era necesario tener un acuerdo, aunque fuese general, sobre la gravedad del problema, sus principales causas y alternativas, y un concepto unificado para denominar a este emprendimiento. El resultado fue el concepto de DS a mediados de los ochenta, y, aunque éste no evitó críticas y desacuerdos, su aceptación por parte de los organismos internacionales y países terminó convirtiéndolo en el concepto dominante que cristalizó toda la discusión ambiental.

Precedieron a la propuesta del DS tres interpretaciones desarrolladas en los setenta. La primera, de los países pobres o del Tercer Mundo divulgada en el Informe Founex (Suiza, 1971) que planteó el "ecodesarrollo",[15] que reivindicaba el crecimiento económico, pero

[15] A inicios de la década de los setenta cuando se puso en tela de juicio la viabilidad del crecimiento como objetivo económico planetario, Maurice Strong utilizó por primera vez el término "ecodesarrollo" para dar una idea de un desarrollo económico y social que incluía el aspecto ambiental; pero fue Sachs (consultor de las Naciones Unidas para temas de medio ambiente y desarrollo) quien desarrolló ampliamente el concepto. El término empezó a utilizarse en los círculos internacionales relacionados con el medio ambiente y desarrollo; fue un compromiso que buscaba conciliar el aumento de la producción, que tan perentoriamente reclamaban los países del Tercer Mundo, con respecto a los ecosistemas necesarios para mantener las condiciones de habitabilidad de la tierra (Naredo, 1996; Salinas, 1998; Díaz, 2006). Sachs (1981, p. 17) menciona que "el ecodesarrollo se apoya sobre [cuatro] bases: debe ser endógeno, contar con sus propias fuerzas; tomar como punto de partida la lógica de las necesidades; dedicarse a promover la simbiosis entre las sociedades humanas y la naturaleza; y, también estar abierto al cambio institucional". Para (Díaz, 2006, p. 18) el ecodesarrollo propone "el renunciar a la idea de un crecimiento exponencial e ilimitado y la posibilidad de promover el desarrollo basado en exportaciones masivas de recursos naturales locales, así como detener el creciente proceso de degradación ambiental; desmitificar la creencia en el progreso a través de la ciencia y la tecnología; alterar los patrones de consumo de los países industrializados y las élites de los países pobres". A pesar del éxito del concepto, en la Declaración de Cocoyoc producto del seminario realizado en México en 1974, el Secretario de Estado de Estados Unidos Henry Kissinger manifestó su desacuerdo ante el PNUMA, proponiendo retocar el vocabulario y, más concretamente el término "ecodesarrollo" que quedó vetado (Naredo, 1996; Díaz, 2006). El término ecodesarrollo fue sustituido por el concepto Desarrollo Sostenible, que los economistas más convencionales

subordinado a la satisfacción de las necesidades de la colectividad, y basado en los potenciales ecológicos propias.

La segunda, fue la Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente Humano en Estocolmo (Suecia, 1972), organizada por Naciones Unidas (NU), donde se aceptaron los límites físicos sin catastrofismo, y se planteó que el crecimiento podía ser compatible con el cuidado ambiental, además, consideró que los pobres generaban problemas ambientales presionados por sus necesidades, y reconoció el derecho de los países a usar sus propios recursos.

La tercera fue el Modelo Mundial Latinoamericano, una propuesta de la Fundación Bariloche, en Argentina, que promovió la necesidad de un cambio profundo para resolver la crisis social, sustituyendo la lógica del mercado basada en la propiedad privada por la planificación (Pierri, 2001, p. 73).

La perspectiva de los países subdesarrollados se discutió en la Reunión de Founex, Ginebra (Suiza), en 1971, donde un grupo de 27 expertos de diferentes países —encabezados por el delegado canadiense Maurice Strong— elaboró el Informe Founex, recogiendo las principales preocupaciones económico-ecológicas de los países menos desarrollados. Se reconoció que el problema ambiental principal era la pobreza, y se trataba de integrar en el concepto "medio humano" los aspectos sociales a los físicos tradicionales (Pierri, 2001). Fue en esta reunión, donde se intentó por primera vez, establecer un vínculo entre medio ambiente y desarrollo (Bifani, 1980).

Para Pierre, en el Informe Founex,

> … los desequilibrios ecológicos se le atribuyen a la industrialización y al crecimiento demográfico en general (no a la dinámica capitalista) y a la hora de plantear las posibles soluciones para los problemas económicos de los países atrasados, se recomienda el mismo tipo de desarrollo, sólo que con la advertencia de que éste no sea un desarrollo espontáneo y carente de regulación… [por lo tanto] …se logró ampliar la visión de los problemas

---

podrían aceptar sin recelo, al confundirse con un desarrollo autosostenido introducido tiempo atrás por Rostow y barajado profusamente por los economistas que se ocupan del desarrollo (Naredo, 1996).

> ambientales a sus aspectos, causas y consecuencias sociales, pero no hay un análisis profundo de las causas de la problemática y la visión de las soluciones para los países pobres (Pierri, 2001, pp. 44-45).

El Informe Founex identificó al desarrollo y al medio ambiente como dos caras de la misma moneda (PNUMA, 2002).

En el año de 1972 se celebró la Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente Humano en Estocolmo (Suecia),[16] en esta reunión se desarrolló una discusión política del tema ambiental. Esta conferencia fue el primer intento de conciliar los objetivos tradicionales del desarrollo con la protección de la naturaleza, y de contemplar los diferentes intereses entre países. Como resultado de esta conferencia se fundó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (Pierri, 2001; PNUMA, 2002). En esta conferencia se aprobó "La Declaración de Estocolmo" y el Programa de Acción que conllevaba 109 recomendaciones para la cooperación internacional en materia ambiental (Bifani, 1980; PNUMA, 2002).

Como respuesta al trabajo contenido en "Limites al Crecimiento" que atribuía el subdesarrollo, los problemas internacionales y la pobreza a la superpoblación de los países en vías de desarrollo,[17] se formuló el Modelo Mundial Latinoamericano, conocido como Modelo Bariloche (1971-1975), como una propuesta para el sistema global, de los países del Sur (Oteiza, 2004):

---

[16] El antecedente de este evento fue la Conferencia Internacional de la Biosfera (París) en 1968, ésta se llevó a cabo como resultado de un trabajo de estudios interdisciplinarios auspiciado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) sobre las consecuencias de las actividades humanas en el medio. A esta conferencia asistieron representantes de sesenta países y fue en este evento donde se planteó realizar una conferencia mundial sobre el medio ambiente (PNUMA, 2002).

[17] "Desde un punto de vista político, el modelo de los Meadows es inaceptable para los países piadosamente llamados en vías de desarrollo. La única solución propuesta para evitar la catástrofe como consecuencia del agotamiento de los recursos no renovables, del aumento de la contaminación, del crecimiento desmedido de la población, etc., era la de congelar el crecimiento económico. Las implicancias y el mensaje implícito en este modelo eran claros: 1) Los pobres debían seguir siendo pobres dada la inviabilidad de un mayor crecimiento económico y al no plantearse políticas de redistribución. 2) Como la desigual distribución de la renta y del poder no se discutía, detener el crecimiento económico, implicaba que la mayoría de la población debía permanecer en las mismas condiciones de miseria. 3) La responsabilidad por el agotamiento de los recursos era compartida pero no tenía en cuenta que el consumo *per cápita* difiere ampliamente entre los países industrializados y las naciones del Tercer Mundo. La totalidad del enfoque socio-económico y político necesitaba ser cuestionado desde el punto de vista de los países "en desarrollo". A pesar de que los puntos mencionados anteriormente eran más que suficientes para descalificar el modelo, era importante poner en evidencia no solamente su debilidad ideológica sino también sus debilidades técnicas" (Scolnik, 2004, p. 27).

> [Este modelo] sostiene que los problemas más importantes que afronta el mundo moderno no son físicos sino sociopolíticos, y están basados en la desigual distribución del poder tanto internacional como dentro de los países, en todo el mundo. El resultado es una sociedad opresiva y alienante, asentada en gran parte en la explotación. El deterioro del medio físico no es una consecuencia inevitable del progreso humano, sino el resultado de una organización social cimentada en valores en gran parte destructivos (Herrera *et al*., 2004 [1975], p. 46).

Como proyecto social, el modelo señaló que sólo a través de cambios radicales en la organización social e internacional mundial podían liberar al hombre del atraso y la opresión (Gallopi, 2004; Herrera *et al*., 2004 [1975]). Este modelo propuso una sociedad basada en la igualdad y plena participación de los seres humanos en las decisiones sociales, donde el consumo material y económico fuera regulado de manera que se transitara hacia una sociedad compatible con el medio ambiente (Herrera *et al*., 2004 [1975]). Además, para este modelo, la catástrofe futura —que planteaba Meadows con su perspectiva neomalthusiana— estaba ya instalada en 1970, dado que dos tercios de la humanidad se encontraban sumergidos en la exclusión y pobreza (Oteiza, 2004).

La propuesta del grupo de Bariloche desarrolló un modelo —conceptual y matemático para demostrar su factibilidad material— que planteaba como única solución la mejora de condiciones de vida básicas para controlar el crecimiento de la población (Herrera *et al*., 2004 [1975]). A partir de este modelo se generalizó la introducción de indicadores relacionados con la medición de la satisfacción de las necesidades básicas. Otra característica innovadora del modelo fue utilizar la variable "esperanza de vida al nacer", ya que dicha variable era la más sensible a la inequidad, entre las comúnmente empleadas —como el Producto Interno Bruto (PIB), utilizado generalmente en modelos puramente económicos que encubre los más diversos patrones de distribución de la riqueza— y, que agencias internacionales y gobiernos utilizan actualmente (Oteiza, 2004; Scolnik, 2004).

Otras reuniones internacionales y temas fueron importantes para orientar la discusión. La relación orgánica entre medio ambiente físico y los aspectos económicos, sociales y políticos que definían un determinado uso de la naturaleza y de los recursos naturales se inició tanto en Founex y Estocolmo y se hizo explícita en la Reunión de Cocoyoc (México) en 1974. En esta reunión, el PNUMA y la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Comercio y

Desarrollo (UNCTAD) emitieron una declaración inspirada en el concepto de ecodesarrollo. Se destacó el carácter estructural de los problemas ambientales y la crisis global, las desigualdades socioeconómicas como consecuencia de los modelos de desarrollo, y, se indicó la necesidad de estrategias de desarrollo alternativos. El aporte de esta reunión fue el responsabilizar más claramente a los países ricos del subdesarrollo de los países pobres, así como la dinámica de la pobreza y deterioro ambiental —la pobreza genera crecimiento poblacional y no a la inversa como lo plantean los países ricos— (Pierri, 2001; PNUMA, 2002).

La participación en eventos como el Día de la Tierra en 1970, la Reunión de Founex en 1971, la Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente Humano en 1972, y, la Reunión de Cocoyoc en 1974, fueron las primeras formas institucionales internacionales y nacionales de asumir el tema ambiental y trazar políticas, lo que conllevó a la creación de instituciones específicas y a la promulgación de las primeras leyes ambientales (Pierri, 2001). Sin embargo, a pesar de fomentarse con estas reuniones el reconocimiento de la problemática ambiental a nivel internacional, es necesario acentuar que dicha discusión presentaba fuertes desigualdades e intereses en conflicto. Los países desarrollados estaban preocupados por los problemas de contaminación causada por la acelerada industrialización y urbanización, y en el agotamiento de los recursos naturales que adjudicaban al crecimiento poblacional, por lo tanto, proponían generar y aplicar tecnologías limpias, y, frenar o reducir el crecimiento poblacional y económico. Para los países subdesarrollados la problemática ambiental derivaba de los excesos en producción y consumo de los países industrializados, y entendían que el problema apremiante era la pobreza, desnutrición, enfermedades y miseria de dos tercios de la humanidad. Por lo tanto, la propuesta de no crecimiento de los países desarrollados (económico) era inaceptable.

A finales de la década de los setenta se presentó otra serie de accidentes antrópicos, como la liberación de dioxina en una planta industrial de plaguicidas en Seveso, Italia, en 1976; un accidente en la planta de energía nuclear de Three Mile Island, Estados Unidos, en 1979, y un derrame de petróleo en Ixtoc I, en Golfo de México, en el mismo año, por mencionar sólo los más relevantes. Estos eventos catastróficos son significativos, porque

demuestran que a pesar de los grandes avances tecnológicos que desarrolla el hombre, es necesario reconocer los riesgos y peligros que conllevan sus propias actividades, como el caso del uso de tóxicos, el uso de hidrocarburos como fuente de energía, y, en especial, el desarrollo de la energía nuclear.

El accidente industrial en Seveso, Italia, ocurrió en la planta de fabricación de triclofenol Icmesa, parte del grupo Roche, como resultado de una sobrepresión causada por una reacción exotérmica (paso de estado líquido a gaseoso con desprendimiento de calor) accidental. La nube tóxica se esparció en 1,810 hectáreas, causando 447 casos de quemaduras químicas agudas y 193 casos de cloroacné en la población, y un gran número de muertes de animales silvestres y de granja. Las secuelas tardías a la exposición del agente tóxico fueron peores que los efectos inmediatos en la piel; las víctimas de Seveso padecieron alteraciones y desórdenes en los sistemas inmunológico, nerviosos y cardiovascular. Además, ocurrieron secuelas de tipo ginecológico, al observarse el fenómeno de feminización del sexo de los neonatos (Aparicio, 2001).

El primer accidente, de relevancia, relacionado con la energía nuclear, fue en Three Mile Island (Estados Unidos) en 1979, este accidente se originó por fusión del núcleo de un reactor. No se registraron daños personales debido a la radiación, pero fue un serio desastre económico y de relaciones públicas. También, fomentó un rechazo serio en la imagen pública de la energía atómica. Se efectuaron protestas en países de toda Europa Occidental, Japón y Australia, así como en los Estados Unidos, donde hasta 120,000 personas se concentraron en Washington DC, en la mayor manifestación en Estados Unidos después de la guerra de Vietnam. Antes de este accidente, una gran parte de la población consideraba a los manifestantes antinucleares extremistas, sobre todo por la propaganda pro nuclear. Más tarde, esta población, en su mayoría, se unió al movimiento opositor que reconocía el peligro de esta energía (WISE, 1979; WISE, 2004).

El 3 de junio de 1979, el pozo de prospección, Ixtoc I, a 94 km al noreste de Ciudad del Carmen, Campeche (Golfo de México), estalló como producto de una fuga del lodo de excavación. Cuando la perforación había llegado a 3,627 m, el pozo quedó fuera de control, y se presentaron fugas de gas y aceite que provocaron el incendio y el colapso de la plataforma.

Como consecuencia de ello se suscitó el derrame de hidrocarburos fósiles más grande registrado hasta esa fecha en el medio marino; tuvo una duración de 281 días, del 3 de junio de 1979 al 9 de marzo de 1980 —se derramó un volumen aproximado de 3.3 millones de barriles de crudo (530,300 toneladas); de esta cantidad se quemó el 50 %, se evaporó el 16 %, se recolectó el 5.4 % y se dispersó el 28 %, según informes de Petróleos Mexicanos (PEMEX)—. Se estima que el desastre del Ixtoc 1, erogó 30 millones de pesos diarios para controlar el derrame, movilizando 200 barcos, 12 aeronaves y 500 hombres. Además de estos costos, es necesario considerar los efectos en la vecina Coatzacoalcos, donde los daños ecológicos fueron irreversibles (Soto & Gracia, 1986; Jiménez, 2005; Botello, Villanueva & García, 2006).

Durante los años ochenta surgieron nuevos problemas ambientales. En 1985, un grupo de investigadores ingleses difundieron por primera vez el tamaño del agujero de la capa de ozono,[18] tomando al mundo científico y a los políticos por sorpresa (PNUMA, 2002). Sin embargo, en esos años aún no se asociaba la disminución del ozono con la emisión a la estratosfera de halocarburos —en particular los clorofluorocarbonos (CFC)— de origen antropogénico; fue hasta finales de los ochenta, que la comunidad científica se puso de acuerdo sobre el empobrecimiento del ozono y lo exteriorizó (Comisión Europea, 2005). El derivado más significativo de este descubrimiento, fue un primer acuerdo conocido como "Protocolo de Montreal", suscrito por 24 países industrializados en 1987, para realizar acciones de reducción y eliminación de gases dañinos (Comisión Europea, 2005).

Además de este descubrimiento, es necesario señalar dos eventos catastróficos provocados por el hombre que afectaron tanto al medio ambiente como a la salud humana; además, fueron significativos para determinar las directrices del ambientalismo. El primero, ocurrió en la planta química de Unión Carbide en Bophal, India, en 1984,[19] cuando se liberó

[18] En el año de 1979 tuvo lugar la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, donde se concluyó que las emisiones de dióxido de carbono antropógeno podían tener un efecto a largo plazo sobre el clima. Además, al año siguiente se estableció el Programa Mundial sobre el Clima con el objetivo de cooperar internacionalmente en la investigación del agotamiento del ozono y el calentamiento global (PNUMA, 2002).

[19] Cerca de 3,000 personas murieron en los primeros días, y decenas de miles sufrieron terribles efectos colaterales (Radhakrisna, 1992; PNUMA, 2002; BBC NEWS, 2004; Ramonet, 2004). Después del accidente de Bophal se endurecieron las normas de seguridad química y medioambiental en algunos países. Estados Unidos

una nube tóxica de gases de metil iso-cianato y cianuro de hidrógeno; este incidente es considerado el peor accidente industrial en el mundo. El segundo, es el conocido accidente nuclear de Chernóbil, Ucrania, Unión Soviética en 1986,[20] que ocurrió cuando explotó un reactor en la planta nuclear que era utilizada tanto para producir energía como para obtener plutonio con fines militares. Esta explosión lanzó a la atmósfera toneladas de dióxido de uranio y sustancias como estroncio, cesio, americio y el mismo plutonio formando una enorme nube radioactiva (PNUMA, 2002; AIMPGN, 2006; Duch, 2006).

También en el año de 1984, en Etiopía, sobrevino una fuerte sequía que afectó a 8.7 millones de personas, un millón de las cuales murieron y muchos millones padecieron de malnutrición y de hambre. Esta sequía también causó la muerte de casi 1.5 millones de cabezas de ganado (PNUD, 1999). A pesar de estas cifras alarmantes, que son consideradas como producto de un evento natural, es necesario considerar que la hambruna padecida en Etiopía no es sólo producto de la naturaleza, sino que también es resultado de procesos socioeconómicos que generan marginación y empobrecimiento. Para de Waal (1991, p. 80), la hambruna en Etiopía es además de un desastre natural provocado por la sequía, un resultado de expulsiones y desplazamientos masivos causados por campañas militares, de reasentamiento y de concentración de la población en pueblos; de las requisas de producción por parte del ejército; de la destrucción de aperos agrícolas, cosechas y animales por parte del ejército; del sistema de fijación de precios y de cuotas de adquisición a los campesinos por parte de la Corporación de Comercialización Agraria; del miedo de los campesinos a desplazarse a las ciudades, temerosos del reclutamiento forzoso y del desplazamiento forzado; de la fuerte presión fiscal; y, de la desviación obstrucción y destrucción de ayuda alimentaria.

---

aprobó la legislación sobre el derecho a la información y la industria química desarrolló códigos de prácticas, como el Cuidado Responsable (Greenpeace, 2002; Greenpeace, 2004).

[20] La radiación de Chernobil fue equivalente, según estimaciones, de 200 a 500 veces la ocasionada por las bombas atómicas que Estados Unidos arrojó sobre Hiroshima y Nagasaki; las cifras de las víctimas mortales varían de una fuente a otra por sus diferentes metodologías y se encuentran en un rango de 9,000 a 100,000 personas (OMS, 2005; Greenpeace, 2006). Las partículas contaminantes afectaron a Ucrania, Bielorrusia y Rusia, habitado por ocho millones de personas principalmente, además llegaron en menor grado a otros territorios como los países escandinavos y los de Europa Oriental, Alemania y Gran Bretaña (Duch, 2006).

Con estos eventos catastróficos[21] como telón de fondo surge el concepto de DS.[22] Este concepto, avalado por NU y otros organismos internacionales, pasa a ser hegemónico y a cristalizar la discusión ambiental. Incluyó tres dimensiones relevantes: lo ecológico o ambiental, lo social y lo económico. De esta forma, el concepto de DS pretendía erigirse como un concepto paraguas, que pudiese cobijar a las diferentes corrientes, tanto los ecologistas radicales que privilegiaban la parte ecológica, como los ambientalistas moderados preocupados por el crecimiento económico, y los ecologistas sociales que no querían descuidar los aspectos sociales. Pero, a pesar de su amplitud formal, el concepto de DS nunca consigue ser reconocido por las diversas vertientes, aunque no pudo ser ignorado en la discusión (Galafassi, 2001).

Este concepto es acuñado en el año de 1987, cuando la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, creada en 1983, presentó un documento llamado "Nuestro Futuro Común", conocido como el Informe Brundtland, que es examinado por el consejo Directivo del PNUMA y aprobado por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas. En este informe se examinaron los problemas más relevantes en torno al desarrollo y al medio ambiente, y se divulgó el término DS, que se define como "aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades"; reconoce que la pobreza, la igualdad y la degradación ambiental no pueden comprenderse de manera aislada (WECD, 1987, p. 43).

En el Informe Brundtland la idea central es que el desarrollo y el medio ambiente no pueden estar separados, sino que están inevitablemente interrelacionados. El desarrollo no se mantiene si la base de recursos se deteriora, y el medio ambiente no puede ser protegido si el crecimiento no considera sus consecuencias en la destrucción ambiental. Además, establece que los lazos entre pobreza y medio ambiente son un esquema circular, donde la pobreza genera problemas ambientales y la degradada situación ambiental reproduce la pobreza.

---

[21] Otro accidente antrópico ocurrió en 1989 cuando el carguero Exxon Valdez en el Prince William Sound, Alaska, derramó de 40 a 50 millones de litros de petróleo, al encallar y verter el crudo sobre más de 2,000 kilómetros de costa, afectando a una de las más importantes reservas ecológicas norteamericanas (PNUMA, 2002; Borrás, 2006). "En una sola semana generó una marea negra de 6,700 km^2, poniendo en peligro la fauna silvestre y las pesquerías de la zona. Este desastre es considerado uno de los más grandes en la historia de las mareas negras" (Borrás, 2006, p. 12).

[22] Sostenible y Sustentable se utilizan en el texto como sinónimos.

El concepto unificador "DS" incorpora en el debate ambiental tres elementos:
a) el crecimiento como único camino para efectuar los objetivos ambientales y de desarrollo;
b) la superación de la visión local y nacional, mediante el reconocimiento de una economía global desigual;
c) la presentación de la concepción del "ambientalismo moderado" como visión hegemónica a nivel político mundial (Pierri, 2001).

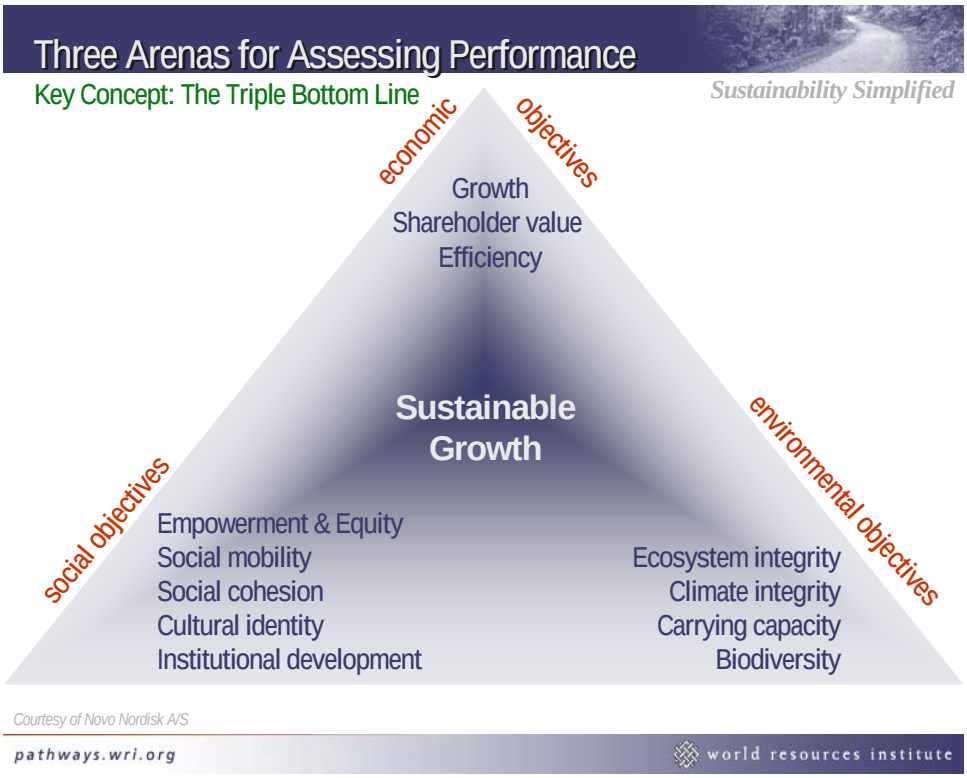
El Informe Brundtland propone la necesidad de un crecimiento económico para disminuir la pobreza y posibilitar las inversiones en nuevas tecnologías, como estrategia para contener o revertir los problemas ambientales. Instala, de manera permanente, los aspectos ambientales en la agenda política mundial. Por un lado avanza más allá que la Conferencia de Estocolmo, ya que se origina y se asume en la Asamblea General de la Organización de Naciones Unidas, y no sólo en ámbitos especializados del PNUMA. Por otro lado, ubica elementos del DS en el contexto económico y político del desarrollo internacional. Además, este informe puede considerarse la concepción dominante del ambientalismo moderado, representa una conquista que debilita al ecologismo, y consagra una alianza con el conservacionismo que subordina a los objetivos del desarrollo (Pierri, 2001). Podemos identificar tres dimensiones de la Sustentabilidad en el concepto de DS: ecológica, económica y social (figura 1.1).

La "sustentabilidad ambiental"[23] o ecológica se define como la capacidad de un sistema (o ecosistema) de mantener su estado en el tiempo, conservando para ello los parámetros de volumen, tasas de cambio y circulación invariables o haciéndoles fluctuar cíclicamente en torno a valores promedio (Gligo, 1991; Ekins & Simon, 2001). Para Victor (1991) y Pearce & Atkinson (1993) sustentabilidad ecológica significa que en la medida en que los recursos no renovables se vuelven físicamente escasos existen productos artificiales

[23] Bartelmus (2003, p. 68), define la sustentabilidad ambiental como una desmaterialización de la actividad económica; una disminución del procesamiento material se puede esperar al reducir la presión en las capacidades de carga del sistema natural. Según Ekins & Simon (2001, p. 6) existen diversos criterios que determinan los niveles en los cuales se fijan los estándares de la sustentabilidad ambiental. En general, estos niveles muestran los impactos antropogénicos en el ambiente: 1) que no amenacen los ecosistemas críticos; 2) que no amenacen los sistemas biogeoquímicos; 3) que no tengan un efecto negativo en la salud humana; y, 4) que no agoten los recursos no renovables más rápido que la tasa de desarrollo de sustitutos.

para sustituirlos, de tal manera que los impactos ambientales resultado del uso de los recursos, se mantienen dentro de la capacidad de soporte de la Tierra.

Figura 1.1 Las dimensiones de la Sustentabilidad



Fuente: World Resources Institute, 2002.

La "sustentabilidad económica"[24] se define como el mantenimiento del capital producido y natural, lo cual es una condición necesaria para un crecimiento económico no negativo. En otras palabras, se considera que la capacidad de un sistema económico de mantener o aumentar la calidad de vida en una sociedad está dada por el acervo total de recursos (capital total), el cual se compone de capital ecológico y el capital creado por el hombre (Enriquez, 2001; Bartelmus, 1999; Roberts & Cohen, 2002; Bartelmus, 2003).

[24] Esta sustentabilidad se inserta en el concepto de renta de Hicks, definida como la cantidad máxima que un individuo puede consumir en un periodo determinado de tiempo sin reducir su consumo en un periodo futuro (Hicks, 1945, p. 205, en Duran, 2000).

La pobreza —se considera de manera amplia, incluyendo hambre, falta de habitación, de agua potable, de sistemas de salud, etc. — y el incremento poblacional fueron considerados hasta los años noventa los problemas que integraron la "sustentabilidad social".[25]

1.4 Una tipología del pensamiento ambiental

Como habíamos señalado, el concepto de DS nunca logró aglutinar todas las posiciones; en la práctica, terminó representando la corriente más relevante a nivel internacional, que varios autores identifican con un ambientalismo moderado. Vale, entonces, presentar una tipología que facilite tener una visión general del ambientalismo; aunque ésta, como cualquier esquema, debe tomarse con reservas porque no puede dejar de ser reduccionista.

La tipología que se presenta a continuación se basa en el análisis conceptual de las diferentes corrientes del ambientalismo, lo que obliga a incluir autores que han sido contemplados en el recorrido cronológico anterior, pero que son fundamentales para entender las diversas posiciones. Esta tipología se divide en cinco grupos: ecología profunda, verdes, ambientalismo moderado, cornucopianos y marxistas (cuadro 1.2).

Para esta caracterización se tomaron dos criterios: la postura ética y la ubicación de la sociedad como parte o separada de la naturaleza externa. En la postura ética,[26] se distingue, por una parte, la ética de la naturaleza —biocéntrica ó ecocentrista— que considera que la

[25] A partir de finales de los noventa surgen críticas en el sentido de que los problemas de sustentabilidad social no son considerados en sí mismos por las organizaciones internacionales, sino en la medida que causan insustentabilidad ecológica. Foladori & Tommasino (2001, p. 131) mencionan como el caso de la pobreza y la población no es analizado como un problema social de manera amplia, sino únicamente en medida que causa insustentabilidad física o ecológica. "Consideremos el caso de campesinos pobres, con un sistema agrícola de roza y quema. Aquí, el problema de la insustentabilidad no está en que la gente sea pobre, sino que su actividad contribuye con el calentamiento global y conduce a la degradación de los suelos cuando el tiempo de descanso es insuficiente. Otro ejemplo, siguiendo a Malthus, podemos decir que la gente pobre se reproduce más. En este caso el problema de la insustentabilidad no es que haya más gente, sino que el incremento de la población presiona sobre los recursos e incrementa los desperdicios. Así la pobreza es de interés sólo en la medida en que constituye un elemento que afecta la sustentabilidad ecológica".

[26] O´Riordan propone directamente en 1981, el tecnocentrismo y el ecocentrismo como posturas éticas. Para este autor las raíces ecocentricas del moderno ambientalismo se caracterizan por: a) ser alimentadas por una filosofía de los románticos trascendentalistas de mediados del siglo XIX en América, avocados a la democracia entre criaturas de Dios, donde la naturaleza es respetada por motivos propios, bioéticos; y b) una perspectiva ecosistémica, donde el hombre es visto como un tema de leyes biológicas justo como el resto de la naturaleza, y contribuye a la estabilidad y armonía mutua (Pepper, 1994, pp. 27-28).

naturaleza tiene valores por sí mismos que deben ser defendidos (Foladori, 2001b; Hoffman & Sandelas, 2004;[27] Fernández, 2007). Por otra parte, están aquellos que consideran que los valores de la naturaleza son dados por los intereses humanos, de allí el enfoque antropocentrista.[28] Desde esta última perspectiva, la naturaleza es válida en cuanto es necesaria para el propio bienestar humano (Catton & Dunlap, 1980; Grey, 1993; Foladori, 2001b; Hoffman & Sandelas, 2004; Fernández, 2007).

De manera que ecocentristas y antropocentristas constituyen los dos grandes grupos que pueden identificarse a partir de la postura ética. Es claro que al interior de cada uno de estos existe una amplia gama.

El segundo criterio lo determina el lugar que se adjudica al ser humano en su relación con la naturaleza. El ser humano puede ser visto como una esfera separada de la naturaleza,[29] o bien como parte integrante de la naturaleza. Aunque ninguna corriente pueda negar que el ser humano sea parte de la naturaleza, la forma de plantear las interrelaciones hace que varias posiciones marquen, en la práctica, un distanciamiento lógico notorio.

Cuando se combinan el criterio ético con el lugar del ser humano en la naturaleza, resulta que las corrientes se tienden a cruzar. Así, por ejemplo, convergen tanto ecocentristas como tecnocentristas[30] de la visión del ser humano como separado de la naturaleza externa, aunque los primeros otorgan a la naturaleza externa valores propios e independientes de la actitud humana, y los segundos, precisamente por el contrario, tienen una visión de la tecnología como posibilidad ilimitada de controlar la naturaleza externa.

---

[27] Para Hoffman y Sandelas (2004, p. 8), "Muir y Pinchot representaron dos puntos de vista contrastantes de la naturaleza y desde entonces se han articulado en antropocentrismo y ecocentrismo. Las ideas de Pinchot representaron a los antropocentristas, visión donde se sostenía un progreso ilimitado que era posible a través de la explotación de recursos naturales infinitos. Las ideas de Muir representaron al ecocentrismo, punto de vista donde la naturaleza no humana tenía un valor intrínseco aparte de su contribución al desarrollo humano. En este punto de vista el hombre no es parte separada ni superior de la naturaleza y tiene su lugar en el sistema natural. En esta visión el desarrollo del hombre sólo puede ser buscado si no infringe la integridad el ecosistema natural".

[28] La extinción o desaparición de especies, vegetales o minerales constituye un riesgo para la continuidad misma de la especie humana sobre la tierra y, por tanto, debemos protegerlas porque con ello protegemos los intereses de nuestra especie (Fernandez, 2007).

[29] Para algunos autores esta desvinculación entre humanos y naturaleza no es necesariamente explícita.

[30] Este concepto se define en la siguiente página.

Los tecnocentristas forman parte de los antropocentristas, en la medida en que el comportamiento con el medio está determinado por las necesidades e intereses humanos. Para los tecnocentristas el ser humano impone su dominio en la naturaleza, confiando para ello en la ciencia y el desarrollo tecnológico; la emergencia de su pensamiento es trazado en el desarrollo del racionalismo y la revolución científica del siglo XVI hacia delante (Foladori, 2001b). En contraste, la ideología ecocéntrica, de equidad entre hombre y naturaleza es trazada en el romanticismo (visión biótica) y en raíces científicas —basadas en Malthus y Darwin tiempo después— (visión ecosistémica) (Pepper, 1994, pp. 11-12).

Dentro de la posición ecocentrista podemos encontrar a las corrientes ecología profunda y verdes. La ecología profunda es una eco-filosofía que promueve los valores intrínsecos de la naturaleza.[31] A pesar de consolidarse en los setenta, esta ideología tiene sus bases en el conservacionismo de Leopold. Para esta corriente, el desarrollo industrial es la causa de la crisis ambiental, "sus propuestas más radicales son *volver al pasado* hacia comunidades autosuficientes y con una relación más estrecha con la naturaleza" (Foladori, 2001b, p. 91). Esta corriente promueve la sustentabilidad con un igualitarismo biosférico, que propone una reducción en el crecimiento económico (material) y poblacional. La expresión científica de esta corriente es la biología y la economía ecológica ortodoxa.

Para los verdes[32] el crecimiento poblacional, la producción ilimitada y el uso indiscriminado de recursos no renovables son las causas de la crisis ambiental. Esta corriente dice proponer una alternativa radical a la actual sociedad capitalista, aunque su propuesta se basa en el cambio individual de actitud respecto de la naturaleza. Ellos parten del punto de partida ético que otorga valor intrínseco a la naturaleza; se apoyan en la ecología como ciencia que explica las relaciones entre la sociedad y la naturaleza; y ponen énfasis en que existen límites físicos al desarrollo humano. Su propuesta es la confianza en el individualismo liberal como instrumento para transformar a la sociedad (Foladori, 2001b).[33] La principal diferencia con la ecología profunda es que este grupo tiende a inscribirse en las instituciones existentes

[31] Esta corriente promueve un fundamentalismo naturalista que atribuye a las leyes de la naturaleza el carácter de buenas o mejores que las actividades humanas (Foladori, 2001).
[32] Por verdes se considera a la corriente principal representada por partidos verdes (como el caso de Gran Bretaña y Alemania) o por los movimientos ecologistas (Greenpeace o Friends for the Earth).
[33] Para ver a detalle cada una de estas características, consultar a Foladori (2001b, pp. 94-98).

para transformarlas, habiendo alcanzado representaciones políticas importantes en diversos países.

Formando parte de los tecnocentristas encontramos a las corrientes ambientalismo moderado y cornucopianos. El ambientalismo moderado[34] tiene una visión antropocéntrica y desarrollista. Acepta algunos límites que impone la naturaleza a la economía, y considera que la crisis ambiental deriva de políticas mal enfocadas, desconocimiento y falta de participación estatal. Esta corriente se apoya en la economía neoclásica, aunque incorpora elementos keynesianos —economía ambiental—.[35] Propone políticas de regulación verdes e instrumentos de mercado como medios para atacar los problemas ambientales. En esta corriente se encuentran representados la mayor parte de los gobiernos y las instituciones que promueven el DS (Pearce & Turner, 1990; Field, 1995; Foladori, 2001b).

Por otra parte, los cornucopianos son ambientalistas que consideran que es posible superar los problemas ambientales con confianza en el mercado. Se basan en dos postulados de la teoría económica neoclásica ortodoxa: a) la economía es el uso de recursos limitados para satisfacer necesidades ilimitadas, y b) lo que es mejor para uno es mejor para todos, lo cual garantiza que la preferencia de cada consumidor en el mercado lleve al equilibrio de la sociedad en su conjunto y con la naturaleza externa (Enríquez, 2001; Foladori, 2001b).

[34] La hegemonía del ambientalismo moderado a través del concepto Desarrollo Sustentable atenuó el papel oponente del ecologismo y facilitó una alianza conceptual y práctica del desarrollismo y el conservacionismo. Es decir, plantea soluciones técnicas como grados de sustentabilidad (Pierri, 2001).

[35] La economía ambiental tiene como base la teoría neoclásica, su preocupación por conservar el capital natural tiene estrictas razones económicas "utilitaristas". Su objetivo es crecer evitando o disminuyendo, en lo posible, los costos económicos que suponen la escasez de recursos y la degradación ambiental. Concibe al desarrollo sustentable como crecimiento económico con cierto nivel de conservación de recursos naturales, cuidado ambiental y distribución de la renta (Galafassi, 2001; Pierri, 2001).

Cuadro 1.2 Tipología de las corrientes de pensamiento ambiental

		Corrientes de pensamiento				
Características		**Ecología profunda**	**Verdes**	**Ambientalismo moderado**	**Cornucopianos**	**Marxistas**
Posición Ética	Antropocentristas.	-	-	* Incorpora consideraciones de ética inter e intrageneracional.	* Fuertemente antropocentristas: preferencias individuales actuales principal criterio en la toma de decisiones.	*
	Tecnocentristas.	-	-	*	*	-
	Ecocentristas.	* Reconocimiento de los principios de la bioética y del valor intrínseco del ambiente.	* Los intereses colectivos toman precedencia sobre los intereses individuales.	-	-	-
Relación con la naturaleza	Ser humano separado de la naturaleza.	*	*	*	*	-
	Ser humano parte integrante de la naturaleza.	-	-	-	-	*
Grado de sustentabilidad		Muy fuerte.	Fuerte.	Débil.	Muy débil.	-
Causas de la crisis ambiental		Desarrollo industrial.	Crecimiento poblacional y producción ilimitada. Uso de recursos no renovables	Políticas mal enfocadas, desconocimiento, falta de participación estatal.	No hay crisis ambiental.	Relaciones sociales capitalistas.

Cuadro 1.2 (*continúa*)

	Corrientes de pensamiento				
Características	**Ecología Profunda**	**Verdes**	**Ambientalismo moderado**	**Cornucopianos**	**Marxistas**
Enfoque económico	Economía altamente regulada para minimizar la utilización de recursos. Economía ecológica ortodoxa.	Economía en equilibrio con el ambiente regulada por normas macroambientales, complementadas por incentivos económicos. Economía ecológica pragmática.	Economía ambiental.	Eficiencia y crecimiento como objetivo principal de la política económica. Economía neoclásica ortodoxa.	-
Alternativas para la sustentabilidad	Igualitarismo biosférico.	Comportamientos individuales para consumo verde.	Políticas de regulación verde y de mercado.	Eficiencia y crecimiento económico.	-
Instrumentos políticos	Reducción en el tamaño (escala) de la economía (crecimiento material) y población.	Frenar el crecimiento poblacional. Tecnologías limpias, control estatal, orientación hacia recursos renovables.	Políticas económicas e instrumentos para regular el mercado.	Libre mercado sin participación estatal. No hay restricciones a la tecnología.	Cambio de las relaciones capitalistas de producción.

Fuente: Elaboración propia con información de Foladori, 2001b; Pierri, 2001; y Bartelmus, 2003.

Por su parte, los marxistas señalan que al ser la propia sociedad humana naturaleza no puede tener un criterio ético por fuera de ella, ni aquella existe independiente de la sociedad (Foladori, 2001b, p. 113). Esta corriente tiene una posición antropocentrista e histórica, y reivindica la defensa de la naturaleza externa en función de la experiencia pasada de la propia sociedad humana (Foladori, 2001b, p. 114). El comportamiento del ser humano con el ambiente está determinado por el nivel de desarrollo de las fuerzas productivas y por el tipo de relaciónes de producción y entre las clases sociales. Para Foladori esto significa:

> [Primero], que el relacionamiento con el medio está históricamente determinado. Esto es, depende del nivel alcanzado por las generaciones pasadas y conlleva fuerzas que tienden a alterar ese relacionamiento en la medida de las transformaciones de las propias relaciones sociales de producción. [Segundo], significa que el relacionamiento del ser humano con el medio ambiente no se realiza de forma genérica o igual para todos los individuos. Por el contrario, cada grupo, clase social, país, etc., tiene un relacionamiento con el entorno diferente, según el control de los medios de producción de que disponga, y el lugar que ocupe en la estructura de clases. [… Y, tercero, que] la relación del ser humano con su ambiente es dialéctica. El ser humano no sólo transforma el medio, sino que, al hacerlo, se transforma a sí mismo en sus propias relaciones ínter específicas. De allí que cada elemento del ambiente contenga, desde el punto de vista del análisis marxista, un elemento objetivo y otro subjetivo. El elemento objetivo está dado por las características materiales, sea de cambio climático, sea de biodiversidad, etc. El elemento subjetivo está dado por el hecho de que ese clima o ese nivel de biodiversidad son apropiados, utilizados, o afectan de forma desigual a los distintos grupos y clases sociales (Foladori, 2001b, p. 114).

El marxismo entiende que los problemas ambientales no están dados por los límites físicos externos a la sociedad, sino por la forma de organización del trabajo, que determina qué recursos usar, la forma y el ritmo de uso. La solución que plantea esta corriente implica transitar hacia otra forma de organización social del trabajo, basada en la propiedad social de los medios de producción y el uso de los recursos naturales en forma responsable para satisfacer las necesidades de la sociedad en su conjunto (Galafassi, 2001; Pierri, 2001).

1.5 La implementación del Desarrollo Sustentable

Los años noventa representan la búsqueda de un mayor entendimiento del concepto e implementación de DS, además, crece la idea de que los problemas mundiales ambientales

necesitan soluciones internacionales. Esta década[36] inició de manera negativa, en lo referente al medio ambiente, con la muerte de miles de vidas en la Guerra del Golfo Pérsico donde fueron incendiados intencionalmente pozos petroleros y millones de barriles de petróleo, lo que representó una gran catástrofe ambiental para Asia Occidental —se originó la muerte de 15,000 a 30,000 aves marinas; se contaminó cerca del 20 % de los manglares del Golfo Pérsico; se afectó al 50 % de los arrecifes de coral; se produjeron 2.1 millones de toneladas de hollín y 2.1 millones de toneladas de dióxido de azufre— (PNUMA, 2002; Borrás, 2006).

En 1992, se realiza la Cumbre de Río, también conocida como Cumbre de la Tierra; ésta es un referente obligado en la historia del debate internacional sobre el medio ambiente y el desarrollo sostenible; porque es a partir de esta reunión que se observa un efecto multiplicador en los diversos organismos e instituciones internacionales y regionales, que emprenden programas o incorporan la variable ambiental en sus actividades.

A partir de esta cumbre, según el PNUMA (2002), se promueven lo siguiente: 1) la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo; 2) la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (CDS); 3) la propuesta del Programa 21, un plan de acción para llevar el desarrollo y el medio ambiente al siglo XXI; y, 4) el inicio de importantes convenios internacionales modernos, como el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambios Climáticos (UNFCC), el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), y el acuerdo para negociar un Convenio Mundial de Desertificación.

En la Declaración de Río, se desarrollaron 27 principios en los que se reafirmaron los temas de Estocolmo, colocando al ser humano en el centro de las preocupaciones acerca del DS. En esta cumbre, se hicieron notar las diferentes perspectivas entre Norte y Sur. Además, el concepto DS se impuso en las deliberaciones de los organismos, desde consejos locales hasta organizaciones internacionales. Según PNUMA (2002, p. 16), "150 naciones

[36] Mientras surgió un progreso tecnológico que transformaba profundamente a las sociedades industrializadas, el mundo en desarrollo se beneficiaba poco. La muerte por enfermedades infecciosas —tales como paludismo, SIDA, diarrea y enfermedades respiratorias— era 160 veces mayor que las muertes producidas por desastres naturales en 1999, que incluyeron terremotos en Turquía, inundaciones en Venezuela y ciclones en India (FICR, 2000). Además, según la UNESCO (1997, en PNUMA, 2002), para fines del siglo XX unos 800 millones de personas no sólo pasaban hambre, sino que no sabían leer ni escribir, habilidades básicas para el DS.

establecieron instituciones a nivel nacional para crear un enfoque integral de desarrollo sostenible, a pesar de que en algunos países, los consejos nacionales de desarrollo sostenible han sido de naturaleza más bien política".

La CDS fue resultado directo de la Cumbre de Río. A pesar de que el concepto se estableció en 1987, fue hasta 1992 que se le asignó a un organismo internacional supervisar y ayudar para alcanzar el objetivo de DS (Pierri, 2001; PNUMA, 2002).

El Programa ó *Agenda 21*,[37] que emana de esta cumbre, es el instrumento más importante e influyente en el campo del medio ambiente. Es la referencia para el manejo del medio ambiente en la mayoría de las naciones del mundo (Pierri, 2001; PNUMA, 2002).

Respecto a los acuerdos o tratados multilaterales o internacionales, además de los promovidos por la Cumbre de la Tierra, señalamos algunos de los más destacados en este periodo; los presentaremos en orden cronológico de acuerdo a su fecha de entrada en vigor (cuadro 1.3).

El Protocolo de Montreal es un Tratado internacional que regula la producción y la utilización de sustancias nocivas para la capa de ozono, como los CFC, el cloro y el bromo, que proceden principalmente de los halocarburos de origen antrópico. Entra en vigor en 1989 y ha sido ratificado por más de 180 países. Prohibe la utilización de estas sustancias desde 1996 en los países desarrollados y prevé su prohibición en los países en vías de desarrollo para el año 2010 (IISD, 1997; Comisión Europea, 2005).

[37] Explícitamente, la *Agenda 21,* en su capítulo 40 (sección IV "Medios de ejecución"), menciona que "…los indicadores comúnmente utilizados, como el Producto Nacional Bruto (PNB) o las mediciones de las corrientes individuales de contaminación o de recursos, no dan indicaciones precisas de sustentabilidad…", por tanto, propone la elaboración de indicadores del desarrollo sostenible y la promoción mundial de su uso (Naciones Unidas, 2003).

Cuadro 1.3 Algunos acuerdos internacionales para la implementación del Desarrollo Sustentable

Acuerdo y entrada en vigor	Descripción	Institución involucrada
Protocolo de Montreal, 1989.	Tratado internacional que regula la producción y la utilización de sustancias nocivas para la capa de ozono, como los CFC, el cloro, el bromo, que proceden principalmente de los halocarburos de origen antrópico.	Investigadores del British Antarctic Survey (BAS) (descubrimiento del "agujero de la capa de ozono" o empobrecimiento de la alta estratosfera). NASA.
Convenio de Basilea, 1992.	Convenio que tiene como objetivo controlar los movimientos transfonterizos de los desechos peligrosos, y su eliminación.	
Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), 1993.	Primer acuerdo mundial sobre la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica. Establece tres objetivos: la conservación de la diversidad biológica; el uso sostenible de todos sus componentes; y, el reparto justo y equitativo de los beneficios del uso de los recursos genéticos.	United Nations Conference on Environment and Development (UNCED).
Derecho del mar, 1994.	Iniciativa legal que comprende un amplio rango de cuestiones marinas, y que incluye la protección al medio ambiente.	Naciones Unidas.
Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre los Cambios Climáticos (UNFCC), 1994.	Convenio que tiene como meta estabilizar los gases de efecto invernadero a niveles que eviten una interferencia antropogénica peligrosa en el clima mundial.	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC), establecido por el PNUMA y la Organización Meteorológica Mundial (OMM).
Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), 1996.	Tiene el compromiso de desarrollar programas nacionales de acción en unión con las partes interesadas locales.	Naciones Unidas y usuarios locales.
Tratado de Prohibición completa de los Ensayos Nucleares (CTBT), 1996.	Prohibe todas las explosiones de ensayos nucleares, en todo tipo de medio ambiente.	Asamblea general de las Naciones Unidas.
Protocolo de Kyoto, 1997.	Establece metas reales para la reducción de emisiones de gases con efecto invernadero.	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
Protocolo de Cartagena sobre la seguridad biotecnológica, 2000.	Su objetivo es atender los riesgos potenciales del comercio transfronterizo y las liberaciones accidentales de organismos vivientes genéticamente modificados.	CDB.

Elaboración propia con información de: PNUMA, 2002; Comisión Europea, 2005.

El CDB surge como producto de la Cumbre de la Tierra, fue el primer acuerdo mundial sobre la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica. Este convenio entra en vigor en 1993 y establece tres objetivos: la conservación de la diversidad biológica; el uso sostenible de todos sus componentes; y, el reparto justo y equitativo de los beneficios del uso de los recursos genéticos (Tommasino & Foladori, 2001; PNUMA; 2002).

El Convenio de Basilea, que entra en vigor en 1992, persigue tres objetivos principales: reducir los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos; minimizar la generación de tales desechos; y, prohibir su embarque hacía países que carezcan de la capacidad para eliminarlos de manera segura. Para finales del 2001, un total de 149 lo habían suscrito (PNUMA, 2002).

El Derecho del Mar entra en vigor en 1994, se firma en 1982 en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Esta tardanza demuestra la complejidad para negociar los acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente. Este documento es una iniciativa legal enfocada a las cuestiones marinas e incluye la protección al medio ambiente. Entre sus disposiciones ambientales se destacan: la extensión de los derechos soberanos sobre los recursos marinos, dentro de las Zonas Económica Exclusivas (ZEE); la obligación de adoptar medidas para el manejo y la conservación de los recursos naturales; la cooperación en investigación y en temas vinculados con la protección al medio ambiente, tanto a nivel regional como mundial; y, la obligación de reducir al mínimo la contaminación marina, incluso la procedente de fuentes terrestres (PNUMA, 2002).

El UNFCC fue promovido por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC), los cuales ofrecieron en la Cumbre de la Tierra pruebas de que los cambios climáticos significaban una amenaza real. Derivado de estas acciones, el UNFCC entra en vigor en 1994 y tiene como meta estabilizar los gases de efecto invernadero a niveles que eviten una interferencia antropogénica peligrosa en el clima mundial; además, reconoce la responsabilidad común pero diferenciada de los países del Norte y Sur. Para diciembre del 2001 estaba ya conformado por 186 partes o naciones. El desarrollo de este convenio, se

remonta a la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima, efectuada en 1990, la cual fue el vehículo para establecer el Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC) (PNUMA, 2002).

El Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares (CTBT) representa un hito en la cooperación internacional con repercusiones benignas para el medio ambiente. Prohibe todas las explosiones de ensayos nucleares, en todo tipo de medio ambiente. Lo promovió la Asamblea General de las Naciones Unidas. El CTBT se abrió a la firma el 24 de septiembre de 1996 en Nueva York y fue firmado por 71 Estados, incluyendo 5 países poseedores de armas nucleares (PNUMA, 2002).

En el mismo año entra en vigor la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD). Esta convención es considerada la hijastra de la Cumbre de la Tierra por no haberle otorgado la misma atención que el UNFCC o el CDB. Los países desarrollados se opusieron a esta iniciativa porque no deseaban adoptar responsabilidades financieras, argumentando que el proceso de desertificación no se percibe como problema mundial. Este convenio se distingue por dos motivos: por tener respaldo de abajo hacia arriba —participación de usuarios locales de las tierras y de organizaciones no gubernamentales—; y por utilizar anexos regionales detallados, que atienden particularidades específicas en África, América Latina, el Caribe y el norte del Mediterráneo (Raustiala, 2001, en PNUMA, 2002; Holtz, 2003).

El Protocolo de Kyoto establece metas reales para la reducción de emisiones de efecto invernadero; entra en vigor en 1997. Para finales del 2001, 84 Partes lo habían firmado, y 46 habían adherido o ratificado el Protocolo (Naciones Unidas, 1998; UNFCC, 2001, en PNUMA, 2002). La excepción notable fue Estados Unidos que en el 2001 anunció su decisión de no ratificarlo (Tommasino & Foladori, 2001; Klein, 2002; PNUMA, 2002)

El Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología es un acuerdo complementario del CDB. Se adopta en enero del 2000 para atender los riesgos potenciales del comercio transfronterizo y la liberación accidental de organismos vivientes genéticamente

modificados. La propuesta de los países desarrollados con una tendencia a la privatización del conocimiento y de los recursos genéticos fue rechazada en las negociaciones por los países en desarrollo; éstos últimos reivindicaban la soberanía nacional de los recursos naturales, la transferencia de tecnología a los países en desarrollo en términos preferenciales, y evidenciaron la supremacía del CDB sobre otras instituciones como la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT). Ellos mismos propusieron la creación de este protocolo, por tanto, este acuerdo representa un gran logro para los países en desarrollo (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2000; Centre for Science and Environment, 1999, en PNUMA, 2002).

En suma, durante la década de los noventa se instrumentaron algunas medidas que pretendían conducir al DS mediante compromisos vinculantes entre gobiernos y, en algunos casos, con identificación de plazos y recursos financieros.

Conclusiones

En este capítulo se realizó un recorrido del moderno pensamiento ambientalista. Se inició con sus raíces incipientes, el higienismo y el proteccionismo aristocrático; seguidos por el conservacionismo. Estos fueron movimientos y expresiones sociales enfocados a la crítica civilizatoria, a la pobreza y la inequidad provocadas por el desarrollo capitalista y por el proceso de industrialización.

En los años sesenta y setenta del siglo XX, se manifestó claramente lo que se conocía como la crisis ambiental contemporánea, ésta parte de un cambio radical en el comportamiento de la sociedad humana con la naturaleza que hacía surgir diferentes corrientes del pensamiento ambientalista. Estas vertientes —en diferentes grados y de acuerdo a su enfoque teórico— identificaban tres problemas que consideraban como trabas al desarrollo o como consecuencias no deseadas del desarrollo: la demanda creciente e insaciable de recursos energéticos traducida en depredación de los recursos naturales; los efectos negativos de la tecnología e industrialización que inducen a la contaminación; y, el riesgo para determinados

ecosistemas provocado por el crecimiento poblacional. Este periodo marcó el inicio de las primeras formas institucionales internacionales y nacionales de asumir el tema ambiental y trazar políticas. Sin embargo, la problemática ambiental presentó fuertes desigualdades e intereses en conflicto. Los países en desarrollo reivindicaban problemas de contaminación provocados por la acelerada industrialización y urbanización, y el agotamiento de recursos naturales que adjudicaban al crecimiento de la población, de tal manera, que proponían aplicar tecnologías limpias y reducir o frenar el crecimiento poblacional. Para los países desarrollaos los problemas ambientales derivaban de los excesos de la producción y consumo de los países industrializados, y el problema apremiante era la pobreza, desnutrición y miseria. Por lo tanto, la propuesta de los países desarrollados de limitar el crecimiento económico era inaceptable.

En la búsqueda de un acuerdo que aglutinara los esfuerzos en torno a políticas que pudieran dar respuesta a los problemas ambientales y mostraran sus principales causas y alternativas, surge el concepto DS a mediados de los años ochenta, y aunque este concepto no evitó críticas y desacuerdos —al no lograr consolidar las diversas corrientes del ambientalismo—, es un esfuerzo para cristalizar la discusión ambiental. Su aceptación por parte de organismos internacionales y nacionales lo convierte en el concepto dominante del ambientalismo moderno.

El DS como expresión de la moderna preocupación ambientalista cobra importancia mundial y trata de ser implementado con diversas iniciativas de cooperación internacional —con la creación de instituciones locales, regionales y mundiales que emprenden programas o incorporan la variable ambiental en sus actividades— entre gobiernos, y, en algunos casos con identificación de plazos y recursos financieros.

Sin embargo, en el nuevo siglo, el ambientalismo se identifica por un optimismo moderado, producto de un tránsito de problemas locales y regionales a una caracterización global de la problemática ambiental donde algunos de los principales problemas identificados —cambio climático y pérdida de la biodiversidad— quedan en manos de científicos y tienden a mostrarse como problemas fuera de alcance para la población común. Además, los resultados de la Cumbre del Milenio de Naciones Unidas (Nueva York, 2000) y la Cumbre de

Johannesburgo (2002) muestran el reconocimiento de los asuntos ambientales de manera alentadora, pero el informe sobre el progreso real no tiene la misma suerte.

Para los efectos de nuestra investigación, sobre elementos metodológicos para analizar la problemática ambiental en Zacatecas, la reseña realizada en este capítulo deja un sinsabor. Primero, porque la discusión teórica sobre la problemática ambiental presenta un gran abanico de posiciones. Posiciones que implican entendimientos diversos sobre las causas de los problemas ambientales y sus posibles soluciones. De esta forma, el estudioso se ve en la necesidad de tomar partido; pero, cuando se analizan con mayor detenimiento las diversas posturas surge un segundo problema. Éste radica en que la forma que se analiza la problemática ambiental está fuertemente influenciada por la concepción que se tenga acerca del desarrollo económico en general. Así, las versiones hegemónicas que se agrupan en el concepto de Desarrollo Sustentable no ponen en discusión el modelo industrial capitalista de desarrollo; únicamente pretenden ajustar los problemas ambientales a éste. Otras posiciones parten de criticar al sistema capitalista, y los problemas ambientales son vistos como un elemento más en un proceso desigual y perjudicial de desarrollo. Por último, las diferentes declaraciones y teorías más generales sobre la relación sociedad-naturaleza, y sobre la crisis ambiental contemporánea pueden parecer muy distantes a este nivel general de abstracción. Pero, ¿qué sucede al momento de implementar la teoría, sea mediante metodologías de análisis de la realidad concreta, sea mediante medidas de política ambiental? ¿Se mantendrán tan claramente estas diferencias? Trataremos de responder estas preguntas en el siguiente capítulo.

Capítulo 2. DE LA TEORÍA A LA MEDICIÓN

Introducción

Las mediciones ambientales amplían su importancia a nivel internacional en su afán de implementar el concepto de DS, e intentan integrar sus tres dimensiones: económica, social y ambiental. A grandes rasgos, podemos clasificar las mediciones en económicas, sociopolíticas y físico naturales, estas mediciones reflejan las diferentes corrientes de pensamiento ambientalista. Las económicas utilizan el instrumental neoclásico como las externalidades; las sociopolíticas intentan integrar variables sociales y políticas de carácter disruptivo; y, las físico naturales establecen cuantificaciones físicas de las existencias de recursos naturales y la degradación de los ecosistemas.

La amplia gama de mediciones ambientales y la falta de consenso teórico y metodológico condujo a que organismos internacionales promovieran diversos estándares metodológicos de información ambiental en los años noventa —como producto de la internacionalización de la problemática ambiental y de los acuerdos establecidos en reuniones institucionales—, con el objetivo de que cada país generara su propia información que le permitiera evaluar su estado en función al DS y que esa información fuera comparable internacionalmente. Estos estándares metodológicos promueven el desarrollo de indicadores o, en otros casos, ajustes a las cuentas económicas nacionales. Nos enfocamos en el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económico Integrado (SCAEI) y en los Indicadores de Desarrollo Sustentable (IDS) porque son las iniciativas nacionales, en las cuales se ahondará tanto en su desarrollo y divulgación metodológica, como en su implementación y funcionamiento en el caso de México. El SCAEI, propuesto en 1993 por el PNUMA y el Banco Mundial (BM), es una cuenta satélite que tiene la finalidad de compilar y generar estadísticas e indicadores que describan el estado y los cambios en los recursos naturales y el ambiente, y que puedan ser valuados monetariamente para incorporar la dimensión ambiental a la contabilidad nacional. Los IDS, propuestos por la CDS en 1995, como prueba piloto mundial, son una iniciativa que promueve el desarrollo de indicadores en cuatro dimensiones: económico, social, ambiental e institucional, y tiene el propósito de sentar las bases metodológicas que permitan elaborar

indicadores que contribuyan tanto al conocimiento de la problemática de la sustentabilidad como al diseño de estrategias y políticas de DS.

Este capítulo se divide en tres secciones. En la primera se propone una clasificación para las mediciones ambientales agrupándolas en económicas, sociopolíticas y físico-naturales. En la segunda se muestran algunas iniciativas de mediciones internacionales que tratan de incluir la problemática ambiental en su toma de decisiones; en su mayoría, se centran en dos vertientes, en la generación de indicadores y, en otros casos, en la modificación a los SCN. De las propuestas emprendidas se enfatiza en el SCAEI y los IDS por ser iniciativas que promueven la estandarización de criterios metodológicos para la comparación entre países. En la tercera sección se presenta un análisis de los resultados que tiene México en sus mediciones ambientales —cálculo del Producto Interno Neto Ecológico (PINE) y los IDS— y que coinciden con otras estimaciones acerca de la gravedad de la problemática ambiental en el país; además, se advierte sobre la falta de transparencia y las limitaciones de la metodología.

2.1 Propuestas de medición: económicas, sociopolíticas y físico naturales

La implementación del concepto DS ha conducido a la elaboración de mediciones, a grandes rasgos las mediciones de sustentabilidad pueden ser divididas en: económicas, sociopolíticas y físico naturales, estas mediciones agrupan las diferentes corrientes de pensamiento. Las económicas utilizan el instrumental neoclásico como las externalidades; las sociopolíticas intentan integrar variables sociales y políticas de carácter descriptivo; y, por último, las físico naturales establecen cuantificaciones físicas relacionando el uso o consumo con la población humana (Hanley, Moffat, Faichney & Wilson, 1999).

Las mediciones económicas se enfocan en la valoración monetaria de los elementos sin precio de la naturaleza. Algunas de las más conocidas son: *Green Net National Product,* propuesta por Repetto, Mcgrath, Wells, Beer & Rossini (1989) y Hartwick (1990), los cuales plantean ajustes (incremento o descuento)[38] a las cuentas nacionales; y *Genuine Savings*

[38] Cuando los recursos naturales crecen más que su uso o depreciación (por ejemplo con el incremento de bosques) la diferencia se agrega a las cuentas nacionales. Por el contrario, todo uso de recursos no repuestos, o incrementos en las tasas de contaminación cuentan como descuento en las cuentas nacionales.

(Pearce & Atkinson, 1993), donde se considera el grado en que un país está invirtiendo sus ganancias derivadas de la extracción de recursos naturales en capital producido (no natural). Esta metodología da cuenta de un proceso a través del cual se iría sustituyendo el capital natural por el producido.

Entre las mediciones sociopolíticas destacan: el *Index of Sustainable Economic Welfare,* propuesto por Daly & Cobb (1989), el cual consiste en ajustar las cuentas nacionales convencionales valorando y agregando variables no monetarizadas; y el *Genuine Progress Indicador*, planteado por Cobb *et al.* (1995, en Venetoulis & Cobb, 2004), el cual se basa en flujos más que en stocks.

Finalmente, las mediciones ecológicas o físico-materiales incluyen, por ejemplo, el *Net Primary Productivity*, elaborado por Vitousek, Ehrlich, Ehrlich & Matson (1986), que se centra en el concepto de capacidad de carga. Otro enfoque de mediciones ecológicas es el llamado *Ecological Footprints*, formulado por Rees & Wackernagel (1994, en Wackernagel *et al.,* 1999), donde la sustentabilidad se calcula mediante la comparación del consumo de recursos y energía con la capacidad ecológica disponible en un país, región o ciudad, es decir, la posibilidad de satisfacer las demandas en el mismo territorio.

Es importante mencionar que no existe una sola medida que capture todos lo significados de la sustentabilidad, por tanto, las definiciones alternativas de DS varían de acuerdo al grado de observación empírica (Hanley *et a*l., 1999). En otras palabras podemos señalar que todas las medidas adoptan una definición única del significado de sustentabilidad y reciben críticas significativas (cuadro 2.1). La sustentabilidad continúa siendo un término deslizadizo y subjetivo, lo cual no significa que las mediciones deben ser abandonadas, puesto que el entendimiento general del DS sugiere que es muy importante como para ignorar su trayectoria de mediciones (Hanley *et al.,* 1999).

Cuadro 2.1 Críticas a las mediciones ambientales o de sustentabilidad

Orden cronológico	Objeto de crítica	Resumen de la crítica
Gligo, N. (1991). Las cuentas del patrimonio natural como instrumento de un desarrollo ambientalmente sustentable en América Latina y el Caribe. En *Inventarios y cuentas del patrimonio natural en América Latina y el Caribe*. pp. 11-23. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas, libros de la CEPAL.	Cuentas del Patrimonio Natural.[39]	• Sesgos en la descripción y clasificación de los recursos naturales a contabilizar. • Jerarquización casi exclusiva de bienes y recursos que interesan a los países desarrollados en función del mercado internacional. • Los precios de mercado sólo expresan preferencias de las generaciones presentes.
Claude, M. (1997). *Cuentas pendientes: estado y evolución de las cuentas del medio ambiente en América Latina.* Quito: Fundación Futuro Latinoamericano, pp. 1-144.	Mediciones de sustentabilidad.	• El sistema de precios es una tenue sombra del valor económico de los bienes y servicios que el medio ambiente proporciona. • El sistema natural es un activo multifuncional. Dificultad de los mecanismos de mercado para asignar eficientemente sus múltiples usos alternativos. • Acento en agregados económicos como el ingreso, el consumo, el ahorro y la inversión desestimando los recursos naturales considerados como ilimitados.
Hanley, N., Moffatt, I., Faichney, R. & Wilson, M. (1999). Measuring sustainability: a time series of alternative indicators for Scotland. *Ecological Economics*, 28, 55-73.	Mediciones de sustentabilidad.	• Subjetividad en el concepto de Desarrollo Sustentable. Las mediciones adoptan definiciones diferentes de sustentabilidad, por tanto, cada medida ofrece diferentes recomendaciones.
Foladori, G. (1999). Sustentabilidad ambiental y contradicciones sociales. *Ambiente & Sociedad*, 2 (5), 19-34.	Mediciones de sustentabilidad.	• Sus medidas pueden reflejar las relaciones técnicas entre la sociedad humana y el medio ambiente, pero nunca las contradicciones al interior de la sociedad humana que explican causas en las diferencias de apropiación, uso, beneficiarios y perjudicados del manejo ambiental. El resultado es que sólo logran comparaciones entre países, o entre unidades de superficie determinadas.

[39] Las Cuentas del Patrimonio Natural son un sistema global de registros que integran información física y monetaria, formando un sistema de relaciones entre cuentas económicas y del medio ambiente, a través de matrices de interrelaciones que permiten cruzar la información. Este enfoque es ampliamente desarrollado en Francia (Claude, 1997, p. 21; Durán, 2000, p. 9).

Cuadro 2.1 (*continúa*)

Orden cronológico	Objeto de crítica	Resumen de la crítica
Turner, P. & Tschirhart, J. (1999). Green accounting and the welfare gap. *Ecological Economics*, 30, 161-175.	Mediciones de sustentabilidad.	• No contabilizan los valores que no entran en el mercado como los flujos de los recursos naturales incluyendo actividades culturales y de recreación.
Cooper, C. & Thomson, I. (2000). The social and political roles of nacional accounting. En: S. Simon & Props, J. (Eds.), *Greening the accounts*, pp. 1-31. Cheltenham & Northampton: Edward Elgar Publishing.	Mediciones de sustentabilidad.	• Incompatibilidad lógica entre sustentabilidad y sistema capitalista. • Definición estrecha de capital natural. No se reconoce su destrucción o explotación. • Sólo valúan lo que puede ser convertido en mercancías.
Quiroga, R. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible*: estado del arte y perspectivas. Santiago Chile: División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Naciones Unidas-CEPAL-ECLAC, pp. 1-117.	Mediciones de sustentabilidad.	• Incertidumbres sobre qué se quiere sustentar (calidad de vida, capacidad de los recursos naturales de proveer ingreso económico, modos de vida de los pueblos originarios, biodiversidad).
Bartelmus, P. (2003). Dematerialization and capital maintenance: two sides of the sustainability coin. *Ecological Economics*, 46, 61-81.	Mediciones de sustentabilidad económica.	• No integra elementos humanos, sociales e institucionales, por tanto, mejora más no mantiene el capital natural.
Venetoulis, J. & Cobb, C. (2004). *The Genuine Progress Indicator (GPI) 1950-2002 (2004 update) Redefining progress measuring the real state of the economy*. Fecha de consulta 15 de abril del 2004. Disponible en: http://www.rprogress.org/newpubs/2004/gpi_march2004update.pdf.	Mediciones de sustentabilidad.	• Varias mediciones no incorporan la contabilidad social • Se omite muchos servicios ambientales que la tierra provee gratuitamente.
Esty, D., Levy, M., Srebotnjak, T. & Sherbinin, A. (2005). *2005 Environmental sustainability index: benchmarking national environmental stewar desarrollo sustentablehip.* New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy.	Mediciones de sustentabilidad ambiental.	• Concepto abstracto de sustentabilidad ambiental, concepto multifacético. • El término ambiental cubre un amplio rango de elementos. • No existe una unidad común de medida.

2.2 Algunas propuestas de mediciones ambientales promovidas internacionalmente

Existe una gama diversa de mediciones ambientales que tiene como finalidad medir el grado de avance que tienen los diferentes países en el DS. A grandes rasgos, las mediciones promueven ajustes a los SCN o la creación de indicadores. Entre las iniciativas nacionales más destacadas se encuentran el SCAEI —que es una modificación a la contabilidad económica— y los IDS por ser las propuestas más completas y de mayor aceptación. Estas iniciativas son promovidas por el BM y NU y tienen como objetivo primordial la unificación de criterios metodológicos a nivel internacional. Sin embargo, en este apartado también hacemos un pequeño recuento de otras iniciativas ambientales significativas, como los compiladores estadísticos de nivel global y regional, indicadores monetarios y algunos otros indicadores de tipo índice.

2.2.1 La inclusión del medio ambiente en el Sistema de Cuentas Nacionales

Para incluir el rumbo medioambiental en los SCN se han desarrollado tres enfoques técnicos: la modificación del cuadro central del SCN —ajustes al PIB, ajustes al PIN o ajustes a la riqueza nacional—; la contabilidad del patrimonio natural; y las cuentas satélite (Claude, 1997; Durán, 2000).

El primer enfoque pretende modificar el cuadro central del sistema de contabilidad macroeconómica ajustando definiciones, cuentas de oferta, cuentas de producción, matriz insumo-producto, las metodologías de medición y, en general, modificando sustancialmente el SCN tradicional (Claude, 1997; Durán, 2000). Un punto relevante de este primer enfoque es que la modificación del cuadro central de la contabilidad macroeconómica puede conducir a una pérdida de información que dañaría la comprensión de los fenómenos económicos agregados (Claude, 1997). Además, al igual que toda propuesta presenta algunos problemas teóricos y prácticos. Por un lado, problemas teóricos relacionados con la incertidumbre para determinar cuál es el grado de apertura que debe darse al sistema para incorporar al medio ambiente; y, también, el tratamiento contable para las funciones del medio ambiente. Por otra

parte, problemas prácticos en lo referente a la valoración monetaria y la internacionalización de los costos externos —problemas estadísticos— (Claude, 1997).

Estas modificaciones al cuadro central macroeconómico del SCN pueden subdividirse en tres: ajustes al PIB, ajustes al PIN y ajustes a la riqueza nacional (cuadro 2.2). En los ajustes al PIB para corregir problemas de medición meramente económicos se incluyen los gastos defensivos, los costos por uso y los daños y servicios ambientales. Los gastos defensivos son efectuados por el sector público y las familias para enfrentar los efectos negativos de la degradación del medio ambiente, éstos no aumentan el bienestar sino que tratan de preservar o restaurar el nivel ya alcanzado (Vega, 1996; Claude, 1997; INEGI, 2000a). Los costos de uso se relacionan con el agotamiento de los recursos naturales, la extracción de recursos no sólo como contribución, sino también como una disminución de los activos naturales del país (El Serafy, 1989, en Claude, 1997, p. 23; INEGI, 1999). Y, finalmente, el tercer punto propone "el ajuste de Peskin" (1989, en Claude, 1997, p. 23; Durán, 2000, p. 11), que resta del PIN los daños y servicios ambientales.

Los ajustes al PIN son la resta del agotamiento de los recursos naturales y ladegradación ambiental. En el agotamiento se utiliza el enfoque de Reppeto (*et al.,* 1989), el cual sostiene que debe ser tratado como depreciación, porque los recursos se deben considerar un activo de la economía. Referente a la degradación ambiental se utiliza la propuesta sugerida por las NU en el manual de cuentas nacionales (Claude, 1997; INEGI, 1999; Durán, 2000).

Los ajustes en relación a la riqueza nacional señalan que no sólo se debe valorar el agotamiento de los recursos, sino también el stock disponible de riqueza natural (Claude, 1997).

Cuadro 2.2 Ajustes al sistema de cuentas nacionales

Ajustes al PIB.	Para corregir problemas de medición: a. Gastos defensivos (*defensive expeditures approach*). b. Costos por uso (*user cost approach*). c. Enfoque de los daños y servicios ambientales (*environmental service and damage approach*).
Ajustes al PIN.	Debido a que la depreciación no estaría medida correctamente.
Ajustes a la Riqueza Nacional.	Hasta ahora medida de manera incompleta.

Elaboración propia con información de Claude, 1997.

El segundo enfoque son las cuentas del patrimonio natural. Éstas son un sistema global de registros que integran información física y monetaria, formando un sistema de relaciones entre cuentas económicas y del medio ambiente a través de matrices de interrelaciones que permiten cruzar la información. Estas cuentas fueron ampliamente desarrolladas en Francia, donde destaca su perspectiva general y ambiciosa. Sin embargo, otros países europeos, como Austria, Dinamarca, España, Finlandia, Holanda, Portugal, Reino Unido, Suecia, también han utilizado esta orientación para algunos recursos naturales (Claude, 1997; Durán, 2000). Al igual que todo enfoque presenta dos deficiencias: la agregación que se origina al intentar hacer una descripción lo más amplia posible del patrimonio natural (heterogeneidad de unidades); y la evaluación de bienes y servicios del medio ambiente (finalidades diferentes y usos diversos) (Claude, 1997).

Finalmente, el tercer enfoque son las cuentas satélite. Consisten en un cuadro evolutivo y funcional que reúne información física y/o económica sobre el área de preocupación social, al igual que sobre actividades económicas poco comprensibles o insuficientemente detalladas en el cuadro central de la contabilidad económica (Archambault, 1988, en Claude, 1997; Turner y Tschirhart, 1999). Estas cuentas pueden contener información monetaria o no monetaria e ilustrar sobre actividades y funciones con características cualitativas (Vega, 1996;

Claude, 1997). Este enfoque es recomendado por las NU y el BM (Lutz, 1993, en Claude, 1997; Turner y Tschirhart, 1999). La idea de este enfoque es la agrupación de los datos físicos y monetarios relativos al medio ambiente, de manera autónoma al cuadro central; por lo tanto no cuestionan la coherencia metodológica del SCN. Este sistema se visualiza como transitorio, a espera de ortro más adecuado; aunque esta transitoriedad refleja el problema de continuar siendo un anexo (Claude, 1997).

De estas tres iniciativas de ajuste a los SCN, la de mayor aceptación son las cuentas satélite, por ser ajustes externos que no complican el cálculo económico de los indicadores macroeconómicos. Por tanto, ahondaremos en la propuesta del SCAEI, que representa los esfuerzos más elaborados para tomar en cuenta los efectos de las actividades económicas en el ambiente.

El Sistema de Contabilidad Ambiental y Económico Integrado

La Environment Statistics Section de la United Nations Statistics Division (UNSTAT), el BM y el PNUMA trabajan, desde principios de los años noventa, en la elaboración de metodologías que unifiquen la contabilidad ambiental con los sistemas de cuentas nacionales. En 1993 se propuso el SCAEI, explicado en el *Manual para una Contabilidad Ambiental y Económica Integrada* (MCAEI), que tiene como finalidad la unificación de metodologías y comparaciones entre países. Cada país debe ajustar el sistema a sus características y condiciones.

El SCAEI es una cuenta satélite que integra los efectos de las actividades económicas en el ambiente. Este sistema se ha instrumentado en varios países del mundo a partir de la década de los noventa (cuadro 2.3).

Cuadro 2.3 Algunas experiencias en la aplicación del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económico Integrado[40]

País y año	Iniciativa aplicada
México, 1990.	Elaboración del SCEEM para la obtención del producto interno neto ecológico.
Chile, 1996.	Producto nacional bruto para el sector forestal y minero.
Costa Rica, 1996.	Producción ecológica.
Filipinas, 1997.	Elaboración del SCAEI.
Japón, 1997.	Elaboración del SCAEI.
Corea del Sur, 1998.	Elaboración del SCAEI.

Fuente: Martínez, 2002.

Luego de la publicación del MCAEI surgen tres grupos de trabajo que continuaron con la propuesta de vincular, en un esquema cuantitativo, los hechos económicos con los recursos naturales: el Grupo de Trabajo Intergubernamental para el avance de las Estadísticas Ambientales (1993), el Grupo de Londres (1994) y el Grupo Nairobi (1995) (INEGI, 1999; INEGI, 2004).

El Grupo de Trabajo Intergubernamental para el avance de las Estadísticas Ambientales se formó por la UNSTAT. Congregó a más de veinte organizaciones internacionales y se enfocó en tres elementos: estadísticas ambientales, indicadores ambientales y contabilidad ambiental. Este grupo tuvo su última reunión en 1995 (INEGI, 1999; INEGI, 2004).

El segundo grupo, llamado Grupo de Londres, está formado por catorce países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) y organismos internacionales. Su objetivo principal es llevar a cabo revisiones periódicas de los diferentes manuales, conceptos y métodos sobre contabilidad ambiental. Ha sostenido reuniones en

[40] El INEGI (2004) señala que a pesar de los esfuerzos de la ONU y los gobiernos de varios países para impulsar el cálculo del PIB ecológico a partir de los Sistemas de Contabilidad Nacional (SCN), sólo se cuenta con una docena de estudios oficiales y son aún menos los países que calculan este índice de manera periódica. (Martínez, 2002).

Washigton, D. C. (1995), Estocolmo (1996), Ottawa (1997), París (1998), Canberra (1999), La Haya (2001) y Roma (2003). Además, este grupo se encarga de la revisión periódica del SCAEI en colaboración con la UNSTAT (INEGI, 1999; INEGI, 2004).

Por último, el Grupo Nairobi fundado por el PNUMA, e integrado por La Oficina de Estadística de la Unión Europea (EUROESTAT), el BM y el Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (CNUAH), así como por representantes de seis países (Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Costa Rica, India y Egipto) trabajó en la preparación de un manual práctico y funcional de la contabilidad ambiental, que proporciona un descripción detallada de la implementación del SCAEI. El borrador de este trabajo se publicó en 1999; poco después, este grupo se disolvió de manera informal (INEGI, 1999; INEGI, 2004).

En América Latina existen diferentes grados de aplicabilidad, extensión, profundidad y respaldo político de proyectos de cuentas ambientales. Entre ellos encontramos a México, Colombia, Chile, Costa Rica, Argentina, Bolivia y Venezuela (Claude, 1997; Martínez, 2002).

México con su SCEEM es la experiencia metodológica más completa en América Latina. El segundo lugar lo ocupa Colombia, por el nivel de inserción institucional y el grado de interés al interior de las instituciones gubernamentales (Claude, 1997; Martínez, 2002). En Chile, el SCAEI incluyó solamente información sobre recursos pesqueros, mineros y forestales; se contemplaba la valoración de recursos y gastos de protección ambiental, sin embargo, este trabajo tuvo un gran impacto político debido al cuestionamiento del modelo económico chileno, por lo que fue reprimido (Claude, 1997; Martínez, 2002).

El trabajo de Costa Rica enfatiza la producción ecológica, aunque se encuentra en peligro de estancamiento. Finalmente, los casos de Argentina, Bolivia y Venezuela son proyectos piloto menores, pero significativos por el interés de algunas esferas gubernamentales (Claude, 1997; Martínez, 2002).

Referente a la discusión metodológica de Latinoamérica, se destaca el predominio de la propuesta de NU, en todos los países, con la excepción de Argentina que incursionó en la metodología francesa.

2.2.2 Indicadores ambientales y de desarrollo sustentable

Un indicador es una herramienta que permite que cierto fenómeno o tendencia sea perceptible o detectable, fortaleciendo la toma de decisiones informada (Quiroga, 2001; Nieto, 2002). Si nos enfocamos en indicadores referentes a cuestiones ambientales podemos encontrar dos tipos: "indicadores ambientales" que ofrecen información sobre tendencias y condiciones del medio ambiente; e "IDS" que pretenden ir más allá, relacionando la información ambiental con la económica y lo social, es decir, un sistema de señales que facilitan evaluar el estado y el progreso de los países y regiones hacia el DS (Quiroga, 2001; Nieto, 2002).

Los indicadores ambientales, o de primera generación, como los llama Quiroga (2001, p. 113),[41] "son indicadores sectoriales o ambientales clásicos que no incorporan interrelaciones entre los componentes de un sistema", es decir, son en su mayoría parciales y dan cuenta del fenómeno complejo desde un sector productivo (salud, agricultura, forestal), o bien integran un número reducido de dimensiones (lo ambiental a veces referido a variables de contaminación, o de recursos naturales). Estos indicadores inician su desarrollo en los años ochenta (Quiroga, 2001).

Los IDS inician a mediados de los años noventa, cuando la CDS creó un programa de trabajo que tenía como objetivo su elaboración. Este proyecto dio lugar a la publicación, en 1996, del *Libro Azul,* en el cual se presentaban, en cuatro niveles —económico, social, ambiental e institucional—, un marco metodológico, la definición y el significado de un conjunto de indicadores considerados de desarrollo sostenible. La presentación de los mismos

[41] Quiroga (2001) establece una clasificación de los indicadores: los indicadores de "primera generación" son los que nosotros llamamos indicadores ambientales; los indicadores de "segunda generación" tienen un enfoque multidimensional del desarrollo sostenible y su objetivo es avanzar en el diseño e implementación de sistemas de IDS compuestos por indicadores de tipo ambiental, social, económico e institucional; por último, los indicadores de "tercera generación" tratan de dar cuenta del progreso hacia el DS en forma efectiva, utilizando un número limitado de indicadores verdaderamente vinculantes, que tengan incorporados, dimensiones y sectores desde su origen. Esta tercera generación corresponde al actual desafío de las iniciativas en el mundo.

sigue el esquema PER (cuadro 2.4 en apéndice 2.1), propuesto por la OECD, persiguiendo el objetivo de contar con una información de base que permita homogeneizarla (Durán, 2000; INEGI, 2000b; Quiroga, 2001; Nieto, 2002).

Además de los Indicadores Ambiéntales y de DS, existen otras propuestas que integran la problemática ambiental en su conformación, tal es el caso de los compiladores estadísticos de enfoque más global, los indicadores monetarios y algunos indicadores de tipo índice (cuadro 2.5).

Cuadro 2.5 Otras iniciativas ambientales

Institución	Indicador	Iniciativa
PNUMA 1995.	GEO mundial (estadísticas).	Principales tendencias y problemas del medio ambiente en forma periódica. La fortaleza de este sistema no es su enfoque, que es exclusivamente ambiental, sino la potencia de comunicación.
PNUMA 2000.	GEO ALC[42] (estadísticas).	Visión ambiental regional de América Latina y el Caribe (ALC) y la creación de un sistema de información armonizado que apoye la toma de decisiones (contexto socioeconómico). Proporción disímil de estadísticas ambientales y confiabilidad variable de datos.
World Resources Institute.	Reporte anual (estadísticas).	El reporte anual del *Instituto Worldwatch* "*Vital Signs*" y las iniciativas de Reporte periódico sobre los Recursos Naturales del mundo del *World Resources Institute* (evaluación de los 5 principales ecosistemas del mundo).
Agencia Ambiental Europea.	Indicadores ambientales (estadísticas).	Agencia Ambiental Europea "*Environmental Signals 2000*".
Banco Mundial.	Indicadores monetizados.	Los indicadores monetizados de capital humano, natural y social del Banco Mundial (Riqueza real y Ahorro genuino).
Diversas.	Indicadores de tipo índice.	Gini, Índice de Bienestar Económico, Huella ecológica, etc.

Elaboración propia con datos de Quiroga, 2001.

[42] *GEO ALC. Perspectiva del Medio Ambiente 2000,* es producido por el equipo GEO ALC del PNUMA Oficina Regional, centros colaboradores regionales y centros asociados regionales, y constituye una compilación estadística para los países latinoamericanos; es el resultado del Foro de Ministros de Medio Ambiente de ALC (Quiroga, 2001, p. 71).

Entre los compiladores estadísticos más significativos encontramos los informes GEO[43] y GEO ALC del PNUMA, además, los Reportes World Resources Institute de perspectiva mundial, los cuales realizan esfuerzos por compilar y poner en perspectiva las tendencias mundiales en recursos naturales. Por otra parte, la Agencia Ambiental Europea realiza también una compilación de datos estadísticos sobre variables ambientales europeas llamada "*Environmental signals 2000*" (Comisión de las Comunidades Europeas, 1994; Quiroga, 2001).

El BM ha puesto a disposición, dos indicadores monetarizados de sostenibilidad: riqueza de las naciones y ahorro genuino.[44] El enfoque de éstos es indicar la sostenibilidad de un país basado en la capacidad de mantener un flujo de ahorro (Durán, 2000; Quiroga, 2001).

Los indicadores tipo índice[45] integran ponderadamente variables económicas, distributivas, sociales y ambientales recibiendo valoraciones en una escala única, y ponderaciones en base a consensos (Quiroga, 2001, p. 77). Ejemplos de ello son el coeficiente de *Gini* (Quiroga, 2001, p. 77), que mide la inequidad en la distribución percentil de la renta nacional, el Índice de Bienestar Económico propuesto por Daly y Cobb (1989), el cálculo de la *Huella ecológica* de Wackernagel *et al.* (1999), entre otros.

Es importante señalar que las iniciativas mencionadas son sólo una pequeña parte de la enorme diversidad existente en materia de indicadores. La iniciativa más destacada por su implementación internacional fue los IDS, que veremos a continuación.

---

[43] El *Global Environmental Outlook* (GEO) es desarrollado por el PNUMA, en su versión en español lo llaman *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial*.

[44] El ahorro genuino es un indicador ajustado del ahorro neto que mide la tasa real de ahorro de una economía teniendo en cuenta la destrucción de recursos naturales y el daño causado por la contaminación.

[45] Los índices también constituyen aproximaciones conmensuralistas en la construcción de indicadores, pero no requieren de realizar ejercicios de valoración económica; se construyen agregando diferentes variables que se asumen como componentes de un fenómeno, y a las cuales se les asigna un peso relativo respecto al resto (Quiroga, 2001, p. 114).

Los Indicadores de Desarrollo Sustentable

El programa de trabajo en indicadores de la CDS es la más ambiciosa iniciativa de cooperación internacional, que comprende a gobiernos y a expertos que están probando un listado de 134 IDS ordenados en el marco Fuerza Motríz-Estado Respuesta (FER) (cuadro 2.6 en apéndice 2.1). Muchos países han participado en esta iniciativa alrededor del mundo, con resultados disímiles, como era de esperar por las condiciones objetivas tanto técnicas como financieras en las distintas realidades nacionales (Quiroga, 2001, p. 20; Nieto, 2002, p. 12).

La información estadística de los indicadores de la CDS se encuentra dividida en cuatro categorías temáticas: social, económica, ambiental e institucional, las cuales siguen la estructura y secuencia capitular de la *Agenda 21*.

En abril de 1995, la CDS de NU aprobó el Programa de Trabajo sobre IDS para el periodo 1995-2000. Este programa se instrumentaría en tres fases: intercambio de información, desarrollo de las hojas metodológicas y capacitación a nivel nacional y regional; continuar la capacitación y poner a prueba la funcionalidad de las hojas metodológicas; y, evaluación de los indicadores elaborados en términos de sus interrelaciones y la agregación espacial (INEGI, 2000b).

En la primera fase, en colaboración con diversas agencias asociadas a NU, se coordinó la elaboración de un conjunto de hojas metodológicas, las cuales fundamentan y explicitan cada uno de los indicadores propuestos en la *Agenda 21* (INEGI, 2000b).

La segunda fase se realizó en cuatro talleres con el propósito fundamental de analizar la utilidad y la viabilidad de aplicación de las hojas metodológicas. El primero se efectuó en Nueva York (Estados Unidos, febrero 1995), en donde se discutieron las hojas metodológicas entre los expertos y los representantes de los países interesados. El segundo se efectuó en Ghent (Bélgica, noviembre 1996), ocasión en la que se dio el lanzamiento de las hojas metodológicas y arrancó formalmente la fase de prueba de tales indicadores mediante el trabajo en pares de países. El tercer taller se realizó en San José (Costa Rica, marzo 1997), donde se exploraron las posibilidades de desarrollo y uso de los indicadores de sustentabilidad

entre los países de la región. Y, el cuarto taller, se llevó a cabo en Praga (República Checa, enero 1998), cuando se reunió a los 21 países participantes en la prueba para promover el intercambio de experiencias y recomendaciones, acelerar el proceso de prueba y obtener un mayor desarrollo de los indicadores (INEGI, 2000b).

En la tercer fase de revisión y finalización del programa, el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la División de Desarrollo Sustentable elaboró y remitió a los 22 países el informe provisional *Testing the CSD Indicators of Sustainable Development – Testing Process, Indicators and Methodology Sheets*, solicitando comentarios sobre la aplicabilidad y utilidad de dichos indicadores. Así, en diciembre de 1999, en el contexto de la tercera fase del Plan de Instrumentación de la CDS, se realizó en Barbados otro taller sobre IDS, el cual tuvo como objetivo evaluar los resultados obtenidos por los 22 países participantes en la prueba piloto, lo que le permitiría a dicha Comisión, en una etapa siguiente, mejorar el marco conceptual y las metodologías para la elaboración de los indicadores (INEGI, 2000b).

2.2.3 Algunas experiencias de indicadores ambientales y/o de desarrollo sustentable en países seleccionados

A grosso modo, en la revisión efectuada sobre las iniciativas ambientales de indicadores en países desarrollados encontramos a Canadá, Holanda, España, Reino Unido, Estados Unidos, Suecia y Nueva Zelanda (cuadro 2.7). Canadá destaca por ser el líder en el desarrollo e implementación de los indicadores; ha creado un sistema de indicadores ambientales regionales y otro a nivel nacional. El trabajo del Nueva Zelanda es también notable por presentar indicadores de desempeño ambiental que han sido sometidos a un proceso de participación con la comunidad, para ser perfeccionados o confirmados en una metodología creativa (Quiroga, 2001).

Cuadro 2.7 Algunas experiencias de sistema de indicadores ambientales y/o de desarrollo sustentable en países seleccionados

País	Año	Nombre	Categoría	Institución involucrada	Descripción
Canadá	1989	Sistema de indicadores ambientales: nacionales y regionales.	Ambiental.	Ministerio Ambiental de Canadá.	Los indicadores se han desarrollado desde 1989, estos agrupan 43 indicadores en 18 áreas o temas ambientales clave.
	2003 http://www.ec.gc.ca/soer-ree/English/Indicator_series/esignals.pdf	Serie de indicadores ambientales nacionales de Canadá 2003.	Ambiental.	National Indicators and Reporting Office of Environment, Canada.	Agrupa 13 indicadores en 4 temas: sistemas ecológicos de soporte de vida, salud humana y bienestar, recursos naturales sustentables y actividades humanas.
Holanda	1991	Indicadores ambientales	Ambiental	Gobierno Holandés. Ministerio de Vivienda, Planeamiento del Territorio y el Ambiente	Asociados a un Programa Ambiental 1992-1995 (Focos de política ambiental).
	1993 http://international.vrom.nl/pagina.html?id=7358	Indicadores ambientales del funcionamiento de la política.	Ambiental.	Instituto Nacional de Salud Pública y Ambiente.	-
Colombia	1996	Sistema de información para la planificación y la gestión ambiental.	Ambiental.	Unidad de Política Ambiental del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical.	256 indicadores simples identificados y clasificados en una matriz de doble entrada por área temática, variable, y categoría. Este sistema surge como herramienta para monitorear el avance de las políticas del Plan Nacional de Desarrollo.
	2000	Sistema unificado de indicadores de gestión ambiental.	Ambiental.	Ministerio de Medio Ambiente, DNP, Departamento Nacional de Estadística e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.	Inicio de la segunda etapa: necesidad de información a escala nacional, regional y local.
	2001 http://www.minambiente.gov.co/sisa/	Sistema de indicadores de sustentabilidad ambiental.	Ambiental.	Ministerio de Medio Ambiente. Asesoría técnica de la CEPAL y apoyo financiero del PNUD (Comité Interinstitucional de Indicadores).	Este sistema agrupa 26 indicadores sobre el estado de los recursos naturales en Colombia y la sustentabilidad ambiental. Recoge las dos experiencias anteriores de 1996 y 2000.

Cuadro 2.7 (*continúa*)

País	Año	Nombre	Categoría	Institución involucrada	Descripción
España	1996 y 1998	Sistema español de indicadores ambientales.	Ambiental.	Ministerio de Medio Ambiente.	Se publicaron las subáreas de biodiversidad y bosques (1996), atmósfera y residuos (1998), agua y suelo (1998) (quedando pendientes las áreas de medio urbano y costas, y medio marino).
	2005 http://www.mma.es/info_amb/indicadores/bancoindicadores.htm	Banco público de indicadores ambientales.	Ambiental.		Los indicadores se estructuran en 14 áreas, de las cuales sólo aire, energía, industria, medio urbano y residuos se encuentran disponibles.
Reino Unido	1996	Indicadores de desarrollo sustentable para Reino Unido.	Económica, social y ambiental.	Grupo de trabajo interdepartamental.	De 300 indicadores originalmente pensados se hizo una selección organizándolos en 21 familias y aplicando el criterio de relevancia política.
	2005 http://www.sustainable-development.gov.uk/performance/documents/sdiyp2005_a6.pdf	Indicadores de desarrollo sustentable.	Económica, social y ambiental.	Environment Statistics and Indicators (ESI) Division, Defra.	Desarrollo de 20 indicadores que integran los esfuerzos de indicadores de desarrollo sustentable anteriores (1990 y 1999).
Costa Rica	1997	Sistema de indicadores sobre desarrollo sustentable.	Ambiental.	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica.	13 rubros que corresponden a indicadores de tipo ambiental.
	1999 http://www.mideplan.go.cr/sides/index.html?63,58	Sistema de indicadores sobre desarrollo sustentable.	Económica, social y ambiental.	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica hasta 1998 y, en la actualidad, Observatorio del Desarrollo.	Grupo, subgrupo e indicadores. Series históricas estadísticas 1985-1999. Integra las dimensiones de la Comisión de Desarrollo Sustentable: capítulos de la *Agenda 21*.

Cuadro 2.7 (*continúa*)

País	Año	Nombre	Categoría	Institución involucrada	Descripción
Chile	1998 y 2000 http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612001008100005&script=sci_arttext&tlng=es	Sistema de familias de indicadores regionalizados de desarrollo sustentable. (Publicación de 3 primeras regiones piloto, 1998). 2000 publicación del resto de las regiones.	Soporte físico-ambiental de la economía; acceso y apropiación de satisfactores de necesidades humanas; sistemas de soporte vital; y respuesta social e institucional.	Comisión Nacional de Medio Ambiente del Gobierno de Chile.	En base a la división política administrativa del país (13 regiones). Enfoque sistémico y participativo. Inspirado en el esquema que relaciona la biosfera y el subsistema social y económico humano. Categorizado en tres grupos de acuerdo a disponibilidad de estadísticas primarias para calcular el valor del indicador: disponibilidad inmediata (A), mediata (B) y ulterior (C).
Estados Unidos	1998	Indicadores de desarrollo sustentable.	Económica, social y ambiental.	Equipo interagencial en Indicadores de desarrollo sustentable.	Se inspira en PER, divide la categoría de estado en: a) activos y pasivos de largo plazo y b) resultados corrientes. Incorpora la visión de acervo y flujo (generaciones futuras).
	2001 http://www.sdi.gov/lpBin22/lpext.dll/Folder1/Infobase7/1?fn=main-j.htm&f=templates&2.0	Sistema experimental de indicadores, de desarrollo sustentable en Estados Unidos (Sustainable Development in the United States, an Experimental Set of Indicators).	Económica, social y ambiental.	U.S. Interagency Working Group on Sustainable Development Indicators.	En este reporte, se presentan 40 indicadores, que representan avances de los indicadores anteriores (revisiones y reemplazos para incluir datos más cercanos al concepto de desarrollo sustentable). La finalidad es aumentar la integración y simplicidad de los indicadores.
México	1999 http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/especiales/indesmex/2000/ifdm2000F.pdf	Indicadores de desarrollo sustentable.	Social, económica, ambiental e institucional.	Instituto Nacional de Ecología e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.	Prueba piloto de la CDS, logra 113 de los 134 indicadores propuestos (16 de carácter alternativo). Mayor capacidad en temas institucional, social y económico.

Cuadro 2.7 (*continúa*)

País	Año	Nombre	Categoría	Institución involucrada	Descripción
Suecia	1999 http://www.sou.gov.se/mvb/english/pdf/green_hdl_indictrs.pdf	Principales indicadores verdes (Green Headline Indicators).	Ambiental.	Swedish Environmental Advisory.	Tres indicadores ilustran causas subyacentes, cinco son medidas de nivel de emisión o del estado del ambiente, el resto de indicadores ilustran el ritmo en el cual los actores se mueven hacia una sociedad ecológicamente sustentable.
Barbados	2000 http://www.oecs.org/esdu/documents/IDP%20Project/Country%20Report%20-%20Barbados.pdf	Indicadores de desarrollo sustentable.	Bienestar humano, bienestar ecológico e interacciones sustentables.	Comisión Nacional de Desarrollo Sustentable.	38 subtemas agrupados en 10 temas que han sido desarrollados en conjunto con el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (United Nation Departament for Economic and Social Affaire).
Nueva Zelanda	2000	Programa de indicadores de desempeño ambiental (EPI).	Ambiental.	Ministerio de Medio Ambiente.	Indicadores de desempeño ambiental que pretenden mejorar la información y la integración.
	2002 http://www.mfe.govt.nz/publications/ser/tech-report-71-sustainability-mar02.pdf	Principales indicadores verdes (Green Headline indicators).	Ambiental, económica y social.	Ministerio de Medio Ambiente.	Esta publicación es una recopilación de 12 índices e indicadores: 6 ambientales; 2 integran las áreas ambiental, económica y social; 1 del área ambiental-económica; 1 del área económica-social; 1 social; y 1 económica.
Brasil	2002 http://www.ibge.gov.br	Indicadores de desarrollo sustentable (Indicadores de Desenvolvimento Sustentável).	Social, ambiental, económica e institucional.	Comisión formada por el Ministerio de Medio Ambiente y el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística.	Red de agencias de nivel estatal (a través del Sistema Nacional Ambiental). Red de cooperación entre agencias federales y estatales, con el programa Monitoreo Ambiental Integral Nacional. En Brasil, los estados tienen autonomía para organizar e implementar su propio inventario de datos.

Cuadro 2.7 (*continúa*)

País	Año	Nombre	Categoría	Institución involucrada	Descripción
Argentina	2005 http://www.medioambiente.gov.ar/documentos/agenda_ambiental/acciones/indicadores_desarrollo_sostenible/documento_proyecto.pdf	Sistema de indicadores desarrollo sustentable.	Proyecto en proceso.	Secretaría de Desarrollo Sostenible y Política Ambiental, Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Asesoría técnica de CEPAL y CDS.	Primera etapa: construcción de indicadores a nivel nacional. Segunda etapa: indicadores a nivel regional.
Bolivia	(Quiroga, 2001)	Indicadores de desarrollo sustentable.	Participante de la prueba piloto CDS (1998).	Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación.	No se tiene información.
Venezuela	(Quiroga, 2001)	Indicadores de desarrollo sustentable.	Participante de la prueba piloto CDS (1998).	Centro de Estadísticas e Información Ambiental.	Desarrolló 33 indicadores de la lista de CDS relevantes de acuerdo a las prioridades nacionales, sólo 13 probados.

Fuente: elaboración propia, con información de Official Government Reports, Suecia (1998 y 1999); INEGI (2000b); Blanco, Wautiez, Llavero & Riveros (2001); IISD (2001); Quiroga (2001); Patterson (2002); Environment Canada (2003); Barbados Country Paper to the Regional Workshop on Nacional Sustainable Development Strategies and Indicators of Sustainable Development (2004); Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación / Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Argentina (2004); Department for Environment, Food and Rural Affairs (2005); Instituto Brasileño de Geografía e Estadística (2005); Ministerio de Medio Ambiente, Colombia (2005); Ministerio de Medio Ambiente, España (2005); Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, Costa Rica (2005); y, Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (2005).

Con respecto a los indicadores, en América Latina se observan desarrollos iniciales en indicadores de sostenibilidad ambiental, que están siendo producidos por los organismos gubernamentales de medio ambiente. Los países que lideran el desarrollo de los indicadores en la región son México, Chile, Colombia, Costa Rica, Brasil, Bolivia, Venezuela, Barbados y Argentina —proyecto en proceso— (Quiroga, 2001). En este bloque destaca Chile por elaborar su sistema en forma nacional regionalizada, con su propio marco ordenador original (Quiroga, 2001).

En suma, las experiencias en la elaboración de indicadores ambientales y de DS nos confirma la tendencia de los años ochenta y noventa de establecer sistemas metodológicos para uniformar criterios económicos y ambientales, y con ello contar con un concepto unificador internacionalmente, el DS. De ahí que un número significativo de países hace esfuerzos para desarrollar indicadores de DS o estudios parciales relacionados con el tema ambiental (INEGI, 2000b; Martínez, 2002; Nieto, 2002; INEGI, 2004).

2.3 México y sus avances en las mediciones ambientales

2.3.1 Las iniciativas de medición ambiental emprendidas por México[46]

La introducción del concepto DS ha conducido a la elaboración de mediciones que pretenden integrar los aspectos económico, social y natural. Estas mediciones requieren crear indicadores y, en algunos casos, hacer modificaciones a los Sistemas de Cuentas Nacionales. Las mediciones ambientales han ido cobrando importancia a nivel mundial con diferentes grados de avance y desarrollo en cada país. México se incorporó a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) en 1994. Esto obligó a realizar reportes ambientales periódicos (OECD, 2005). Es en este marco que México desarrolló dos iniciativas: el SCEEM y los IDS. Ambas iniciativas son responsabilidad del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y tienen cobertura nacional (Nieto, 2002).

[46] La discusión sobre las mediciones ambientales de México se presentó previamente en el artículo de Rivera, P. & Foladori, G. (2006). Reflexiones sobre la contabilidad ambiental en México. Economía, Sociedad y Territorio, 6 (21), 177-217.

También están basadas en los lineamientos de la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS) de las NU (Claude, 1997, p. 127; Nieto, 2002, p. 12).

El SCEEM es una cuenta satélite dedicada al medio ambiente y elaborada como una extensión del Sistema de Contabilidad Nacional; y tiene la intención de integrar las estadísticas económicas y ambientales (INEGI, 2004).

La finalidad del SCEEM es compilar y generar estadísticas e indicadores que describan el estado y los cambios en los recursos naturales y el medio ambiente, y que puedan ser valorados monetariamente para poder incorporar la dimensión ambiental a la contabilidad nacional. Esta información serviría para medir los avances del país en términos de sustentabilidad, incluyendo mediciones que reflejen la protección, prevención y conservación del medio ambiente, y que puedan ser manipuladas para diseñar e implementar estrategias y políticas de DS, facilitando la toma de decisiones con criterio ambiental (Claude, 1997, p. 97; INEGI, 1999; Martínez, 2000, p. 98; Martínez, 2002, p. 247; Nieto, 2002, p.12).

Por su parte, la segunda iniciativa, los IDS, son resultado de la colaboración de varias dependencias gubernamentales,[47] y tiene como finalidad probar el paquete de indicadores generados por la CDS de las NU en México (INEGI, 2000b, p. 3; Nieto, 2002, p. 12). El propósito es facilitar a los expertos y al público en general un conjunto de indicadores que contribuyan tanto al conocimiento de la problemática de la sustentabilidad como a apoyar el diseño de estrategias y políticas de DS en el país; al mismo tiempo de sentar las bases metodológicas que permitan continuar el trabajo de elaboración y actualización de dichos indicadores (INEGI, 2000b, p. 3).

En términos generales, los objetivos de las dos iniciativas son brindar información que permita evaluar el estado del país en función del DS. No obstante, mientras el SCEEM tiene el propósito de valorar monetariamente determinadas variables ambientales que no aparecen contabilizadas en el tradicional PIB, como es el caso de las reservas de minerales o el estado

[47] Comisión Nacional del Agua (CNA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Pesca (INP), Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Secretaría de Energía, Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y Secretaría de Salud (SS).

de contaminación del agua, los IDS incluyen una base más amplia de dimensiones e indicadores.

2.3.2. El Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México

En México, el sistema SCAEI propuesto por la UNSTAT, el BM y el PNUMA se llama SCEEM. [48] La esencia del SCEEM consiste en realizar un balance físico (cambios positivos y negativos) de los recursos naturales, de los costos ambientales de esos cambios y, también, del impacto económico de dichos costos en las variables macroeconómicas (Claude, 1997, p. 97; INEGI, 2000a; Nieto, 2002, p. 12; Martínez 2000, p. 98; Martínez, 2002). La cobertura del SCEEM aborda los siguientes temas: petróleo, recursos forestales (maderables) y cambios en el uso del suelo, recursos hídricos (agua subterránea), erosión del suelo, contaminación del agua, contaminación del suelo y contaminación del aire. Los tres primeros son recursos naturales en los cuales es posible conocer su disponibilidad —al menos estimada o probada— y los cambios cuantitativos que se contabilizan de ellos.[49] Los cuatro temas restantes están relacionados con la degradación del ambiente y se registran como flujos, debido a que es difícil conocer su existencia y disponibilidad en un momento determinado (INEGI, 2004).[50]

El método de medición empleado por el INEGI contempla, al igual que los indicadores macroeconómicos, dos entradas. Una por la producción y otra por el gasto, lo cual permite realizar cálculos para una misma variable por más de un procedimiento, lo que posibilita evaluar la consistencia de la misma (INEGI, 2004). [51]

---

[48] El caso mexicano es el más destacado de las experiencias latinoamericanas, por ser el país cuyos técnicos participaron activamente en la conformación de una metodología estándar, que fue publicada por las Naciones Unidas en 1993 (MCAEI) (Claude, 1997, p. 98; Martínez, 2000; Naciones Unidas, 2002).

[49] Se calculan tanto las existencias como los flujos. De esta forma, se determina el agotamiento de los mismos mediante balances físicos anuales para cada recurso (INEGI, 2004).

[50] Su tratamiento consiste en calcular los flujos que afectan el ambiente y alteran la calidad natural del mismo como resultado de las actividades de producción de bienes y servicios, y de distribución y de consumo humano (INEGI, 2004).

[51] En la contabilidad económica el cálculo del PIB se realiza a través de dos métodos: la producción y el del gasto. El método de la producción es: PIB= PTBS-CI (1), donde: PTBS= Producción total de bienes y servicios y CI= Consumo intermedio (materias primas, materiales, energía y servicios utilizados en el proceso de producción). Este método expresa la generación de bienes y servicios finales a partir del esfuerzo interno de la economía, por lo que no incluye las importaciones. El método del gasto o demanda final es: PIB= C+G+FBK+X-M (3), donde: C= Consumo privado (consumo de bienes y servicios de hogares residentes); G=Consumo de bienes y servicios del gobierno; FBK= Inversión bruta (formación bruta de capital, incluye la inversión total en

Para poder incorporar riqueza material no monetarizada a la contabilidad económica fue necesario crear conceptos apropiados. La modificación al concepto de activos significa, en términos teóricos, que los recursos naturales dejan de ser considerados bienes libres y de oferta ilimitada para convertirse en bienes escasos y posibles de ser monetizados (Claude, 1997, p. 102; INEGI, 2000a).

El concepto ampliado de "activos" como instrumento para relacionar recursos físicos con medidas monetarias

Para monetizar los balances físicos y transitar a un nuevo concepto metodológico de la contabilidad ambiental fue necesaria la redefinición del concepto de "activos" que tradicionalmente se empleaba en la contabilidad macroeconómica (Claude, 1997, p. 102; INEGI, 2000a).[52] El INEGI (2000a) los clasifica en activos económicos producidos (Kep), activos económicos no producidos (Kenp) y activos ambientales no producidos (Kanp).

Los Kep son bienes para consumo directo, o bienes de capital que sirven para obtener un producto en forma de otros bienes y servicio (INEGI, 2000a). Estos activos son los tradicionalmente considerados en la contabilidad económica, por ejemplo, construcciones, maquinaria y equipo e instalaciones.

Los Kenp son aquellos que, no obstante ser utilizados en la producción, no provienen de proceso productivo alguno. Se trata de activos de origen natural que poseen la característica de poder establecerse propiedad sobre ellos (son factibles de monopolio); y desde un punto de vista metodológico, estos activos son cuantificables (Claude, 1997, p. 102; INEGI, 2000a). Estos activos no son tradicionalmente considerados en la contabilidad económica hasta tanto no ingresan a un proceso productivo y se convierten en activos producidos. La virtud de

activos fijos más la variación de existencia); X-M= Balanza comercial de bienes y servicios con el exterior (exportaciones netas). Por este método, el PIB representa la demanda final de bienes y servicios, compuesta por demanda interna (C+G+FBK) más exportaciones netas (X-M) (INEGI, 2004).

[52] Según la contabilidad económica convencional el concepto de activos refleja el capital que participa con su valor comercial en los procesos productivos (INEGI, 2000a). Los activos se clasifican en: a) reales, cuando tienen valor por sí mismos (mercaderías, muebles); y, b) financieros, cuando tienen valor por lo que representan (billetes, depósitos bancarios) (Moreno, 2003).

considerarlos en la contabilidad refleja la preocupación por valorar las variaciones de stock. Este stock, aun en su forma natural, constituye riqueza física para el país; son ejemplos los bosques (naturales explotados), el petróleo y el suelo.

Por último, los Kanp son activos de origen natural que son afectados por la actividad económica, pero poseen características tales que no permiten la apropiación. Éstos incluyen funciones que cumple la naturaleza en los ciclos de vida y productivos, pero cuya capacidad no se transforma directamente en mercancía, ni ingresa como valor en las mercancías (INEGI, 2000a). Es claro que tampoco estos activos son normalmente considerados por la contabilidad económica. En este caso, la intención de la metodología es valorar determinadas funciones ambientales que no entran como materia prima directa en los procesos productivos, pero cuya calidad es decisiva para la vida humana, y cuya degradación incide sobre la dinámica económica, como es el caso del agua, el aire y los bosques naturales.

Al asignarle a los recursos naturales y al ambiente la categoría de activos, su tratamiento en la contabilidad económico-ambiental es similar al de los activos económicos producidos. Pero, para ello es necesario asignar a los recursos un valor monetario, y calcular los costos por agotamiento y degradación, con el fin de incluirlos en los flujos monetarios y calcular el PINE. En otras palabras, el PINE muestra la integración del concepto de acumulación neta y los costos por usos ambientales (agotamiento y degradación ambiental).

Proceso de acumulación de activos económicos y ambientales

Las variables relacionadas con los recursos naturales y el ambiente permiten identificar tanto los cambios en los activos como la ampliación del concepto de acumulación. El concepto de acumulación se refiere al cambio en el balance de activos económicos producidos por la incorporación de nuevos bienes de capital, a lo cual se le denomina acumulación neta de activos económicos producidos (Almagro, 2004, p. 117; INEGI, 2004, p. 8). En las cuentas del medio ambiente se registran dos elementos adicionales al balance de los activos económicos no producidos:

El primero se refiere al cambio en la inversión de los activos económicos no producidos (ΔI_{Kenp}), el cual resulta de la transferencia de activos ambientales a las actividades económicas, por ejemplo, la transferencia de la tierra, de bosques silvestres o de reservas minerales al uso en actividades económicas. A su vez, estos cambios pueden incluir pérdidas de activos económicos no producidos por concepto de contaminación o erosión de suelo.

El segundo elemento representa el agotamiento de los activos económicos no producidos (AG_{Kenp}), y disminución de los recursos naturales debido a su explotación (prácticamente imposible de recuperar), por ejemplo, el petróleo.

En suma, el concepto de acumulación neta de activos económicos (A_{be}) agrupa no sólo los cambios en los activos producidos e inversión bruta (I_b), sino también las modificaciones que registran los activos económicos no producidos, lo cual se expresa de la siguiente manera:

$$A_{be} = I_b - (\Delta I_{kenp} + AG_{kenp}) \quad (1)$$

Otro elemento incorporado en el concepto de acumulación neta es el que se refiere a los activos ambientales, denominado acumulación neta de activos ambientales (A_{kanp}); representa los cambios o afectaciones en la calidad de los recursos ambientales que resultan de la actividad. Aunque los activos ambientales no forman parte del proceso productivo, se ven afectados por el mismo e incurren tanto en un nivel de agotamiento (AG_{kanp}) —por ejemplo, bosques y fauna— como en el proceso de degradación (DG_{Kanp}) —aire, agua o suelo—. A su vez se incluyen cambios en activos ambientales no producidos (ΔI_{kanp}) (Almagro, 2004; INEGI, 2004).

$$A_{kanp} = \Delta I_{kanp} - (AG_{kanp} + DG_{kanp}) \quad (2)$$

Existen dos tipos de agotamiento, el de recursos naturales no producidos (AG_{kenp}) y el de recursos ambientales (AG_{Kanp}).

La suma de las identidades 1 y 2 representa la acumulación bruta total que incluye: activos económicos producidos y no producidos, más el agotamiento de los recursos naturales y degradación del ambiente.

Con base en la propuesta de clasificación de activos y su acumulación se llevó a cabo la cuantificación de los balances y/o flujos en unidades físicas y, posteriormente, en unidades monetarias para los temas referentes al agotamiento del petróleo, los recursos forestales, el uso y erosión del suelo y la contaminación del agua y del aire, considerando el impacto que la actividad productiva tiene sobre ellos. Así, aplicando esta metodología, desde el punto de vista de la producción se pueden estimar los costos por agotamiento y degradación; y, a partir del gasto, determinar los activos no producidos y las inversiones.

Cálculo del PINE, ajustado ambientalmente por el método de la producción y el gasto

Para la determinación del PINE fue necesario el acopio, evaluación y procesamiento de una gran cantidad de información. Diversos métodos de valoración fueron aplicados a dicha información con el propósito de confrontar y analizar los resultados derivados de cada uno de ellos, permitiendo elegir el que expresara de manera más precisa los costos ambientales y los componentes de los balances (INEGI, 2004) (cuadro 2.8).

Cuadro 2.8 Cálculo del PINE por medio de la producción y el gasto

Método	Procedimiento
Producción	PINE = PIN – (Cag + Cdg). Donde: PIN = Producto Interno Neto. Cag = Costos por agotamiento de recursos naturales. Cdg = Costos por degradación del medio ambiente.
Gasto	PINE = C + G + (A_{be} + A_{kanp}) + (X - M). Donde: C + G = Consumo Final. A_{be}= I_b – (Δ I_{kenp} + AG $_{kenp}$) Acumulación neta de activos económicos. A_{kanp} = ΔI_{kanp} – (AG_{kanp} + DG_{kanp}) Acumulación neta de activos ambientales. X – M = Exportaciones – importaciones.

Fuente: elaboración propia con los datos de INEGI (2000a) y Almagro (2004).

a) El método de producción se determina a partir del Producto Interno Neto, restándole el agotamiento de los recursos naturales y el deterioro del medio ambiente. Se contabiliza el agotamiento en los siguientes recursos: petróleo, recursos forestales (maderables) y cambios en el uso del suelo, así como los recursos hídricos (agua subterránea) (cuadro 2.9).

Cuadro 2.9 Variables y métodos utilizados en el cálculo del PINE por el método de la producción

Tema	Elemento cuantificado	Método
Agotamiento		
Petróleo.	Costos por agotamiento de las reservas de petróleo en millones de barriles.	Renta neta.
Recursos forestales (maderables) y cambios de uso de suelo.	Tala de bosques maderables y disminución de áreas forestales por destinarse a otros usos económicos (costo unitario promedio a pagar por reposición de un metro cúbico de madera en rollo).	Costo de remediación (estimado a través de costos de producción, mantenimiento, reforestación y cuidado de la planta).
Recursos hídricos (agua subterránea) y su sobreexplotación.	Costo equivalente a devolver el nivel de agua a los mantos acuíferos, en millones de m^3.	Costo de mantenimiento.
Degradación		
Erosión del suelo.	Costos de fertilización requeridos para mantener la productividad de la tierra (pérdida de nutrientes en miles de toneladas).	Costo de mantenimiento.
Contaminación de suelo.	Residuos sólidos en miles de toneladas.	Costo de mantenimiento.
Contaminación de agua.	Descargas de agua residual en millones de m^3.	Costo de mantenimiento.
Contaminación de aire.	Emisiones primarias en miles de toneladas.	Costo de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia con los datos de INEGI (2004).

Para el cálculo del agotamiento de petróleo, recursos forestales y cambios de uso de suelo se utiliza el método de la renta neta, que es el gasto que se requiere realizar para mantener el recurso natural en condiciones tales que continúe generando ingresos (INEGI, 2004).

En relación al petróleo, se calculan los costos por el agotamiento de los yacimientos de reservas de petróleo (su disminución en millones de barriles).[53] Para los recursos forestales se calcula la tala de bosques maderables a través de la disminución de m^3 de madera en rollos; y, para el agotamiento de agua subterránea, se asumió que el costo ambiental es equivalente a inyectar agua en los mantos acuíferos en aquella fracción igual a la diferencia entre volumen de extracción y la recarga natural (INEGI, 2004, p. 10).

Para el caso de la degradación se incluye la erosión del suelo y la contaminación de agua, aire y suelo, los cuales se determinan a través del método de costos de mantenimiento. La erosión del suelo es calculada a partir de los costos de fertilizantes necesarios para mantener la productividad de la tierra; y, la contaminación de agua, aire y suelo se estiman considerando las erogaciones que serían necesarias para reducir o eliminar dicha contaminación (INEGI, 2004).[54]

b) El segundo método para calcular el PINE se obtiene con base en las variables del gasto, de los activos económicos producidos y no producidos, así como la relativa a los activos ambientales (INEGI, 2004, p. 10). Los métodos más utilizados para asignar el valor a los activos no producidos son: renta neta, costo de uso[55] y costo de mantenimiento. Los dos primeros se aplican alternativamente a los aspectos de agotamiento, y el tercero a los de degradación (INEGI, 2004, p. 8).

---

[53] Para el agotamiento del petróleo se dispuso de información publicada por PEMEX, referente a las reservas de hidrocarburos del país. Y, complementariamente, con información del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) (INEGI, 2004).

[54] La contaminación del agua se determina a través de las descargas de agua residual y se mide en millones de m^3; la contaminación del aire se mide a través de emisiones primarias en miles de toneladas; y, por último, la contaminación de suelo se mide por los residuos sólidos municipales generados en miles de toneladas (Almagro, 2004, p. 108; INEGI, 2004, p. 14).

[55] El método costo de uso valora el recurso con base en el costo por agotamiento del mismo, estimado como una parte del valor presente del ingreso neto esperado en la vida útil del recurso, bajo la condición de que dicha parte sea reinvertida para obtener un ingreso permanente en el futuro (INEGI, 2004).

La nueva cobertura de los activos y de sus balances en el concepto de acumulación neta, así como la incorporación de los costos ambientales (agotamiento y degradación) son los factores que permiten la ampliación del sistema contable hacia el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas Integrado.

2.3.3 Los avances en materia de Indicadores de Desarrollo Sustentable de México

Ante la convocatoria realizada por la CDS en 1995, para llevar a cabo una prueba piloto mundial de elaboración de IDS, el Instituto Nacional de Ecología (INE) y el INEGI comenzaron, por separado, a involucrarse de manera no oficial. En 1997 México se sumó formalmente al programa de trabajo de IDS, junto a otros 21 países que habían decidido participar en dicha prueba piloto mundial. De las dos instituciones mexicanas participantes el INE quedó con la atribución de diseñar la política ambiental de México, mientras que el INEGI quedó con la responsabilidad de integrar el sistema de información estadística y geográfica (INEGI, 2000b, p. 25).

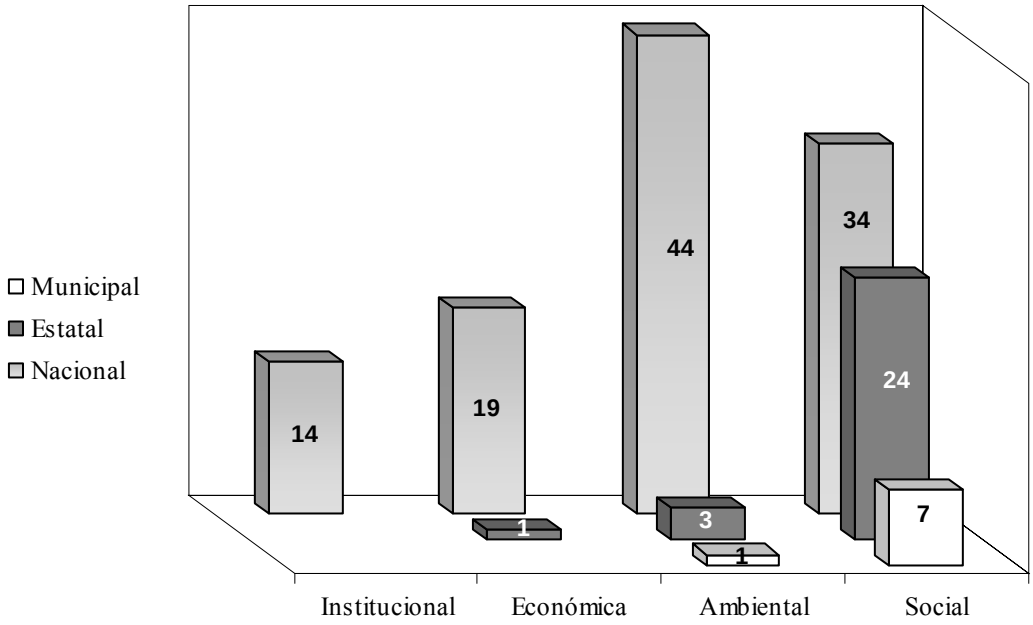
Una vez unificado el trabajo se identificaron vacíos, duplicaciones e inconsistencias metodológicas y de información. Después, se distribuyeron los indicadores por temas o categorías según la responsabilidad de cada institución. Son 4 las áreas en que se distribuyen los indicadores: ambientales, económicos, sociales e institucionales. Al INEGI le correspondió la elaboración de los indicadores económicos y sociales, mientras que al INE los ambientales. Los indicadores institucionales fueron distribuidos entre las dos instituciones según la disponibilidad de información (INEGI, 2000b, p. 26).

Como resultado, México logró generar 113 indicadores de sustentabilidad de un total propuesto de 134. Esa cantidad integra 97 elaborados de acuerdo a su correspondiente hoja metodológica, más otros 16 elaborados alternativamente a la metodología propuesta. Del resto no evaluados, 6 están en proceso de desarrollo y otros 15 no responden a las prioridades nacionales de información (INEGI, 2000b, p. 29).[56] La figura 2.1 ilustra la distribución de los

[56] Los indicadores en proceso de desarrollo son: en materia *social* 1) índice del grado de pobreza y 2) índice del grado de pobreza al cuadrado; en materia *económica* 3) intensidad de uso de materiales, 4) total de asistencia oficial para el desarrollo, dada o recibida, como porcentaje del PIB, 5) cantidad de financiamiento nuevo o

indicadores en las 4 áreas temáticas;[57] pero, además, muestra que la gran mayoría de los indicadores sólo registra información a nivel nacional, lo cual conduce a generar diagnósticos a niveles macro, dificultando, al mismo tiempo, políticas a nivel regional, estatal y municipal.

Figura 2.1 Clasificación por área de los indicadores generados por México



Fuente: elaboración propia en base a INEGI, 2000b.

La información estadística de los indicadores incluye: una breve definición, la categoría temática según la *Agenda 21*, la clasificación de ubicación según el esquema Presión-Estado-

adicional para el desarrollo sustentable y, 6) ayuda a la cooperación técnica. Los no disponibles o que no responden a prioridades nacionales de información son: en materia *social* 1) proporción de químicos potencialmente peligrosos monitoreados en los alimentos, 2) área y población de asentamientos urbanos formales e informales, 3) área habitable por persona, 4) precio de vivienda en proporción al ingreso; en materia *ambiental* 5) descargas de petróleo en aguas costeras, 6) descargas de nitrógeno y fósforo en aguas costeras, 7) índice de algas, 8) administración descentralizada de los recursos naturales a nivel local, 9) población que vive por debajo de la línea de pobreza en tierras áridas, 10) índice de vegetación obtenido de imágenes de satélite, 11) cambio de la población de áreas montañosas, 12) uso sustentable de los recursos naturales en las áreas montañosas, 13) bienestar de poblaciones de áreas montañosas, 14) gasto de investigación y desarrollo en biotecnología y, 15) existencia de regulaciones o lineamientos de bioseguridad (INEGI, 2000b).

[57] Hay indicadores que se encuentran disponibles a nivel nacional, estatal y municipal. Sin embargo, al efectuar la sumatoria de los nacionales no coinciden con los 113 mencionados, debido a que el indicador social *Pérdidas humanas y económicas debidas a desastres naturales* y el indicador institucional *Consejos nacionales para el desarrollo sustentable* no se encuentran clasificados en ningún ámbito geográfico.

Respuesta (PER) (apéndice 2.1) y el propósito del indicador (INEGI, 2000b, p. 30; Quiroga, 2001).

Se cuenta con dos hojas generales de reporte de los indicadores.[58] La primera comunica sobre el estado de desarrollo de los indicadores en cuanto a información contenida, e incluye: la elaboración de indicadores según la definición de CDS, indicadores en desarrollo e indicadores no disponibles; además de la institución responsable en la elaboración de cada indicador. La segunda hoja de reporte muestra la naturaleza y características que rodean la información involucrada; básicamente informa: si es parte del programa nacional de información, el método de captación de los datos, la frecuencia de actualización, la cobertura geográfica y la disponibilidad y formato de acceso (INEGI, 2000b, pp. 30-31).

Las categorías temáticas económica y social presentaron menores dificultades para su elaboración, debido a los avances que el INEGI ya tenía en esos rubros. La categoría institucional sólo requirió de esfuerzos adicionales de búsqueda de información, pero todos los indicadores ya están disponibles. Finalmente, la categoría ambiental fue la que presentó dificultades, por no existir información básica previa, o por falta de claridad o insuficiencia conceptual (INEGI, 2000b, p. 33) (cuadro 2.10).

[58] Publicadas en INEGI (2000b, pp. 41-50) *Indicadores de Desarrollo Sustentable en México* en sus anexos I y II.

Cuadro 2.10 Balance de los indicadores propuestos por la CDS y los generados por México

Categoría del indicador	**Tipo de Indicador**							
	Presión		Estado		Respuesta		Total	
	Propuestos	Generados	Propuestos	Generados	Propuestos	Generados	Propuestos	Generados
Social	13	13	21	16	7	6	41	35
Económico	8	8	12	10	3	1	23	19
Ambiental	22	18	18	14	15	12	55	44
Institucional	0	0	3	3	12	12	15	15
Total	**43**	**39**	**54**	**43**	**37**	**31**	**134**	**113**

Fuente: INEGI, 2000b.

2.3.4 El estado del medio ambiente según los cálculos del PINE y los Indicadores de Desarrollo Sustentable

De acuerdo al *Sistema de Contabilidad Económica y Ecológica de México 1997-2002* (cuadro 2.11), los activos forestales maderables y las reservas de petróleo muestran una disminución media anual por agotamiento de 0.87 % y 2.40 % respectivamente. El agua subterránea, por su parte, presenta una tasa media de sobreexplotación de 2.23 % para el mismo periodo.

Cuadro 2.11 Balances físicos de los recursos naturales 1997-2002

Recursos[1]	**Unidades de medida**	**1997**	**2002**	**TMCA**[2]
Forestal (bosques).	Millones de m^3 madera en rollo.	2,377	2,275	(0.87)
Petróleo (reservas totales).	Millones de barriles.	56,505	50,032	(2.40)
Agua (disponibilidad).	Millones de m^3.	(5,949)	(6,642)	(2.23)
Contaminación del aire por emisiones primarias.	Miles de toneladas.	40,155	53,924	6.07
Contaminación del suelo por residuos sólidos municipales.	Miles de toneladas.	31,512	35,820	2.60
Contaminación del agua (descargas de agua residual).	Millones de m^3.	19,215	21,608	2.37
Erosión de suelos (pérdida de nutrientes).	Miles de toneladas.	637,098	768,730	3.83

Fuente: INEGI, 2004.

[1] Los recursos forestales, el petróleo y el agua fueron calculados determinando el balance de cierre = balance apertura +/- cambios; las contaminaciones de aire, suelo y agua a través de flujo de emisiones contaminantes; y la erosión de suelo a través de flujo.
[2] Tasa Media de Crecimiento Anual.

Se calcula una tasa promedio anual de emisión de contaminantes que afectan el aire, el suelo y el agua del 6.07 % (bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, hidrocarburos, monóxido de carbono y partículas suspendidas). Por su parte, los residuos sólidos de hogares y actividades productivas crecen a una tasa anual de 2.60 %, lo cual contamina el suelo. Además, un estudio de erosión arrojó una tasa promedio anual de 3.83 %.

Por otra parte, un estudio de agua realizado por el INEGI (2004, p. 13) y que incluye indicadores de contaminación tales como: demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos, sólidos disueltos totales, sólidos totales y nitrógeno, refleja un crecimiento promedio de contaminación de 2.4 % anual.

En su conjunto, el impacto económico del deterioro ambiental en el PIB, o dicho de otra manera, los Costos Totales de Agotamiento y Degradación Ambiental (CTDA) equivalen al 10.5 % promedio anual, y representan las erogaciones que la sociedad en conjunto tendría que efectuar para remediar y/o prevenir el daño ambiental (INEGI, 2004, p. 13) (cuadro 2.12).

Cuadro 2.12 Comparación de PIB deduciendo la depredación de los recursos naturales, 1997-2002

Año	PIB	CCF	PIN	CTDA	PIBE	PINE	PINE/ PIN	PINE/ PIB	CCF/ PIB	CTDA/ PIB
1997	3´174,275	323,507	2´850,768	344,054	2´830,221	2´506,714	87.9	89.2	10.2	10.8
1998	3´846,350	397,224	3´449,126	418,104	3´428,246	3´031,022	87.9	89.1	10.3	10.9
1999	4´593,685	461, 860	4´131,825	502,161	4´091,524	3´629,664	87.8	89.1	10.1	10.9
2000	5´490,757	525,596	4´965,161	572,152	4´918,605	4´393,009	88.5	89.6	9.6	10.4
2001	5´811,346	568,522	5´242,824	593,634	5´217,712	4´649,190	88.7	89.8	9.8	10.2
2002	6´256,382	617,369	5´639,013	623,075	5´633,307	5´015,938	89.0	90.0	9.9	10.0
Promedio del periodo							88.3	89.5	10.0	10.5

Fuente: INEGI, 2004.

Nota: PIB = Producto Interno Bruto, CCF = Consumo de Capital Fijo, PIN = Producto Interno Neto, CTDA = Costos Totales por Agotamiento y Degradación Ambiental, PIBE = Producto Interno Bruto Ecológico, PINE = Producto Interno Neto Ecológico.

Más alarmante son las proyecciones, ya que de continuar las tasas de crecimiento o las condiciones actuales de agotamiento y degradación, todo el PIB del año 2002 debería de haber sido destinado para resarcir los daños de los últimos 10 años (INEGI, 2004, p. 13).

La comparación entre los gastos de protección ambiental, que son de 33,099[59] millones de pesos y corresponden al 0.53 % del PIB, y los gastos derivados de la degradación y agotamiento, que son de 623,075 millones de pesos y corresponden al 10.5 % del PIB (INEGI, 2004), muestra que existe un enorme rezago en recursos económicos destinados a la sustentabilidad ambiental.

[59] Esta comparación de los gastos de protección ambiental con los CTDA indica que para mantener el entorno ecológico del año 2002, es necesaria una inversión de 17.82 veces más de gastos de protección ambiental.

El PINE se basa exclusivamente en indicadores ambientales. No así los IDS, que incluyen indicadores ambientales, institucionales, económicos y sociales. Dada la amplitud en áreas y cantidad de indicadores que los IDS integran, se considera que México cumple con los requisitos internacionales de información ambiental, a través de un sistema de criterios que facilitan evaluar el progreso del país hacia el DS y que son la base metodológica para continuar con la elaboración y actualización en el trabajo de los indicadores (Quiroga, 2001, p. 9). Sin embargo, el hecho de que se presenten de manera desagregada dificulta hacerse una imagen global de la situación ambiental, o poder jerarquizar dentro del conjunto, aquellos más significativos para el país.

Los pobres resultados en materia de sustentabilidad ambiental obtenidos por el INEGI, son confirmados por otras estimaciones. Con los datos generados en el SCEEM, Martínez (2002) desarrolló el *Índice de Sustentabilidad Ambiental* (ISA) —una metodología propuesta por Pearce y Atkinson (1993)—. El ISA asume que el capital natural puede ser sustituido plenamente por el capital producido. De allí que la economía resulta sustentable cuando se ahorra más que la depreciación combinada de las dos formas de capital (cuadro 2.13).

Cuadro 2.13 Índice de Sustentabilidad Ambiental

$Z = (S/Y) - (M/Y) - (N/Y)$
Z= Indicador de sustentabilidad.
S= Ahorro.
M= Valor de la depreciación de capital producido.
N= Valor de la depreciación de capital natural.
Y = Ingreso.

Fuente: Pearce y Atkinson, 1993.

En este índice, Pearce y Atkinson (1993) proponen tres valores para los resultados obtenidos. Si Z es mayor a 0, se está en una situación donde la economía está creciendo de manera sustentable. Si Z es menor a 0, la economía es no sustentable. Por último, cuando Z = 0, se trata de una economía marginalmente sustentable. Al aplicar el Índice de Sustentabilidad Ambiental de Pearce y Atkinson para México, Martínez (2002) encuentra que el país está en

situación "no sustentable", a excepción del año de 1990.[60] El cuadro 2.14 resume las críticas de Martínez al SCEEM.

Cuadro 2.14 Críticas al Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (Martínez, 2002)

Temas comentados	Ítems	Comentario
Sustentabilidad débil ó fuerte.	Sustitución del capital natural por el producido.	• El cálculo del PINE supone que los bienes producidos son sustitutos perfectos del capital natural. • En el cálculo del PINE los activos ambientales son tratados como activos económicos producidos. Pero, resulta complicado conocer la tasa de desgaste de los activos naturales. [1] • Cuando el PINE incorpora gastos ambientales para remediación o mantenimiento, no se sabe si el costo invertido contribuirá a mejorar o frenar el deterioro[2].
Limitantes metodológicos.	Valoración económica.	• Hasta el momento los cálculos del PINE se han elaborado por el lado de la oferta económica; falta hacerlo por el de la utilización de los bienes y servicios, así como calcular el valor agregado y el ingreso nacional disponible.
Limitación de los conceptos utilizados por el PINE.	Sector informal, autoconsumo, etc.	• No incorpora el sector informal, el autoconsumo y el trabajo familiar.
	Biodiversidad.	• Las cuentas ambientales no incorporan la pérdida de la biodiversidad.
	Salud ambiental.	• El PINE no incluye gastos de pensiones, seguros médicos e indicadores de salud causados por contaminación atmosférica.
	Vulnerabilidad a desastres naturales.	• El PINE no incluye los daños causados a la propiedad y la pérdida de capacidades productivas provocadas por los desastres naturales.
	Capital humano.	• El PINE no incorpora el concepto de capital humano (acumulación de conocimientos ancestrales).

[1] En este punto hay que recordar que no todos los recursos ambientales tienen el mismo desgaste; los que están estrechamente relacionados con las actividades económicas tendrían tasas de degradación ambiental más elevadas, y el cálculo para aquellos como el aire, el agua y el uso del suelo sería mucho más complejo.
[2] Cuando se invierte, por ejemplo, para salvaguardar una Área Natural Protegida (ANP) o una reserva de la biosfera, es difícil conocer si esta inversión física logrará, en un lapso de varios años, cambiar el inventario natural y/o si existe alguna mejora que frene el deterioro.

Almagro (2004) también hizo un recuento de los avances de la contabilidad ambiental mexicana. Efectuó algunas comparaciones con los resultados del SCEEM y concluyó que la

[60] Martínez (2002) considera para su cálculo la serie de años de 1988 a 1996.

tendencia de México es preocupante en relación al objetivo de alcanzar un desarrollo con sustentabilidad. Esta tendencia la confirma el INEGI (2004) en su cuadro de Balances Físicos de los Recursos Naturales 1997-2002, al mostrar el agotamiento de recursos naturales y la degradación ambiental en unidades físicas.

El Environmental Sustainability Index (ESI), una iniciativa del Foro Económico Mundial, es desarrollado por la Universidad de Yale y la de Columbia. Su objetivo es crear un índice mejor que el PIB para medir el avance de los países en el camino hacia la sustentabilidad. Utiliza 76 variables que se agregan por temas en 21 indicadores, que abarcan aspectos relativos a recursos naturales, contaminación, manejo ambiental, contribuciones a la protección del ambiente mundial y la capacidad de la sociedad para mejorar su desempeño ambiental en el tiempo (Esty, Levy, Srebotnjak & Sherbinin, 2005). En la tercera versión de este índice, divulgada en enero de 2005, México quedó en el lugar 95, de una lista de 146 países. El primero fue Finlandia, el último fue Corea del Norte. Estados Unidos quedó en el lugar 45. Dentro del conjunto de valores calculados por país para las diferentes variables, el menor valor que refleja México es en la administración global, lo cual manifiesta que México no es cuidadoso con sus presiones ambientales transfronterizas y fue castigado en el puntaje. Donde México obtuvo mejor puntaje fue en la reducción de la vulnerabilidad humana, una variable que incluye salud ambiental, sustento humano básico y reducción de la vulnerabilidad frente a desastres naturales. En suma, los resultados arrojados por el ESI 2005 en México lo colocan en una posición desventajosa, abajo del promedio general de los países analizados, y señalan la necesidad de esfuerzos relativos a la gestión ambiental nacional.

2.3.5 Limitaciones metodológicas

El primer problema con que se enfrenta quien pretende entender la metodología utilizada en el SCEEM es la falta de transparencia en la información. En términos sociológicos y administrativos la metodología peca de falta de *accountability*, o de un mecanismo de rendición de cuentas que explique el procedimiento seguido. Según Schedler (2004) la rendición de cuentas incluye tanto la obligación de los funcionarios de informar y justificar sus decisiones públicamente (*answerability*), como la sanción en caso de violación de deberes

públicos (*enforcement*). En México, Ugalde (2002) considera a la rendición de cuentas una obligación. La falta de transparencia en la información se manifiesta de dos maneras. Por un lado, no está explícita en la metodología la razón por la cual se eligen determinadas variables para medir el estado del medio ambiente. En realidad, la única información que brindan para justificar la elección de variables es el de haber revisado la información estadística disponible en instituciones públicas y privadas.[61]

Los documentos son claros acerca de las fuentes teóricas y metodológicas que se utilizan, como en el caso de la *Agenda 21*,[62] también en el hecho de que la metodología es un esfuerzo internacional y en ese sentido se ajusta a varios criterios y a la necesidad de adecuarse a los lineamientos del SCN de 1993.[63] De igual forma, es nítido el principio rector de incorporar variables en las cuales la actividad productiva y/o de consumo impacte de forma significativa en los ecosistemas. Pero no hay explicaciones de por qué determinadas actividades económicas son más o menos impactantes en los ecosistemas.[64] Tampoco, cuáles son los criterios mediante los cuales se eligen unas variables y no otras.[65]

Por otro lado, tampoco es transparente la forma como se realizan las estimaciones. El lector interesado en conocer cuál es el costo de remediación del "agotamiento de los recursos forestales (maderables)",[66] por ejemplo, se pregunta ¿cómo calcularon el valor de reposición

---

[61] "para delimitar la cobertura temática del estudio, es necesario conocer con mayor precisión posible las características y disponibilidad de la información ambiental del país. Para ello, se llevan actividades de exploración, recopilación, evaluación y consulta sobre las estadísticas de dependencias del sector público e instituciones privadas, académicas y de carácter social" "…se realizan consultas y reuniones de discusión técnica con especialistas y expertos del sector académico, centros de investigación, universidades e institutos" (INEGI, 2004, p. 1).

[62] "el SCEEM tiene la finalidad de hacer operativos los conceptos de crecimiento y desarrollo sostenible, de acuerdo con lo postulado por la Agenda 21, en lo referente a un Sistema de Contabilidad Ambiental" (INEGI, 2004, p. 17).

[63] "el SCEEM como cuenta satélite, adopta los lineamientos del SCN 1993 al momento de incorporar los recursos naturales y el ambiente al entorno económico" (INEGI, 2004, p. 10).

[64] "que la incorporación de los temas obedece al impacto que la actividad productiva tiene sobre ellos así como el consumo en la distribución de bienes y servicios" (INEGI, 2004, p. 10).

[65] Una metodología para la elección eficaz de variables es la que parte de las funciones ambientales. La matriz de funciones ambientales es ampliamente utilizada en el Análisis Ambiental Estratégico (AAE) (Barbier, Burguss & Folke, 1994; Sadler, 1996; Dalal-Clayton & Sadler, 1999; Seht, 1999; Kessler, 2003; Nierynck, s/f; UNEP, s/f).

[66] "El cual considera los requerimientos mínimos en los cuales tendríamos que invertir para devolverle a los bosques un monto similar a los recursos maderables con que contaba antes de ser afectado por las actividades económicas. Esto permite fijar el costo unitario promedio a pagar por la reposición de un metro cúbico de madera en rollo; el cual se ha estimado incluyendo factores como costos de producción, mantenimiento, reforestación y

de una unidad de madera en rollo? Esta falta de valores para cada variable también impide que la metodología sea utilizada para información que pueda obtenerse a nivel municipal o estatal. La contabilidad ecológica llega a un resultado numérico agregado a nivel nacional sin ofrecer información a nivel estatal, y, lo que es peor, sin establecer los valores para cada una de las variables. Al lector no le queda más alternativa que confiar y contentarse con generalidades acerca de las fuentes utilizadas.[67]

Otro tipo de comentario crítico que se puede hacer a las mediciones ambientales mexicanas es el bies ecologista de la metodología. Los problemas de insustentabilidad social no son considerados por sí mismos, sino en la medida en que causan insustentabilidad ecológica. Lo que la metodología mide es el uso y la velocidad con que se explotan y degradan los recursos naturales mediante las variables de agotamiento y degradación, pero nada hay sobre las causas sociales que lo provocan. De esta manera, la metodología sólo considera la manifestación técnica de un fenómeno social. La medición de la degradación del suelo, por ejemplo, remite a prácticas agropecuarias insustentables. Pero a estas técnicas se llega por una presión de determinadas condiciones sociales. La pobreza y la competencia mercantil, por ejemplo, son de las más importantes causas sociales que orillan ese tipo de técnica ecológicamente insustentable. Al reparar exclusivamente en la manifestación del fenómeno —la degradación del suelo o el agotamiento de los recursos naturales— se capta solamente la causa técnica y su manifestación ecológica, lo que tiene claramente que ver con la sustentabilidad ecológica o ambiental. Pero, nada se dice sobre la sustentabilidad social, que también es parte integrante y con igualdad de jerarquía del concepto de DS (Foladori & Tommasino, 2005).

Haciendo un análisis de aquellos indicadores de la categoría social de los IDS se puede identificar que muchos de éstos son de dudosa eficacia, derivada de los sesgos en el cálculo de los mismos y de la información que se recaba. Los que están basados en promedios, por

---

cuidado de la planta hasta obtener un árbol aprovechable económicamente, en términos maderables. Para definir los costos de producción y mantenimiento…" (INEGI, 2004, p 3).

[67] En el caso de las fuentes de los recursos forestales: "…entre las principales estadísticas se destacan el Informe de la situación del Medio Ambiente 2002 SEMARNAT; Inventario Nacional Forestal de Gran Visión 1991-1992 y el Inventario Forestal Nacional, 2000, la producción maderable por Entidad Federativa y Grupo de Producto, así como información actualizada sobre las actividades de reforestación proporcionadas por la SEMARNAT" (INEGI, 2004, p. 3).

ejemplo, dicen poco sobre la situación real del país, ya que ocultan la diferenciación e inequidad; es el caso del PIB por habitante. Otros tienen dudoso origen, como las tasas de migración, que sólo recogen los movimientos de población al interior de la República Mexicana, cuando el flujo migratorio internacional neto anual aumentó 12 veces en el curso de las últimas tres décadas y media, cuando pasó de un promedio anual de 28,000 migrantes en los sesenta, a 138,000 en los setenta, 235,000 en los ochenta, y 328,000 en los noventa (CONAPO, 2004).

Otros indicadores, sin embargo, muestran la cruda realidad. Por ejemplo, al señalar que por debajo de la línea de pobreza ha estado más del 15 % de la población desde el año de 1984, y el porcentaje ha aumentado hasta el último dato del año de 1992. También es alarmante que el Índice de Gini, que muestra la desigualdad en el ingreso, haya aumentado entre 1984 (0.4292) y 1994 (0.4770), aunque tuviese un retroceso en la última cifra correspondiente a 1996 (0.4558). Las diferencias entre género son notorias en todos los indicadores, como en el ingreso, donde las mujeres ganan en torno de un 70 % de los salarios de los hombres. Otro tasa alarmante es la de un 28 por mil de mortalidad infantil a mediados de los noventa.

El resultado general de los datos del PINE, como de los que brindan los IDS, no muestran una mejoría en el camino hacia el DS mexicano. Considérese un solo dato social, aunque sumamente elocuente: la migración internacional. La migración de mexicanos hacia Estados Unidos ha sido una constante por más de un siglo, pero los niveles a que ha llegado en la última década y el impacto que tiene actualmente en la economía obliga a una reflexión. México es el principal emisor de migrantes en el mundo, con un flujo promedio anual hacia Estados Unidos de 400,000 personas y una población de origen mexicano establecida en ese país superior a los 26 millones. Se trata, además, del principal receptor de remesas del mundo. Para 2004 éstas alcanzaron 16,600 millones de dólares (*La Jornada*, 2005). Es decir, México vive de la venta de sus recursos no renovables y está convirtiendo a su fuerza de trabajo, un recurso tradicionalmente renovable, en no renovable para su país, como consecuencia de la creciente migración sin retorno.

En suma, es claro que la intención del PINE es "corregir" las cuentas nacionales e incorporar la riqueza material no monetarizada; el mensaje que transmite inevitablemente oculta todo tipo de problemas de sustentabilidad social y, por tanto, muchos del DS. Este bies ecológico no puede ser superado con el sistema de IDS que México también elabora, y que incluye indicadores económicos, sociales e institucionales, además de los ambientales. No puede serlo porque mientras el SCEEM consolida la información y la presenta en un solo dato, al estilo del PIB, los IDS son más de cien, y al no presentar ningún tipo de agregación tienen la ventaja de no mezclar cosas diferentes y la desventaja de ser menos contundentes al momento de divulgar los resultados. De manera que si a la información propiamente ambiental se le incorporan datos de sustentabilidad social el panorama mexicano sería, en términos de DS, seguramente peor.

Conclusiones

Las mediciones ambientales cobran cada vez más importancia a nivel global al tratar de cristalizar el concepto de DS. Sin embargo, no existe medida que capture todos los ejes de la sustentabilidad. Así, cada medida adopta una definición única con su propio significado de sustentabilidad. Dependiendo de su postura teórica o su objetivo propuesto puede privilegiar aspectos económicos, sociopolíticos o físico materiales, por lo tanto siempre está sujeta a críticas. DS a pesar de sus avances, continúa siendo un término deslizadizo y subjetivo. Un ejemplo de esta parcialidad es el SCAEI, porque este sistema privilegia los elementos económicos y los aspectos ambientales, ignorando la parte social de la sustentabilidad. Por su parte, los IDS integran los tres aspectos o ejes del ambientalismo —económico, ambiental y social—y añaden el aspecto institucional; sin embargo, con la diversidad de indicadores presentados es difícil determinar cuál es el grado de avance que se tiene en la implementación del DS, simplemente da una idea de participación institucional en materia ambiental.

México intenta reproducir los estándares internacionales de información ambiental a través de sus iniciativas: las cuentas ambientales que amplían el concepto de desarrollo económico integrando los costos de la degradación ambiental, y la generación de indicadores, los cuales son un punto de referencia para uniformar criterios en torno al concepto

internacional de DS. A pesar de los avances que representan estas mediciones para México, no se puede hablar de una complementariedad entre ambas. Mientras el PINE corrige las cuentas nacionales incorporando la riqueza material no monetarizada mediante un dato consolidado y considerando exclusivamente los aspectos ambientales, los IDS incluyen aspectos económicos, sociales, institucionales y ambientales, sin presentar ningún tipo de agregación.

Los balances físicos de recursos naturales en el cálculo del PINE mexicano exponen un incremento en la erosión de suelos y en la contaminación de aire, agua y suelo; mientras que hay una disminución en recursos forestales, petróleo y agua, lo cual muestra la degradación y el agotamiento de recursos en México entre 1997 y 2002. A pesar de que sólo se integran ciertos recursos en el análisis, el impacto negativo de la actividad económica sobre los recursos naturales es contundente y muestra un deterioro mayor al 10 % del PIB anual durante los años 1997 al 2002. Esto significa que México no solamente descuida su "salud ambiental" sino que ya requeriría de 10 % anual de la actividad económica para reponer los daños. Considerando que muchos de dichos daños son irreversibles, sea porque corresponden a extracción de recursos no renovables, como el caso del petróleo, sea porque ilustran sobre un grado de deterioro que hace inviable su fácil recuperación, como es el caso de la erosión en grados graves y muy graves, puede afirmarse que gran parte del daño ambiental es irreversible.

Los IDS, por otra parte, ofrecen información sólo a nivel nacional en la mayoría de los casos, lo cual limita la generación de estudios en otros niveles (estatal y municipal), y convierte en discutible la estimación de algunos indicadores. Los resultados desalentadores son confirmados por otras estimaciones que concluyen que la tendencia del país es preocupante en relación al objetivo de alcanzar un desarrollo con sustentabilidad. Lamentablemente, desde el punto de vista de los investigadores interesados y público profesional, la metodología empleada en el cálculo del PINE no es suficientemente transparente, porque no está explícita la razón de la elección de las variables y porque no da cuenta de los valores sobre los cuales se estiman los resultados de las variables. Además, este nuevo índice no considera problemas referentes a la sustentabilidad social, lo cual coloca a la ecología fuera de cualquier contexto social.

En lo que respecta a nuestra investigación, este capítulo es sumamente ilustrativo en lo que refiere a la tendencia general en las metodologías de evaluación de la problemática ambiental. El grueso de las metodologías y su composición, privilegia desmesuradamente lo que se conoce como sustentabilidad ecológica o ambiental. Mientras que el discurso del DS, u otros discursos ecologistas, insisten permanentemente en que la cuestión ambiental debe ser analizada en su dimensión ecológica, pero también en la social y económica, al momento de realizar las metodologías de análisis todo se centra en la depredación de los recursos y en la contaminación, quedando por fuera, salvo contadas excepciones, indicadores sobre sustentabilidad económica y social. En el caso en que esto es contemplado, aparece como indicador accesorio, de manera descriptiva, sin ninguna posibilidad de integrarlo al cuerpo teórico general de la problemática ambiental o de la sustentabilidad. Estas limitaciones en las metodologías de medición de la problemática ambiental nos obligaron a prestar atención a un nivel más concreto. En el siguiente capítulo analizamos el caso de Zacatecas, pero no en cuanto a indicadores de sustentabilidad, sino a su historia económica. Veremos si el desempeño del desarrollo y sus actores en un contexto concreto nos ofrece más luz sobre cómo interrelacionar los aspectos ecológicos con los sociales y económicos.

Capítulo 3. LA HISTORIA AMBIENTAL COMO SUSTENTO PARA ENTENER EL DESARROLLO ACTUAL

Introducción

Aunque existen muchos escritos sobre la coevolución entre la sociedad humana y su entorno natural, la historia ambiental como disciplina académica es muy reciente, y coincide con la crisis ambiental contemporánea. Si hacemos omisión de las diferencias de enfoque entre los historiadores ambientales, la historia ambiental tiene como propósito entender y mostrar el grado de conflicto y eventual crisis que surge entre la especie humana y la naturaleza externa en sociedades históricamente determinadas. En algunos casos, enfatizan el carácter intrínsecamente depredador o degradador de la sociedad humana con su ambiente y la promoción de la conservación; en otros casos, destacan la existencia de ciertos límites que la naturaleza impone a la producción humana, resaltando que la destrucción de la naturaleza va en detrimento del propio ser humano; y por último, acentúan más la causa social que la técnica de la destrucción de la naturaleza, al señalar que los impactos en el ambiente son resultado de una determinada fase histórica de desarrollo social con raíces en las relaciones productivas. Sin embargo, en todos los casos, la historia ambiental se utiliza como un instrumento para pensar la situación actual, alertar sobre posibles desequilibrios y mostrar eventuales caminos de desarrollo sustentables.

La historia ambiental de Zacatecas es una historia de siglos de explotación. Pero las actividades humanas que se identifican como las principales causantes de la degradada situación ambiental actual no lo hicieron sin explotar la propia naturaleza humana. La historia ambiental de Zacatecas ofrece un claro panorama de la inextricable interrelación entre degradación humana y ambiental. Hay un contraste entre la cultura de los pueblos nómadas[68]

[68] La presencia humana —indígenas ya sean nómadas o sedentarios— siempre conlleva una transformación al medio, por lo tanto, no significa que no haya modificaciones del entorno. Algunas civilizaciones decayeron e incluso desaparecieron por el agotamiento de los recursos de la tierra (Gligo & Morello, 1980; Foster, 1994; Taks & Foladori, 2002; Simmons, 2003). Para Gligo & Morello (1980) la decadencia de estas civilizaciones se determinó tanto por factores naturales como por las relaciones sociales que condicionaron estos hechos. Pero en términos generales, estos autores afirman que las relaciones hombre-naturaleza en la época precolombina fueron menos degradantes.

que vivían en la región antes de la llegada de los españoles a Zacatecas, y el posterior desarrollo colonial y postcolonial "minero", extractivo y degradante. Por esta razón, comenzamos la historia ambiental de Zacatecas en el periodo colonial, dado que es a partir de esta época que realmente se fomentó la actividad minera en la región. Teóricamente, esta elección se apoya en los trabajos de Foster (2000) y Moore (2000) que consideran a la actual crisis ecológica y social global como producto de la ruptura del metabolismo de la sociedad con la naturaleza externa; ruptura que se manifiesta claramente a partir de la expansión de la producción mercantil y capitalista.

Apoyados con la perspectiva de Moore y tomando en cuenta la revisión sobre el origen y desarrollo de la historia ambiental, se considerará la coevolución sociedad-naturaleza en Zacatecas. Este enfoque señala que los impactos en el ambiente son resultado de una determinada fase histórica de desarrollo social con raíces en las relaciones productivas (colonización). Es decir, el tipo de relaciones sociales condiciona la actitud depredadora hacia la naturaleza.

El capítulo se divide en dos secciones. En la primera se revisó el origen de la Historia Ambiental, destacando tres temas, los antecedentes de la historia ambiental; el inicio de la historia ambiental como disciplina, su expansión y complejización; y, se terminará resaltando aquellos enfoques que resultan más prometedores para entender la relación sociedad-naturaleza. La segunda sección concreta la Historia Ambiental de Zacatecas mostrando que es una interrelación entre degradación humana y ambiental. Se subdivide en dos partes en la primera, se plantean los motores de la depredación en Zacatecas —el caso de la minería—, destacando cinco elementos: el dominio económico de la colonización; la formación del sistema señorial; el comercio regional y supraregional como producto de la actividad minera; la población minera y sus fluctuaciones; y la energía como elemento clave de la explotación minera. En la segunda parte, se señala la degradación de la naturaleza humana, ejemplificada con el surgimiento de la migración como elemento de expulsión y más tarde, como productor de fuerza de trabajo. Se destacan tres momentos: el conflicto independentista y sus repercusiones; la modernización en la industria minera; y la migración como elemento de escape a la deficiente estructura económica local.

3.1 Origen de la Historia Ambiental

3.1.1 Antecedentes de la historia ambiental como disciplina académica

Desde la antigüedad clásica existen escritos que relacionan la historia humana con las barreras que la naturaleza le oponía, o con la forma en que la naturaleza se "vengaba" al restringir los recursos naturales o hacer infértil antiguos suelos cultivados (Delgado, 1986; Williams, 1994; Oosthoek, 2005). Pero desde mediados del siglo XIX, las corrientes humanistas, románticas y la crítica social a la sociedad mercantil y capitalista comenzaron a incorporar la problemática ambiental, y escritos de diversos autores pasaron a ser considerados como los modernos antecedentes de lo que hoy en día constituye una disciplina académica: la historia ambiental.

Los trabajos de Frederick Jackson Turner *Significance of the Frontier in American History,* de 1893; de Walter Prescott Webb *The Great Plains,* de 1931; y de James Claude Malin *The Grassland of North America,* de 1947, entre otros, son considerados precursores fundamentales de la historia ambiental como disciplina;[69] y representan un esfuerzo por integrar la naturaleza en la historia (Williams, 1994; Crosby, 1995). Sin embargo, estos trabajos se caracterizan por tener un enfoque unilateral, ya que ven a la naturaleza como un espacio que el hombre modifica y debe modificar para efectos civilizatorios.

Para Turner el tema central era la conquista de la frontera del oeste norteamericano, relacionada con la prosperidad económica y la democracia de Estados Unidos. La frontera era considerada "el punto de reunión entre salvajismo y civilización" (Turner, 1906; Foster, 1994; Williams, 1994; Crosby, 1995). Webb, por su parte, trata sobre la población que vivía en los Grandes Llanos durante los siglos XVI, XVII y XVIII (los indios de los Llanos, los conquistadores, los misioneros españoles y los rancheros anglo-americanos), y examina la interacción entre el ambiente físico, las formas de vida y las instituciones (Webb, 1981 [1931]; Williams, 1994; Crosby, 1995; Leibhardt, 1998; Austin Community College, 2006). Por

[69] Los antecedentes de la historia ambiental también incorporan trabajos de ascendencia teórica francesa, principalmente el posibilismo de Vidal de La Blanche y de la Escuela de los Annales. Su enfoque es pluridiciplinar; intentan elaborar una "historia total" incluyendo la vida cotidiana, la larga duración braudeliana y los elementos ambientales (Pérez, 2000; Gallini, 2002).

último, Malin, en su trabajo de demografía histórica, trata la historia humana como un elemento más de un amplio complejo ecológico. Para este autor la tecnología es el vínculo mediante el cual la cultura se articula al ambiente, por tanto, el estudio del cambio tecnológico es la llave para entender cómo se dan las adaptaciones al ambiente (Malin, 1971 [1947]; Cousins, 1986; Williams, 1994).

Contrario al movimiento expansionista, mejor representado por Turner, surge el movimiento conservacionista.[70] Este fue un movimiento mundial que tomó cuerpo en el tejido de asociaciones y grupos de presión que luchaban por la protección de la naturaleza, los paisajes y las especies vivas, tanto a nivel local como nacional e internacionalmente (Riechmann, 1999). El conservacionismo inició en la cuna de la Revolución Industrial —Inglaterra— con una controvertida crítica a los excesos de la industrialización; pronto se expandió por todo el mundo. Este movimiento dio pie a la conformación de consejos, sociedades e instituciones enfocadas a temas diversos como el estudio de la vida animal, vegetal y mineral; el medio rural; la contaminación de los ríos; los malos tratos a animales; el vegetarianismo; la preservación de bosque, entre otros. En suma, este movimiento, conocido también como proteccionismo, intentó salvar lo que quedaba de la naturaleza "original", conservándola en "santuarios" vedados a las actividad humana" (Riechmann, 1999, p.108).

Entre el auge del conservacionismo, que iba desde mediados del siglo XIX hasta la primera década del siglo XX, y la historia ambiental como disciplina académica, que adquirió reconocimiento durante la década de los ochenta, otros historiadores llegaron a destacar por sus escritos respecto a la naturaleza. Lewis Mumford resaltó entre muchos. Su enfoque, fuertemente influenciado por la historia social, rehusaba separar las actitudes individuales hacia la naturaleza de su contexto y causalidad social, cultural e histórica; y, por ello, se convirtió en uno de los pioneros del ecologismo social norteamericano y de la historia ecológica.[71] En su trabajo *Técnica y Civilización* de 1979 [1934], señaló que era necesario

[70] Para mayor detalle acerca del movimiento de conservación, véase capítulo 1, en las páginas 8 a 11.
[71] "Mumford tomó de Geddes el enfoque fundamentalmente ecológico y un repertorio de neologismos –paleotécnico, neotécnico, conurbación, megalópolis, etc.–, a los que dio un uso innovador, especialmente en sus historias de tecnología y ciudad". Los ensayos de *The Sociological Review* constituyen el primer intento sistemático de Mumford de aplicar el marco ecológico geddesiano a fenómenos históricos. En sus trabajos, Mumford utiliza el marco regional para analizar los crímenes ecológicos de los pioneros de la civilización

presentar el desarrollo técnico dentro de un marco de ecología social más general que evitaba el sesgo de considerarlo el factor dominante. Sostuvo que los avances en la técnica conllevaban un cambio de mentalidad que debía ser explicado. Además, realizó una crítica al concepto de desarrollo, al mencionar que el aumento de la productividad había tenido su contraparte en la pérdida y/o empobrecimiento de diversas formas de vida. Pero, además, anotó que las causas de este comportamiento perverso con el medio ambiente no provinieron directamente de la técnica y la industrialización, sino del tipo de relaciones sociales mercantiles que sustituyó la economía de "necesidades directas" por los valores dinerarios. Propuso el "regionalismo" como alternativa; argumentando que en cada área geográfica era posible cierto balance de recursos naturales e instituciones humanas, para un mejor desarrollo (Ramachandra, 1991).

Otro historiador que desató una amplia polémica en la discusión ambiental contemporánea fue Lynn White. En su artículo *The Historical Roots of Our Ecologica Crisis,* de 1967, adjudicó la causa del comportamiento destructivo del ser humano con su entorno a las creencias y la religión, y puso al cristianismo en el banquillo de los acusados. La ideología cristalizada en la religión impuso su lógica a la ciencia y la tecnología. La ciencia la concibió como una extrapolación de la teología natural y tecnología occidental, como una realización voluntarista del dogma cristiano que legitimaba la trascendencia del hombre sobre la naturaleza. Por tanto es necesario un cambio ideológico que rechace "el axioma cristiano de que la naturaleza no tiene ninguna razón de existencia más que para servir al hombre" (White, 1967, p. 1207).

Es importante destacar que en los antecedentes contemporáneos de la historia ambiental como disciplina académica, ya estaban claros los grandes temas que luego iban a ser discutidos y abordados por la historia ambiental "académica"; como el papel de la técnica, el de la forma económica y relaciones de producción o el de la ideología en el impacto sobre el ambiente. También estaban claramente expuestos los diversos enfoques, como la perspectiva idealista, mejor esbozada por White, donde era la ideología la responsable última por el

---

norteamericana y para subrayar las ventajas de una cultura y una economía ecológicamente más sustentables (que llamó regionalismo). Este autor decía que se tenía una actitud minera hacia los recursos naturales –cortar y correr– ejemplificando con la devastación de los bosques y el agotamiento de los suelos (Ramachandra, 1991).

desarrollo de una ciencia y técnica degradante y depredadora; o la perspectiva social, mejor etratada por Mumford, donde el tipo de relaciones sociales condiciona una actitud depredadora con la naturaleza externa.

3.1.2 El inicio de la historia ambiental como disciplina, su expansión y complejización

La historia ambiental como disciplina surge en el contexto del movimiento ambientalista contemporáneo[72] de los años setenta del siglo XX. En este periodo, la historia ambiental tiende a dejar de lado la visión unidireccional que prevalecía en muchos de los conservacionistas, para considerar no sólo el impacto de la sociedad sobre la naturaleza, sino también el papel del medio ambiente en la sociedad humana, así como los resultados imprevistos de la acción humana sobre la naturaleza externa. Destacan Woster (1977),[73] McEvoy (1981), Merchant (1990), Cronon (1993), Foster (1994), Crosby (1995), Stine & Tarr (1999), McNeill (2000) y Simmons (2003), entre otros.

Es en este contexto de activismo ambiental de los setenta que inicia la historia ambiental como disciplina académica (Cronon, 1994; Crosby, 1995; Asdal, 2003; Weiner, 2006). Henry Nash Smith es, tal vez, el primero en utilizar el término "historia ambiental", en su libro *American Environmental History,* publicado en 1970 (Williams, 1994).

La historia ambiental aparece como una subdisciplina de la historia, donde se plasma "el pasado del hombre y su contacto con la naturaleza", acentuando un ambiente elaborado por el hombre, mediante un documento histórico que revela la cultura de la sociedad y sus tradiciones (Williams, 1994; Asdal, 2003).

La historia ambiental es aceptada dentro de los currículos académicos en varios países, aunque en los Estados Unidos es donde ha tenido mayor difusión (Williams, 1994; Asdal,

[72] El movimiento ambiental contemporáneo se trató en el capítulo 1, en las páginas 11 a 20.
[73] El año de 1977 es la primera edición del libro *Nature´s Economy* de Woster, la versión consultada es la reimpresión del año 1995 de la segunda edición.

2003).[74] A partir de la creación de la American Society for Environmental History (ASEH), en 1975, se empieza a publicar un boletín de noticias y una revista, *Environmental Review*[75], desarrollados en su mayoría por historiadores interesados en la interacción ser humano-naturaleza. En esta asociación destacan los nombres de John Opie, Roderick Nash, Wilbur Jacobs, Donald Woster, Samuel Hays y otros (Crosby, 1995).

El libro de Hays, *Conservation and the Gospel of Efficiency,* de 1959, y de Nash, *Wilderness and the American Mind,* de 1967, fueron importantes para el enfoque de historia ambiental durante los sesenta (Cronon, 1993; Williams, 1994; Crosby, 1995). Se concentraron en dos aspectos: las manifestaciones políticas de la conservación y las actitudes de la población relativas al tema de conservación. Hays se interesó en el alcance y las tendencias de la conservación y la política ambiental del siglo XX (Cronon, 1993; Williams, 1994), y Nash demostró el grado de preocupación de la población por los efectos negativos de la industrialización y del desarrollo sobre el ambiente; señaló que las actitudes hacia la naturaleza y la conservación se encuentran en constante cambio (Nash, 1982 [1967]; McDonald, 2001).

No obstante que varios autores contribuyeron a la creación de la historia ambiental como disciplina académica, tal vez sea Woster su principal exponente. En su trabajo *Nature´s Economy,* publicado en 1977, fundamenta sus ideas en la interpretación ecológica de la historia, propuesta por Leopold en (1970 [1949]), con el concepto de "ética de la tierra" (Williams, 1994; Asdal, 2003; Weiner, 2006).

Durante los años setenta y ochenta prevalecía la idea de utilizar a la ecología como base para incorporar la naturaleza en las narrativas de historia ambiental. Se podría decir que

[74] La investigación de la historia ambiental en Europa aún se encuentra fragmentada pero tiene exitosas iniciativas a nivel nacional. En 1986, inició la fundación holandesa para la *Historia del Ambiente y la Higiene*; en 1995, la White Horse Press in Cambridge (UK), publicó la revista *Environmental and History*; ese mismo año se desarrolló una iniciativa llamada *Tijdschrift Voor Ecologische Geschield* (Revista para la Historia Ambiental) con temas de los Países Bajos y Bélgica, publicada por la Academia Press in Gent, Bélgica, que tenía interés en la historia ambiental en Europea. Esta iniciativa, en el año de 1999 se modificó por un libro anual sobre historia ambiental. Por último, como una propuesta para unificar y coordinar la historia ambiental europea en el 2001, se creó la *Sociedad Europea de Historia Ambiental* (Oosthoek, 2005).

[75] La revista tuvo algunos cambios de nombre, incluyendo *Environmental History Review;* actualmente se publica bajo el título de *Environmental History*.

era una historia influenciada por cómo la sociedad humana contravenía o se adaptaba a las leyes de la ecología. Tal era el caso de Woster que importó la ecología y reexportó modelos y metáforas basadas en el flujo de energía, ideas de homeostasis en fisiología, y tentativas para correlacionar tierra y dimensiones de masa con riqueza de especies (Weiner, 2006). Sin embargo, ya desde principios de los ochenta la historia ambiental empezó a incluir otros elementos, como lo social, lo político, lo económico, lo tecnológico, lo cognoscitivo, lo ideológico entre otros. Esta abundancia de enfoques y dimensiones, que se fueron agregando, planteó un problema de límites, ya que de otra forma toda la historia humana formaría parte de la historia ambiental (Williams, 1994; Steward, 1998) (cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 La diversificación y complejización de la historia ambiental

Autor y fecha de publicación importante	**Campos incluidos en sus historias ambientales**	**Principal contribución del autor**
Crosby, 1967, 1976 y 1986	Colonización europea • Proceso biológico • Proceso ecológico	Señala que los conquistadores europeos no ganaron a México y a Perú con entusiasmo evangélico, ni siquiera con su valor militar, sino con sus enfermedades infecciosas (Crosby, 1967; Crosby 1976).
Merchant, 1983	Relación entre los indios y los colonizadores dentro el ambiente de Nueva Inglaterra entre 1600 y 1850 • Modelo reproductivo • Ecológico y humano • Productivo • Cognisitivo	Integra la perspectiva de género en la historia ambiental, al considerar que el hombre y la mujer impactan a la naturaleza de manera diferente, dependiendo del rol que tengan en la producción (Merchant, 1990).
Cronon, 1983	Colonización de Nueva Inglaterra • Económico • Ecológico	Señala que la forma capitalista de organización económica conduce a diferentes formas de explotación de los recursos (Cronon, 1993; Cronon, 1994).
McEvoy, 1986	Industria pesquera en California • Proceso económico • Proceso cognisitivo (práctica legal) • Proceso ecológico	El cambio en la industrialización y comercialización de la pesca en California, aunado a las tácticas mal enfocadas de las autoridades pesqueras, conduce a un patrón de agotamiento de recursos cíclico (McEvoy, 1981).
Woster, 1988	Elementos básicos de la historia ambiental • Proceso ecológico • Socioeconómico • Ideológico	Simplifica la historia ambiental en tres elementos básicos: la naturaleza, lo socioeconómico y la ideología (Woster, 1994).
Foster, 1994	Relación entre humanos y naturaleza • Ambiente • Sociedad • Historia	La crisis de la tierra no es una crisis de la naturaleza sino una crisis de la sociedad (Foster, 1994).
Stine & Tarr, 1999	Intersección entre historia de la tecnología y del ambiente • Tecnología • Ambiente	La historia de la tecnología no sólo debe referirse al "progreso tecnológico" sino también integrar las consecuencias sociales asociadas a la "nueva historia social" (Stine & Tarr, 1999).
McNeill, 2000	Historia del planeta y de la población • Historia moderna ecológica • Social • Político • Económico	La energía utilizada por los humanos es la clave para determinar los impactos en el ambiente (McNeill, 2000).
Simmons, 2003	Las sociedades primitivas no tienen necesariamente una relación armónica con la naturaleza • Cultura • Naturaleza	Las culturas humanas cambian la naturaleza de acuerdo al periodo en que se desarrollan (Simmons, 2003).

Elaboración propia.

Crosby, Merchant y Cronon se concentran en los efectos no deseados o imprevistos de la colonización. Crosby, encuentra resultados imprevistos de la acción humana sobre la naturaleza externa, al señalar que los conquistadores europeos no conquistaron México o Perú con entusiasmo evangélico, ni siquiera con valor militar, sino gracias a las enfermedades infecciosas. En sus trabajos, *Conquistador y Pestilencia: The First New World Pandemic and the Fall of the Great Indian Empires,* de 1967; *Virgin Soil Epidemics as a Factor in the Aboriginal Depopulation in America,* de 1976; y *Ecological Imperialism: The Biological Expansion of Europe, 900-1900,* de 1986; presenta una compleja descripción del cambio humano y ecológico. Utilizando la biología y el proceso ecológico explica el éxito de la colonización de los europeos, demostrando que los argumentos de superioridad tecnológica y militar no son relevantes. De acuerdo a Crosby, la contraparte no europea tenía sus propias características de alimentación, fecundidad y una relativa inmunidad a sus propias enfermedades. Al interrelacionarse con el "paquete" europeo, representado por la domesticación de diferentes animales, plantas convenientes para la agricultura, enfermedades de organismos, malas hierbas y pestes, la biota europea pudo invadir, desplazar y tomar ventaja de los sistemas indígenas, haciendo que la colonización de los europeos fuera célebre (Crosby, 1995; Leibhardt, 1998; Steward, 1998). En suma, el éxito de la colonización europea requirió que los europeos llegaran y trasmitieran enfermedades epidémicas del viejo mundo (viruela, sarampión, peste, tifus) a los indios que tenían poca inmunidad, es decir, fue la enfermedad fatal del Viejo Mundo la que mató más efectivamente en el Nuevo[76] (Crosby, 1967).

El trabajo de Merchant *The Theorical Structure of Ecological Revolutions,* de 1987, utiliza cuatro procesos asociados para analizar la relación entre los indios y los colonizadores dentro del ambiente de Nueva Inglaterra entre 1600 y 1850: el ecológico, la economía

[76] Los historiadores han demostrado el incremento de la influencia de la enfermedad en la historia, particularmente en la historia del Nuevo Mundo. No hay duda que la enfermedad fue un importante factor en el decline de las poblaciones de los imperios Azteca e Inca y es altamente probable que la gran mortandad fue por enfermedad epidémica, especialmente manifestada en suelo virgen. Las epidemias de suelo virgen tendían a ser especialmente mortíferas ya que la población autóctona tiene un riesgo mayor derivado de sus bajas defensas inmunológicas (hipótesis de debilidad genética). En su trabajo, Crosby señala las diferencias inmunológicas entre poblaciones. Ejemplifica con la epidemia de la viruela y sus efectos en soldados estadounidenses (durante la Guerra Civil) y en poblaciones vírgenes, como los aztecas o incas. Los soldados estadounidenses fueron afectados en menor medida que los indios, ya que los primeros habían estado expuestos a la viruela en su niñez, por ello, contaban con defensas inmunológicas (Crosby, 1967, 1976).

humana, el cognoscitivo y la reproducción humana (biológica y social). Debe destacarse que Merchant integra la perspectiva de género en la historia ambiental. La autora considera que el hombre y la mujer impactan de manera diferente la naturaleza, dependiendo del rol que jueguen en la producción (Merchant, 1990).

Cronon, en su trabajo *Changes in the Land: Indians, Colonialists and Ecology of New England,* de 1983, adiciona la dimensión económica a la ecológica y biológica. Lo económico significa que las sociedades otorgan valor a los componentes de un ecosistema, y hacen de ese valor estructuras de pensamiento que se aplican al intercambio de bienes, trueque, comercio y de ritos. Muestra como cada grupo cambia el paisaje a través del proceso económico y ve el cambio ecológico como dialéctico en la medida en que los cambios en la naturaleza implican, al mismo tiempo, cambios en la propia sociedad humana. Los colonos cambiaron el paisaje de Nueva Inglaterra de una manera más destructiva e irreversible que los indios, al explotar los recursos destructivamente (Cronon, 1993; Leibhardt, 1998; Steward, 1998).

McEvoy, en *The Fisherman´s Problem: Ecology and Law in the California Fisheries, 1850-1980,* de 1986, discute el cambio ambiental en las industrias pesqueras de California, los cambios en las formas de producción (industrialización de las pesqueras) y los cambios en las leyes y regularización de las pesquerías. McEvoy encuentra que la industria pesquera en California sigue un patrón de agotamiento, caracterizado por la transferencia de capital a empresas pesqueras que acababan un stock atrás de otro. Este patrón surge del fomento a la industrialización y comercialización de la pesca, promovida por las políticas de las autoridades pesqueras de California, las cuales han estado desenfocadas de los problemas reales e históricos.[77] Para McEvoy un tema clave son las ventajas de la heterogeneidad de las

[77] McEvoy encuentra que las instituciones y las tácticas de las agencias de gobierno modernas que combaten los problemas pesqueros, incluyen en sus políticas diversos elementos como los conflictos étnicos, conflictos fratricidas en la industria, el cambio del clima y los progresos industriales. Muchos de estos problemas han tenido poco que ver con el pasado o con la actualidad. Esto, a pesar del hecho de que California ha sido históricamente una de las jurisdicciones más progresistas de Estados Unidos en el desarrollo de nuevos métodos de manejo de pesquerías, y ha proporcionado a menudo el modelo para agencias hermanas en otros estados y a nivel federal (McEvoy, 1981).

comunidades pesqueras de California,[78] las cuales han desarrollado sus propios métodos de asignación y usos de pesca (McEvoy, 1981; Demeritt, 1994; Leibhardt, 1998; Steward, 1998).

Para fines de 1988, Woster expande y elabora sus ideas en *The Ends of the Earth*, simplificando la historia ambiental en "el rol y lugar de la naturaleza en la vida humana". Este autor utiliza tres ideas básicas: primero, entender la naturaleza por sí misma (cómo ha sido la naturaleza, cómo se ha organizado y cómo ha trabajado); para ello propone apoyarse en las ciencias naturales. Segundo, analiza la interacción de lo socioeconómico con la naturaleza (herramientas, trabajos, relaciones sociales y modos de producción). Y, tercero, estudia el discurso consciente y las manifestaciones inconscientes sobre la naturaleza, como los mitos, leyes, posturas éticas, percepciones y otras estructuras del pensamiento (Williams, 1994; Woster, 1995 [1977]).

Foster, en su trabajo *The Vulnerable Planet. A Short Economic History of the Environment,* de 1994, considera que "la transformación humana de la tierra ha alcanzado un punto sin precedentes en escala, tasa y tipo de cambio ambiental. Y que esta transformación aumenta las posibilidades de llegar a umbrales críticos asociados a la naturaleza finita de la exosfera, con resultados desastrosos para la vida de la tierra" (Foster, 1994, pp. 22-23). La principal contribución de este autor, es señalar que la relación entre humanos y naturaleza depende de las formas de producción:

> Empezando con el desarrollo de la agricultura 10,000 años atrás, toda forma de organización social de producción ha contribuido a la destrucción del ambiente. La relación humana con la naturaleza no ha sido uniforme. Como la producción se desarrolla, la relación entre naturaleza y sociedad cambia… (Foster, 1994, p. 35).

Más aun, para Foster (1994 y 2005) es necesario reconocer que la crisis de la tierra no es una crisis de la naturaleza sino una crisis de la sociedad:

> …la solución debe envolver la transformación de relaciones históricas a escala global para formar una relación sostenible entre la naturaleza y la sociedad" (Foster, 1994, p. 12).

[78] Desde 1840, California cuenta con una diversidad de pescadores, desde indios americanos hasta asiáticos y mediterráneos, los cuales han competido para adaptar sus gustos particulares, métodos de producción y tácticas reguladoras del agua en California (McEvoy, 1981).

Este enfoque debe mucho a los previos escritos de Mumford, y profundizan metodológicamente en un sentido semejante.

Stine y Tarr, en su artículo *At the Intersection of Histories: Technology and Environment,* de 1999, muestran que la historia de la tecnología ha empezado a poner atención a la interacción tecnología-ambiente; siendo que por muchos años la historia de la tecnología se enfocó en el "progreso tecnológico" y poniendo escasa atención a las consecuencias sociales y ambientales. Luego fueron incorporadas las consecuencias sociales de los cambios tecnológicos, con la llamada nueva historia social; y más tarde las consecuencias ambientales. Esta tendencia de la "nueva historia social", no significa que en el pasado los historiadores hayan excluido la interacción tecnología-ambiente. Lewis Mumford, por ejemplo, escribió acerca de los efectos de la tecnología en ambientes urbanos, en 1930; y los trabajos de Leo Marx, *The Machine in the Garden,* en 1964; Fisher, *Workshops in the Wilderness,* en 1967; y Kasson, *Civilizing the Machina,* en 1976; representaron el marco que permitió determinar las extensas implicaciones ambientales de la tecnología (Stine & Tarr, 1999).

En años más recientes, se han elaborado algunos trabajos con perspectivas más amplias. Tal es el caso de los estudios de McNeill, *Something New Under the Sun. An Environmental History of the Twentieth-Century World* de 2000, y de Simmons, *Environmental History: A Concise Introduction,* de 2003.

McNeill (2000) se interesa por la interacción entre "la historia del planeta" y "la historia de la población". Para este autor los humanos hemos impactado a nuestro planeta profundamente en el siglo XX, ya que utilizamos "diez veces más energía que los mil años que preceden a 1900". Para McNeill la energía utilizada es la clave para determinar los impactos en el ambiente. El objetivo de *Something New Under the Sun* es resaltar que el siglo veinte muestra un gran cambio ambiental provocado por la escala e intensidad de la actividad humana —aceleración de procesos que traen cambios ecológicos—. Este cambio ambiental ha provocado repercusiones tanto sociales como políticas y económicas, por ello es necesario

analizar de manera conjunta la historia moderna ecológica y la historia socioeconómica de la humanidad (McNeill, 2000).

Simmons (2003) considera que las culturas humanas cambian la naturaleza de acuerdo al periodo en que se desarrollan, lo cual significa que la naturaleza se modifica en grados diferentes que varían con el tiempo. Para dar sustento a su afirmación Simmons, considera que, aceptando que la introducción de los humanos dentro del nuevo mundo fue vía estrecho de Bering, las extinciones son parte de la expansión de los cazadores hacía las regiones del sur, la cual, supone que los cazadores recolectores modificaron en gran medida su entorno. Ejemplos de estas extinciones son: el pájaro moa en Nueva Zelanda que sucumbió dentro de unos pocos años en los que los primeros pobladores llegaron; lo mismo sucedió en Madagascar con un pájaro llamado Aepyrnis y con los hipopótamos enanos, y en Java con la población de elefantes enanos. Otro ejemplo del impacto humano sobre la naturaleza es el de Australia, donde los habitantes aborígenes usaron el fuego para cazar, limpiar la tierra y comunicarse, con una estimación de 5,000 incendios de arbustos por año a inicios del siglo XIX. El fuego en Tasmania fue utilizado para convertir bosque meridional maduro de la haya a bosque de sequía-tolerante (Simmons, 2003). Este autor, utilizando ejemplos de extinción de animales y de destrucción de bosques, afianza la aseveración de que las sociedades primitivas no tenían necesariamente una relación armónica con la naturaleza. Y que realmente los cazadores, recolectores y agricultores tempranos afectaron su ambiente negativamente para las generaciones subsiguientes.

Como pudo apreciarse en la apretada reseña anterior, a partir de los años ochenta se da la expansión académica y la complejización teórica de la historia ambiental. Ésta se enriquece al incorporar dimensiones anteriormente no presentes, tanto temáticas como de enfoque. Y, más allá de las diferencias entre los autores y/o corrientes, ciertos aspectos pasaron a ser reconocidos como integrantes de la historia ambiental, entre ellos: el ser humano formando parte de la naturaleza en lugar de como algo externo a ella que la modifica a voluntad; la actividad humana con resultados ambientales no siempre buscados o inciertos, conduciendo a procesos a veces insustentables y a veces sustentables; la importancia del tipo de economía y de las estructuras sociales (incluyendo las relaciones étnicas, de género y otras) para entender

la relación con el medio ambiente; y también el papel de la ideología, las percepciones y los mitos en el comportamiento con el ambiente.

3.1.3 Enfoques que resultan más prometedores para entender la relación sociedad-naturaleza

La historia ambiental ha logrado consolidarse a lo largo de las últimas dos décadas. El tema común predominante en las historias ambientales es encontrar la lógica de la relación entre la especie humana y la naturaleza, y los impactos que derivan de esta relación (Galafassi, 2001). No obstante, la gran cantidad de autores, sus diferentes posiciones teóricas y metodológicas y bajo el riesgo de ser esquemáticos, puede ser útil distinguir dos grandes enfoques:

Enfoque técnico

Agrupa tanto a aquellos que enfatizan el carácter intrínsecamente depredador o degradador de la sociedad humana con su ambiente, al tiempo que promueve la conservación de la naturaleza o una "ética de la tierra", como a quienes acentúan los límites físicos del ecosistema Tierra enfrentados a la lógica de la producción ilimitada moderna.

a) Aquellos que enfatizan el carácter depredador o degradador de la sociedad humana con el ambiente tienen, por lo regular, una visión unilateral, donde es el ser humano quien afecta un ambiente que, de otra forma, permanecería en equilibrio. Esta visión incluye la perspectiva idealista, donde la "ideología" es la responsable del desarrollo de una ciencia y técnica degradante y depredadora. En esta perspectiva, el comportamiento destructivo del ser humano con el ambiente depende de las creencias y religión del ser humano. También el papel de la *tecnología* e industrialización en la crisis ambiental, se discuten en esta visión, señalando que la tecnología es la clave para entender las adaptaciones al medio ambiente. O dicho de otra forma, "los cambios tecnológicos e industriales son los responsables de la crisis ambiental contemporánea". Las variantes de este enfoque colocan el acento en la ideología, tecnología o en otros factores según sea el caso, pero siempre termina siendo la actividad humana genérica (entendida como la actividad del ser humano) la responsable de las crisis ambientales.

b) Los que enfatizan los límites físicos del ecosistema enfrentados a la lógica de la producción, tienen por lo general un enfoque bilateral donde el ser humano forma parte de la naturaleza, pero continúan con una visión antropocéntrica que acentúa que la destrucción a la naturaleza es en detrimento del propio ser humano. La visión antropocéntrica se puede observar en la gran mayoría de los historiadores ambientales que tratan el tema de historia ambiental, considerando seres humanos y naturaleza de manera disociada —separación a veces no explícita, lo que implica que se piensan a ellos mismos como bilaterales—, una naturaleza con sus leyes y una sociedad humana con las suyas. Proponen el observar la interacción entre éstos. Pero esto es incorrecto, no hay una naturaleza separada del ser humano, y tampoco una sociedad humana con leyes independientes de la naturaleza que le da su sustento. Como ejemplo de esta visión se encuentran los resultados inciertos en la investigación de Crosby que muestra cómo aun los resultados imprevistos son utilizados por unos grupos humanos para beneficiarse en detrimento de otros —podríamos hablar de resultados imprevistos e insustentables de la actividad humana—. El interés de los colonizadores no estaba en saquear o destruir la naturaleza, sino en tener ventajas relativas frente a otros humanos (los colonizados).

Este primer enfoque técnico, que incluye tanto las relaciones del ser humano sobre la naturaleza, unilaterales como bilaterales, plantea como solución —tanto a los impactos humanos sobre la naturaleza, como a los procesos sustentables e insustentables que genera el hombre— recursos técnicos para enfrentar la problemática de la destrucción de la naturaleza. Para algunos, la destrucción es por falta de recursos o por desconocimiento. Es decir, si hubiera los recursos técnicos para no depredar, no se depredaría. Si hubiera los recursos para recuperar el ecosistema, se recuperaría.

Enfoque social

Este enfoque señala que los impactos en el ambiente son resultado de una determinada fase histórica del desarrollo social con raíces en las relaciones productivas, es decir, que el tipo de relaciones sociales condiciona la actitud depredadora hacia la naturaleza externa. Asimismo,

considera que el hombre forma parte de la naturaleza, es decir, tiene una visión bilateral. En el enfoque social, el problema real es que la lucha entre los humanos provoca o puede provocar resultados desfavorables para la especie en su conjunto, aunque benéficos para sectores en particular. No se puede considerar que es la sociedad la que se enfrenta a la naturaleza sino las clases entre sí, que utilizan a la naturaleza para zanjar diferencias, obtener ventajas, explotar divisiones, etc. Por ello, no es la técnica ni la sobrepoblación ni la falta de conciencia la que provoca los problemas, sino los conflictos de clase entre los humanos.

La diferencia con el enfoque técnico no es trivial, ya que aquí se está haciendo énfasis en la manera en que las contradicciones al interior de la sociedad humana provocan una determinada actitud respecto a la naturaleza externa. De esta manera, el enfoque no acentúa la actividad genérica (indistinta) del ser humano con su entorno, sino la actividad pautada por contradicciones sociales (ajustada a intereses de grupos, clases, género, etc.). Este enfoque plantea como solución un cambio radical en las relaciones sociales que han obligado a la depredación. Es decir, no hay solución técnica por sí misma.

Si, desde el primer enfoque, pareciera un contrasentido que el ser humano realizara actividades nocivas para su propio futuro, el segundo enfoque explica cómo ventajas para determinadas clases o sectores sociales se pueden transformar en desventajas para la especie en su conjunto. Si, desde el primer enfoque, la naturaleza pareciera un ente separado de la sociedad humana que ésta última debe buscar proteger lo más próximo a su estado prístino, el segundo enfoque resalta que no tiene sentido hablar de naturaleza separada de la sociedad humana, ya que el ser humano es también naturaleza y sus propias contradicciones sociales deben ser entendidas como parte de la historia natural en un sentido más amplio.

En suma, lo vital de la historia ambiental es considerarla como un instrumento para determinar qué es lo sustancial en la relación sociedad-naturaleza en los diferentes periodos temporales, desde un enfoque social. Efectivamente, estamos hablando de la historia ambiental no como evolución de la naturaleza sino como coevolución de la sociedad humana y la naturaleza externa. No existe, desde nuestra perspectiva, una naturaleza que evolucione por un lado y una sociedad humana que “altere” aquel dinamismo. Sociedad humana y su entorno son

una unidad. La sociedad es parte de la naturaleza y coevoluciona, no obstante, existan diferentes leyes que explican la dinámica de uno y otro.

La historia ambiental puede ser una herramienta metodológica que nos permite identificar cuales son los temas clave del pasado que nos explican la situación actual. Pero lo importante que se obtiene de esta revisión de trabajos de historia ambiental, es la propuesta de una perspectiva amplia —más allá de planteamientos o soluciones técnicas— que nos señala que las crisis de las sociedades son la clave para entender las crisis ambientales actuales.

3.2 Historia Ambiental de Zacatecas: la interrelación entre degradación humana y ambiental

La historia ambiental de Zacatecas es una historia de siglos de explotación que ofrece un claro panorama de la inextricable interrelación entre degradación ambiental y humana. Se utiliza en nuestro trabajo el concepto de ruptura metabólica, porque argumentamos que en la explotación mercantil colonial de la minería se encuentran los gérmenes de la ruptura metabólica que luego, el capitalismo extenderá por todo el globo terráqueo. El caso de Zacatecas es paradigmático de este proceso de ruptura del metabolismo externo a partir del periodo colonial, y prácticamente toda su historia gira en torno de la explotación minera.

El concepto de ruptura del metabolismo con la naturaleza externa fue planteado por Marx en *El capital*. Foster (2000) detalla cómo desde fines del siglo XVIII, economistas de la talla de Anderson, en Inglaterra, venían reflexionando sobre la viabilidad de la explotación agrícola bajo relaciones capitalistas. El problema radicaba en que, en Inglaterra, muchos de los suelos eran rentados, por lo tanto el arrendatario buscaba obtener el mayor rendimiento posible en el plazo de vigencia de su contrato, despreocupándose por la fertilidad a largo plazo; antes bien, su objetivo era "traspasar" lo más rápidamente posible la fertilidad de los suelos a los productos, con lo cual necesariamente se los expoliaba. Esta lógica llevaría, según Anderson, a la pérdida de fertilidad de los suelos y a la ruina de la agricultura capitalista inglesa. Además, Anderson compartía la preocupación, ya en boga en esos tiempos, de que los productos de la agricultura terminaban en las ciudades, de manera que el desperdicio de ellos también lo hacía.

De esa forma, los nutrientes integrados a los productos, en lugar de regresar en la forma de desechos al suelo, se perdían en el Támesis. Anderson fue tal vez el primero en señalar la conexión histórica entre las relaciones capitalistas (la renta capitalista en este caso) y la tendencia a la fertilidad decreciente en la agricultura. Y lo hizo doblemente, mostrando cómo la ciudad recibía los productos del campo, pero, además, cómo las relaciones sociales (terrateniente-capitalista) en la producción rural impedían una agricultura racional que mantuviera la fertilidad y la incrementara. Cuarenta años después de estas observaciones de Anderson, el químico Liebig, en Alemania, investigó el papel que los nutrientes (nitrógeno, potasio, fosfato) jugaban en el suelo y la agricultura. El problema de la fertilidad decreciente de los suelos bajo explotación mercantil era generalizado en Europa y entre 1830 y 1880 florecieron las industrias de abonos (por ejemplo, las importaciones y el procesamiento de guano del Perú). El tema de la fertilización del suelo se volvió objeto de estudio, ya no basado en la tradición de que el abono aumentara los rendimientos, sino en estudios científicos, como los de Liebig, que explicaban qué tipo de químicos requería cuál tipo de suelos. A este periodo y por esa razón, se le llamó la segunda revolución agrícola (siendo la primera de los siglos XVII y XVIII, basada en la rotación de cultivos, manejo de ganado, técnicas de riego, etc.; y siendo la tercera la de la mecanización a partir de 1940). ¡Para 1860 ya se habían saqueado todas las reservas conocidas de guano en el mundo! Y Liebig estaba convencido de la insustentabilidad de la agricultura capitalista (los fertilizantes sintéticos aparecieron apenas en 1913). Sostenía que la agricultura mercantil era un "sistema de expoliación" porque no restituía los nutrientes.

Para explicar el proceso de degradación del suelo (ruptura del metabolismo natural), Liebig importó el término de metabolismo de los fisiólogos; y a mediados del siglo XIX, el uso del concepto de metabolismo ligado al movimiento de energía y materiales entre organismos y ambiente ya era común. En Estados Unidos, el economista político Carey anotó que la separación del campo y la ciudad era un factor determinante de la pérdida de los nutrientes del suelo y de las crisis de rendimiento de la agricultura, y cuanto más se extendiera el comercio, más crítico se haría el problema (Foster, 2000).

Marx retomó a Anderson, Liebig, Carey, y otros, y también utilizó el concepto de ruptura del metabolismo. Pero, en lugar de restringirse al metabolismo natural de nutrientes,

como lo hacía Liebig, habló de la ruptura que la sociedad humana ejercía sobre la naturaleza externa, y explicó cómo las leyes de funcionamiento de la economía capitalista provocaban, forzosamente, lo que hoy se llamaría insustentabilidad. De esta forma, Marx y también Engels, interrelacionaron las leyes sociales con las leyes naturales. Marx y Engels, en los escritos sobre la renta del suelo, no solamente retomaron el argumento de Anderson en el sentido de que la separación del terrateniente del capitalista conllevaba la expoliación del suelo, sino que realizaron una serie de ejercicios numéricos mostrando las diferentes posibilidades en que las relaciones sociales afectaban la fertilidad del suelo.[79] Mostraron, por ejemplo, que en determinadas condiciones un suelo podía recibir inversiones suplementarias de capital obteniendo ganancias extraordinarias pero con rendimientos físicos decrecientes (Foladori, 2001a). Ésta, aunque sea una posibilidad, muestra claramente que el propósito de la explotación capitalista del suelo no tiene en cuenta los rendimientos físicos, que reflejan su fertilidad natural, y pueden llegar a extenuar el suelo en términos agronómicos, lo cual va contra toda lógica de explotación de los recursos naturales. Marx también llegó a explicar que bajo relaciones mercantiles, la separación jurídica de la propiedad respecto de la explotación del suelo no introducía diferencias en la forma y ritmo de explotación, que debía ajustarse al supuesto de la separación entre ambas figuras económicas (terrateniente y capitalista). Esto último fue de particular importancia en el caso de la fase mercantil (siglos XV-XVIII), antes de la revolución industrial, y para la explotación minera, donde el subsuelo pertenecía a la Corona española y era explotado mediante concesiones dadas a particulares.

Recientemente, este concepto de ruptura del metabolismo con la naturaleza externa fue retomado y desarrollado por Foster (2000); y reconstruido explícitamente para el periodo colonial por Moore. Foster (1994; 2000) localiza los orígenes del capitalismo durante la revolución industrial, y lo considera como una serie de sucesivas rupturas en el ciclo de nutrientes. Para Moore (2000) es innegable la ruptura metabólica que plantea Foster, sin embargo, argumenta que el periodo de transición al capitalismo se inició en el periodo colonial, donde la agricultura era el primer motor de degradación ecológica en la historia del

[79] Como editor de los manuscritos de Marx, correspondientes al tomo III de *El capital*, donde se incluye la teoría de la renta del suelo, Engels expande los ejemplos y desarrolla nuevas combinaciones de posibilidades. Por esta razón, señalamos a ambos autores como responsables de esta teoría.

capitalismo, y la industrialización fue ya una manifestación singular de la lógica histórica del capitalismo.

Aunque esta ruptura metabólica se relaciona históricamente con el surgimiento del capitalismo, que al desarrollar la industria, concentraba la población, las materias primas, los medios de producción, la infraestructura productiva y la infraestructura de vivienda y servicios en las ciudades, generando una tajante y profunda división campo-ciudad, puede ventajosamente utilizarse el concepto de ruptura del metabolismo con la naturaleza externa a la economía minera colonial. Esta economía mercantil aún antes del capitalismo provocó la misma división entre campo-ciudad y también se regía por la ganancia como móvil de la producción.

El concepto de ruptura metabólica es ejemplificado generalmente con la actividad agrícola; señala qué nutrientes y materias primas extraídas en el suelo rural se desplazan, en el cuerpo de los productos agrícolas, a las ciudades y centros productivos (a veces de un continente a otro) impidiendo la refertilización natural del suelo, lo que provoca un proceso de degradación continua de éstos. En nuestro caso, se utilizará el concepto de ruptura metabólica en la actividad minera colonial, la cual también generó una división centro-periferia, donde la riqueza material era sacada de la periferia —en el caso de la región de Zacatecas, la plata— y transferida a otro centro —España, y en último término, a Inglaterra, los Países Bajos y Alemania—. En este proceso, la tierra fue progresivamente expoliada bajo la premisa de la obtención de ganancias. Las características de la ruptura metabólica en la actividad minera son aun más brutales que en la agricultura; ya que en la minería los recursos no son renovables, por lo tanto, no existen alternativas de "refertilización"; las alteraciones en la topografía provocan nuevos desafíos, como el qué hacer con las grandes cantidades de suelo removido, que incluyen contaminantes y son traslados mediante erosión producido por el viento, la lluvia y las corrientes de agua; la actividad minera implica, además, riesgos mayores en seguridad y salud del trabajador que la actividad agrícola[80] —tanto accidentes derivados de la profundidad

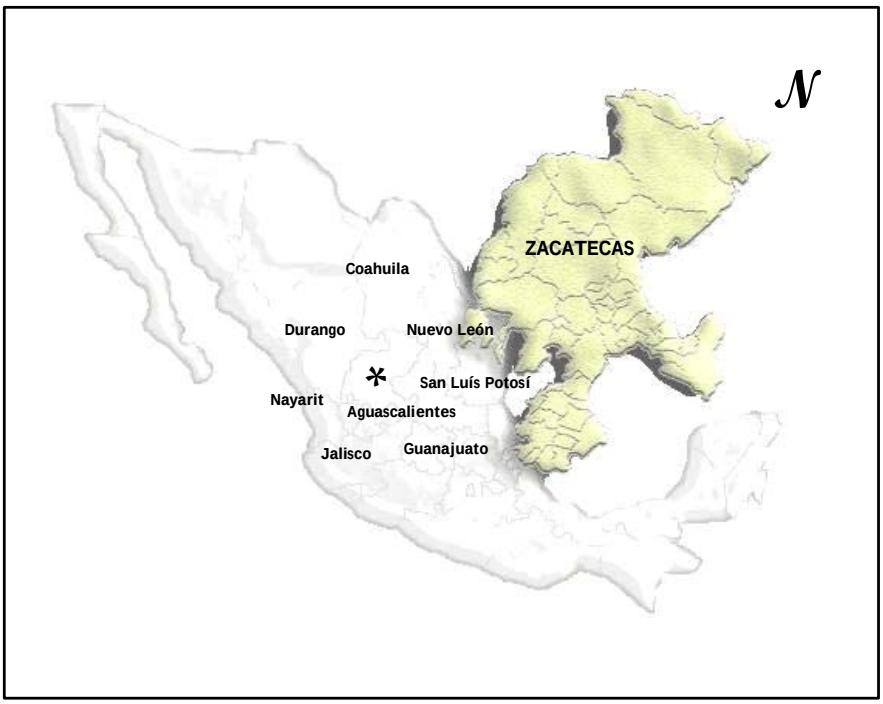
[80] Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2007), la minería es la actividad que produce más accidentes mortales y enfermedades entre sus trabajadores. Además, en ella participan millones de personas de manera informal, sin protecciones laborales ni seguros de salud.

y de gases venenosos, de los espacios reducidos, de los esfuerzos excesivos, de las lesiones ocasionadas por explosiones, derrumbes y de los equipos deficientes, como de los riesgos de enfermedades crónicas derivadas de la inhalación de materiales contaminantes y el polvo—; también en su fase de beneficio la minería conlleva la exposición a materiales y sustancias químicas, tal es el caso del mercurio utilizado en el método de amalgama —y después el cianuro—; y, los humos y vapores de azufre, plomo y escoria volcánica respirados por los trabajadores en las fraguas cuando se utiliza el método de fundición.

3.2.1 Los motores de la depredación en Zacatecas: el caso de la minería

Zacatecas se encuentra ubicado entre 21° 01´ y 25° 07´ latitud norte y entre 100° 43´ y 104° 22´ longitud oeste. Actualmente, representa el 3.8 % de la superficie del país con 74 668.67 km^2. Colinda al norte con Durango y Coahuila; al este con Coahuila, Nuevo León y San Luís Potosí; al sur con Guanajuato, Jalisco y Aguascalientes; y al oeste con Jalisco, Nayarit y Durango (INEGI, 2005) (figura 3.1).

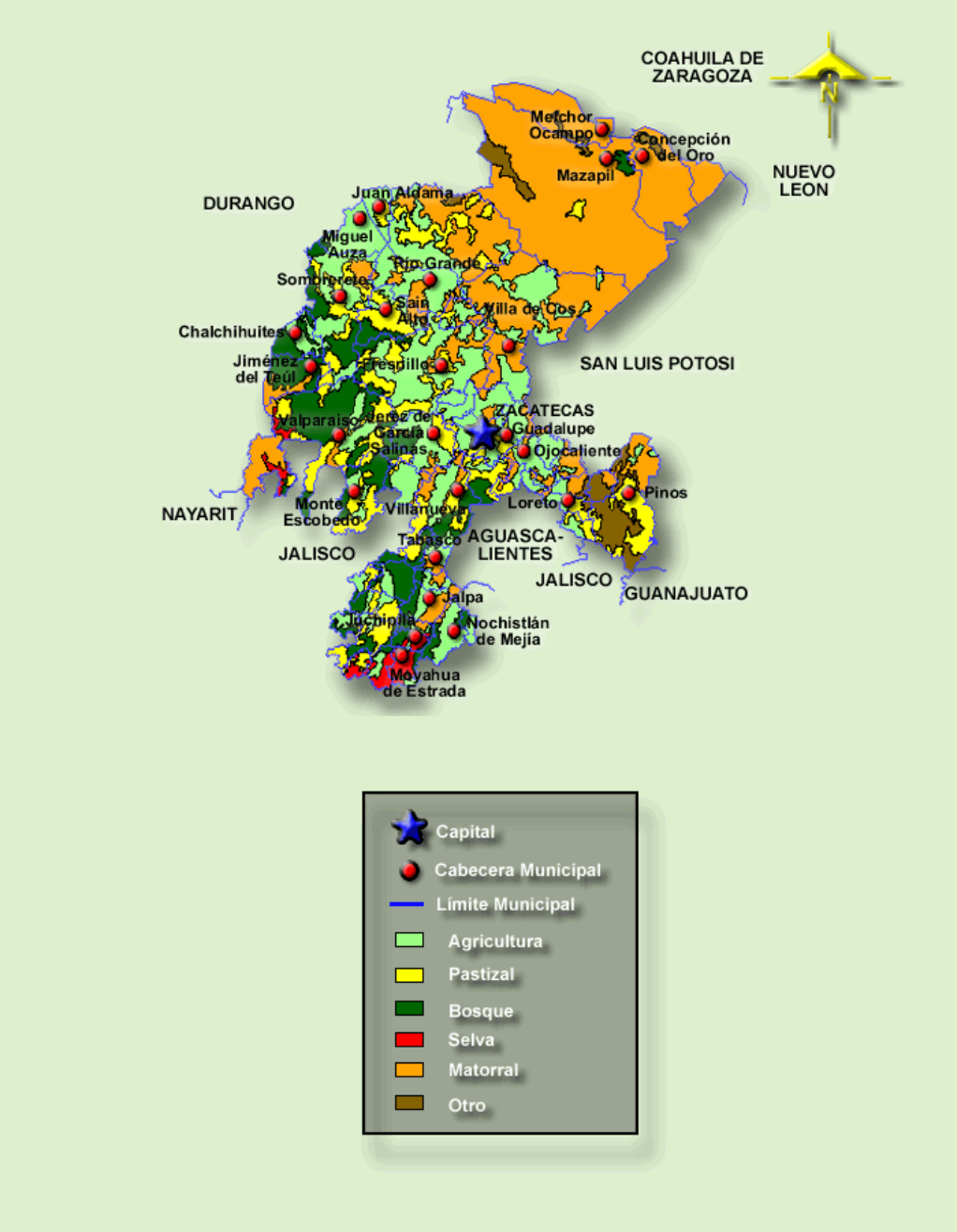
Figura 3.1. Localización geográfica del estado de Zacatecas



Sistema de Información Empresarial Mexicano, 2007.

Zacatecas tiene una gran diversidad de climas y topografía; presenta desde vegetación desértica a bosques de pino-encino, e incluso vegetación tropical en sus cañones[81] (figura 3.2).

Figura 3.2 Agricultura y vegetación en Zacatecas



Fuente: INEGI, 2007a.

[81] De la superficie del estado de Zacatecas, 27.39 % lo ocupan tierras de cultivo; el resto tiene la siguiente vegetación: 15.67 % de pastizales; 12.66 % de bosques; 1.94 % de selva; 38.82 % de matorrales; y, 3.53 % de otra vegetación (INEGI, 2007a).

El 85 % de la entidad es semiárido, el 12 % es subhúmedo y el 3 % es árido. De acuerdo a sus características geofísicas, la entidad se divide en tres zonas: la desértica, la de los valles y la de los cañones. En las zonas altas predominan temperaturas frías, pero también hay partes cálidas en el sur. En la mayor parte del territorio, el clima es templado, con una temperatura media anual de 16° C; su precipitación pluvial media alcanza 510 mm por año (IEMAZ, 2000; INEGI, 2005).

Las excepciones al panorama desértico de Zacatecas son la parte occidental y meridional: los valles de Valparaíso, Jerez, Tlaltenango e incluso Juchipila y Nochistlán. Éstas son regiones más cálidas y húmedas y, en consecuencia, más fértiles, por lo que ofrecen un contraste con la aridez de las zonas septentrionales (Langue, 1999, p. 24).

Humboldt describe el territorio de Zacatecas en 1822:

> El aspecto salvaje de las montañas metalíferas de Zacatecas presenta una singular contraposición con la gran riqueza de las vetas que encierran; esta riqueza se ha dejado ver (y es digno de notarse este hecho) no en las quebradas y parajes donde las vetas siguen el declive de las montañas, sino más frecuentemente en las puntas más altas, en lugares donde parece que la superficie del terreno ha sido desgarrada tumultuosamente en las antiguas revoluciones del globo (Humboldt, 2004 [1822], pp. 357-358).

Otra descripción del territorio la efectuó Arlegui en 1851

> En el continente de esta dilatadísima provincia, hay más de cien leguas de tierra árida e infructífera; pero es la más socorrida de oro y plata, siendo principio observado de esta provincia que nunca se descubren minas de oro ni plata en tierras fértiles y fecundas, sino en asperezas y sierras desiertas de arboledas y peladas, y así es común proloquio el decir que tierra abundante para cosechar no hace buen maridaje con minas de fundamento; y discurriendo a lo natural, pudiéramos decir que como para la producción de oro y plata, consume el sol lo más pingüe y sustancial de la tierra, por esta causa aparecen los cerros que la depositan desnudos de toda fecundidad y arboleda (José Arlegui, 1851, pp. 121-122, en Langue, 1999, p. 24).

En las zonas mineras contrasta la aridez y aspereza con su abundante riqueza mineral. Es común que donde existe actividad minera no se encuentren tierras fértiles para el cultivo (figura 3.3).

Figura 3.3 Zona minera de Vetagrande, Zacatecas

Foto: Patricia Rivera (mayo, 2006).

El dominio económico de la colonización

Para Moore (2000) el periodo de colonización significa el inicio del capitalismo, porque se buscaba explícitamente la acumulación primitiva de capital. Esta acumulación de capital se da, por un lado, mediante la apropiación de recursos materiales de zonas vírgenes o explotadas por poblaciones en fases precapitalistas de desarrollo; por otro, por la separación de los trabajadores precapitalistas de la tierra y su conversión en trabajadores asalariados. Esta privatización de los medios afectó a las grandes masas rurales, destruyendo las formas tradicionales de definir los derechos de acceso a los medios de producción y a los recursos naturales. Moore retoma los conceptos de Wallerstein, de centro y periferia, para ejemplificar cómo el centro utiliza los recursos de la periferia para reproducir este sistema capitalista. Lo que significa que el capitalismo no puede sobrevivir como un sistema de ciclo cerrado:

> El capitalismo no es sólo dependiente de nutrientes externos, más que eso, dado el imperativo de crecimiento incesable, requiere de una gran entrada de energía para reproducirse a sí mismo (Moore, 2000, p. 138).

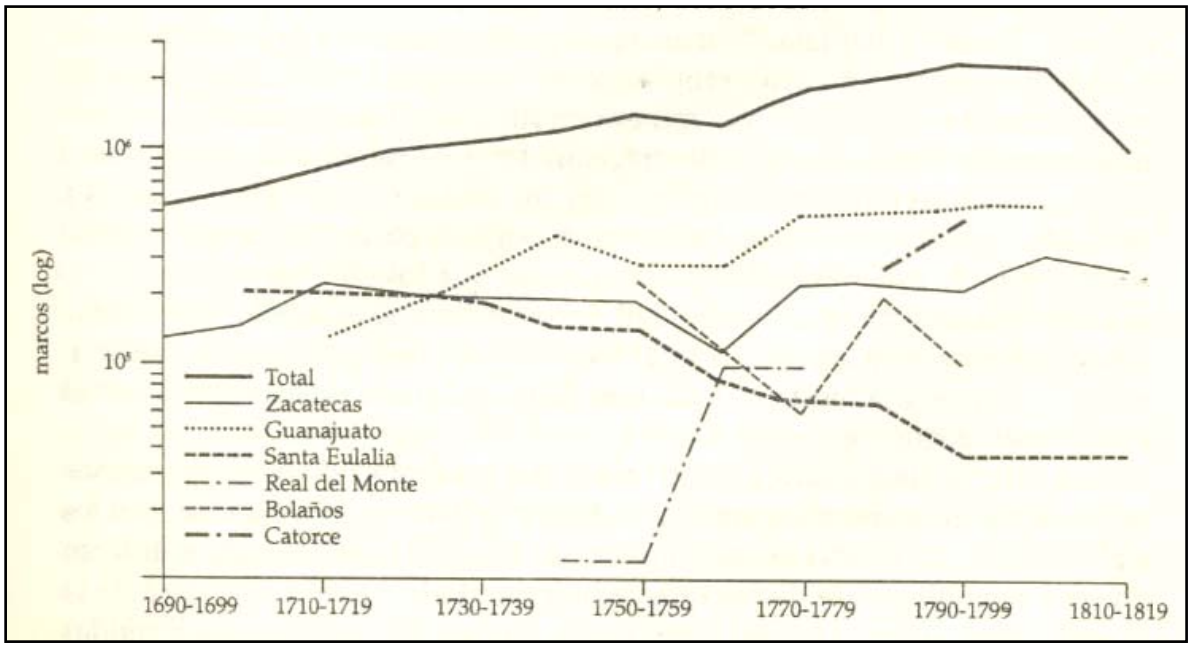
La explotación de la minería colonial de Zacatecas representa un ejemplo concreto de ruptura metabólica. Para la acumulación primitiva europea los recursos minerales —especialmente la plata y el oro de Zacatecas— eran transferidos al centro (España), con el objetivo de la acumulación de riqueza, generando nuevas relaciones económicas, políticas y administrativas. Esta ruptura del metabolismo conllevó también una reorganización ecológica.[82]

Desde su fundación en 1548, Zacatecas se definió básicamente por su organización social en torno al desarrollo minero (Bakewell, 1976). Este desarrollo provocó varios cambios en las relaciones de producción, en el saqueo de los recursos no renovables, en la explotación de los recursos renovables, en la desintegración social, en la destrucción de recursos culturales (exterminación de la población autóctona, es decir, de los chichimecas), en el patrón de enfermedades, etcétera.

Durante el siglo XVI no existía vacilación sobre la importancia de Zacatecas y sus sátelites (Pánuco, Fresnillo, Mazapil, Nieves, San Martín, Sombrerete, Chalchihuites, etc.) como la región minera más importante del virreinato. La bonanza zacatecana rebasaba por mucho a aquella del resto de la Nueva Galicia (Guachinango, Xocotlán, Espíritu Santo, etc.) o de la Nueva Vizcaya (Cuencamé, Indeé y Santa Bárbara) (Bakewell, 1976; Enciso, 1992). La importancia de Zacatecas dentro de las regiones mineras sólo fue superada, ya para el siglo XVIII, por Guanajuato, con su mina la Valenciana, y, a finales de la vida colonial, por Real de Catorce (San Luís Potosí)[83] (Humboldt, 2004 [1822]) (figura 3.4).

[82] Como señala Quadri (1997, p. 209), "a toda transformación o cambio social relevante corresponde, para bien o para mal, una transformación ecológica o ambiental, quedando sociedad y naturaleza firmemente articuladas".
[83] Los distritos mineros de Guanajuato, Zacatecas y Real de Catorce producían más de la mitad de los 2.5 millones de marcos de plata que eran exportados cada año a Europa y Asia por los puertos de Veracruz y Acapulco; tan sólo la veta de la Valenciana, en Guanajuato, a principios del siglo XIX, producía un cuarto de la plata mexicana y la sexta parte de toda la América (Humboldt, 2004 [1822]).

Figura 3.4 Producción de plata en la Nueva España. Promedios decenales 1690-1819



Fuente: Langue, 1999.

Para el año de 1552, apenas seis años después del arribo de los españoles, se designó a Zacatecas como sede de la Real Caja de la Nueva Galicia (Bakewell, 1976, p. 31); este acontecimiento deja entrever claramente la importancia de la zona para la Corona española.[84] Pero, a pesar de eso, no fue hasta el año de 1585 que se le otorgó el título de ciudad (Enciso, 1992).

En relación al crecimiento de la ciudad, García señala:

> Desde el año 1550, la producción de plata fue el principal factor que determinó el desarrollo económico y social de Zacatecas y, en torno a ésta, se organizaron los asentamientos poblacionales. Los lugares cercanos a las minas y a las haciendas de beneficio fueron rápidamente ocupados y a partir de esos espacios comenzó a crecer la ciudad (García, 2000, p. 34).

[84] Zacatecas conservaba todavía a principios del siglo XVIII el estatus de principal centro minero de la Nueva España; producía en ese entonces, cerca de la cuarta parte de la plata de la Nueva España. De 1700 a 1803, la acuñación de monedas de plata pasó en Nueva España de 3.3 millones de pesos a 23.1 millones. En ese último momento, la intendencia de Zacatecas ocupaba el tercer sitio de las regiones productoras de plata en Nueva España, detrás de Guanajuato y San Luís Potosí (Humboldt, 2004 [1822]).

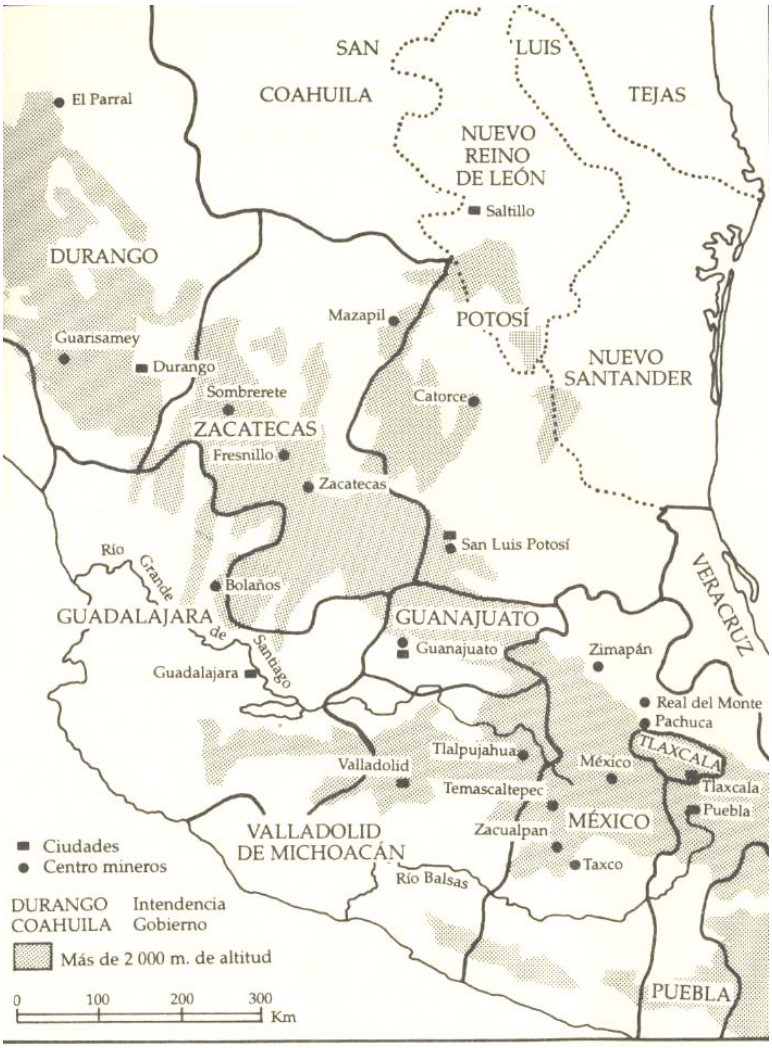
La bonanza de plata en la región de Zacatecas —y su posibilidad de expansión productiva—, determinó el carácter de asentamiento permanente y su desarrollo económico y social.

El intercambio comercial de Zacatecas con el resto del virreinato y del mundo, implicó tanto un flujo permanente[85] de insumos proveniente del exterior para el adecuado desarrollo de la producción minera, como una salida constante de metales preciosos —principalmente de plata— hacia el continente europeo y asiático.

La dinámica normal de la minería, es altamente disruptiva desde el punto de vista ecológico, moviendo materiales en gran escala. Además, a diferencia de la explotación agrícola, donde los insumos introducidos (e.g. abono) no iban en detrimento de los suelos y de la fertilidad (o de la sustentabilidad ecológica, en términos modernos), en la minería, si se practica el método en patio —como se hacía en Zacatecas, Vetagrande, Pánuco, Pinos, Fresnillo, Nieves y Chalchihuites—, los requisitos del beneficiado (e.g. mercurio) eran productos altamente tóxicos. Esto no ocurrirá en la agricultura sino hasta la introducción de los fertilizantes contemporáneos, pesticidas, funguicidas, plaguicidas y otros productos sintéticos. La minería se adelantó en siglos a este proceso de degradación ambiental. De esta forma, a la ruptura del metabolismo por la vía de la redistribución de la materia y de las relaciones sociales de producción movidas por la ganancia, se agregó el movimiento y concentración de materiales entre ecosistemas claramente disruptivos de los ciclos naturales. Pero Zacatecas, al igual que otros centros mineros (figura 3.5), era zona esencial para los ingresos de la Corona (Burnes, 1990; García, 2000). "Tales contribuciones se enviaban a España o se aplicaban a las necesidades financiero-administrativas del gobierno colonial" (García, 2000, p. 79).

[85] La cantidad de plata exportada de la Nueva España a España, entre 1770 a 1810, alcanzó 27´250,000 pesos (Garner, 1992, en García, 2000, p. 79). Sólo a finales de la primera década del siglo XIX, el flujo de plata zacatecana disminuyó temporalmente, por la utilización de fondos para consolidar el ejército de la ciudad contra los insurgentes (García, 2000).

Figura 3.5 Principales centros mineros del centro y centro-norte de la Nueva España



Fuente: Branding, 1975.

Durante los primeros años de colonización en Zacatecas, la producción minera no mostró grandes fluctuaciones; las que aparecen se atribuyen al descubrimiento de nuevas vetas y reales, a la escasez de mano de obra —a fines de la década de 1570-1580— y a la guerra con los chichimecas (Burnes, 1990).

En el siglo XVII destacan dos periodos de florecimiento (1615-1635 y 1670-1690) y dos de depresión minera en la región de Zacatecas (1635-1670 y 1690-1705). El florecimiento del primer periodo derivó del auge minero de las partes donde más adelante se iba a asentar

Vetagrande y de la región de Loreto (Tepezalá y Asientos de Ibarra), así como por la disponibilidad oportuna de mercurio y mano de obra; y, posteriormente, el segundo periodo se debió a la bonanza de Sombrerete, donde se obtenía metal de alta ley mediante el método de fuego. Por el contrario, los periodos de depresión, se caracterizaron por la escasez de mercurio; por las políticas de la Corona de ya no dar más plazos en el pago de impuestos y de los insumos que ella facilitaba (mercurio y sal); por una serie de epidemias; por la migración indígena a otros centros minero en bonanza; por las inundación en las minas; por las sequías recurrentes (Burnes, 1990); y durante la primera de las mencionadas épocas, por falta de abasto y avío de productos europeos a causa de la Guerra de Treinta Años que impedía el puntual envío de la flota anual desde España a América.

En el siglo XVIII, de 1720 a 1750, se dio un largo periodo de prosperidad minera; un ejemplo de ello fue el año de 1732, cuando en la ciudad existían 25 haciendas de beneficio que utilizaban el procedimiento de amalgama y 20 fraguas de fundición. Contrasta el año de 1767 —fase de depresión minera—, cuando sólo operaban cinco molinos y dos fraguas (Brading, 1975, pp. 269-270 en Burnes, 1990, p. 51).

De 1750 a 1770, la industria minera en Zacatecas enfrentó problemas internos, relacionados a la escasez de mercurio y de capital; la solución a este problema fueron nuevas fuentes de crédito tales como las que facilitaban los mercaderes de plata de la ciudad de México. Aunado a estos contratiempos, se descubrieron en la región de Bolaños ricas vetas de plata y pronto se estableció un centro minero, afectando de manera negativa los ingresos de la Real Caja de Zacatecas (Burnes, 1990; Carbajal, 1999) (cuadro 3.2). Sin embargo, es significativo señalar que Zacatecas se mantuvo dentro de las primeras regiones mineras hasta finales de la época colonial; el valor medio anual de la plata producida fue de dos millones de pesos (Brading, 1975, p. 269, en Burnes, 1990).

Cuadro 3.2 Periodos de auge y depresión en la producción minera de la región de Zacatecas

Siglo	Periodo	Características de la época	Comentarios
XVI	1546-1600	No hay grandes fluctuaciones	Las fluctuaciones que aparecen pueden atribuirse a tres factores: el descubrimiento de nuevas vetas; a escasez de mano de obra causada por la gran epidemia de fines de la década de 1570; y, por la Guerra Chichimeca.
XVII	1615-1635	Florecimiento minero	Auge derivado de las minas de Vetagrande y Loreto; y adecuada disponibilidad de mercurio.
	1635-1670	Depresión	Escasez de mercurio; políticas de cobro forzoso de la Corona (mercurio y sal) emprendidas en 1634; falta de mano de obra, abandono de mineral, enfermedades o migración indígena, inundación de minas, sequía que provocaba aumento de precios y muerte de animales.
	1670-1690	Florecimiento minero	Bonanza de las minas de Sombrerete.
	1690-1705	Depresión	Escasez de mercurio, falta de mano de obra, abandono de mineral, enfermedades o migración indígena, inundación de minas, sequía que provocaba aumento de precios y muerte de animales.
XVIII	1720-1750	Largo periodo de prosperidad minera	Gran número de haciendas de beneficio.
	1750-1770	Depresión	Escasez de mercurio y capital. Descubrimiento de grandes depósitos de plata en Bolaños.
	1770-1803	Florecimiento minero	Se implementaron las Reformas Borbónicas que tenían como objetivo incrementar la producción minera, por lo tanto, la Corona eliminó el impuesto sobre la plata llamado "señoraje", disminuyó el diezmo en un 50 %,[86] y bajó el precio del mercurio.

Fuente: Elaboración propia con datos de Bakewell, 1971; Branding, 1975; Burnes, 1990.

En la última etapa del periodo colonial, a finales del siglo XVIII (1765-1789), con las Reformas Borbónicas,[87] se promovió, desde España, una reestructuración política comercial,

[86] Normalmente se cobraba el Quinto que correspondía al 20 %; en el norte, se cobraba solamente la mitad de este porcentaje, es decir, el diezmo, y en este periodo se rebajó a la mitad, por lo tanto, solo se pagaba un 5 %.

[87] "Las políticas fiscales desde el decenio de 1760, fueron exitosas porque lograron una extracción del volumen creciente de caudales a partir del establecimiento de nuevos impuestos y tarifas impositivas, la introducción de

económica y administrativa de las Colonias Americanas. Estas reestructuraciones tenían el objeto de fomentar y favorecer el desarrollo peninsular (Burnes, 1990; Carbajal, 1999) y redefinir las relaciones de la península con las colonias. Los fines concretos eran: el debilitamiento de los monopolios comerciales; la reducción del contrabando y el control efectivo del mercado colonial; y el impulso del sector manufacturero español[88] (Burnes, 1990; Carbajal, 1999).

La reestructuración de la política comercial tuvo como finalidad reorientar el flujo de mercancías entre la metrópoli y sus colonias americanas, con objeto de regular y debilitar al grupo de mercaderes que dominaba el comercio interoceánico y provincial. Este cambió fue muy importante para el virreinato novohispano ya que recibió una gran cantidad de artículos europeos que saturaron en poco tiempo los mercados locales. En apoyo a esta política, al impuesto *alcabala,* "derecho real que se cobra de todo lo que se vende o permuta", se le dio estricto cumplimiento. De esa forma, a las mercancías en circulación se les fijaba dicha tasa, lo que generó la necesidad de un estricto registro de aduanas (Carbajal, 1999).

La reforma económica promovida por la Corona, se manifestó en la promoción del gremio comercial en la minería —ya que en la segunda mitad del siglo XVIII, el sector minero se encontraba en una crisis general derivada de problemas de descapitalización—; en la disminución de la carga fiscal sobre la actividad minera; y en la reducción del precio del mercurio (Carbajal, 1999).

En lo administrativo se creó el sistema de "Intendencias" en todos los dominios de España. En la Nueva España eran doce entidades: México, como General de Ejército; y las provincias de Durango, Zacatecas, Guadalajara, Oaxaca, Puebla, San Luís Potosí, Sonora,

---

una serie de estancos (como del tabaco) y una mayor profesionalización y coordinación contable de la burocracia" (Marichal, 1999, p.25).

[88] "Las condiciones en España, una región atrasada, periférica y dependiente de Europa occidental en el siglo XVIII, presionaron al gobierno de Madrid a modificar los sistemas administrativos y comerciales. El factor decisivo fue la amenaza sobre la ruta comercial transatlántica de los comerciantes ingleses que trabajaban desde Jamaica, inundando los mercados coloniales con mercancías más baratas y de mejor calidad que las manejadas por España" (Burnes, 1990, p. 86).

Valladolid, Veracruz y Yucatán.[89] Este sistema perduró hasta la consumación de la Independencia (Burnes, 1990). Esta reestructuración tuvo como finalidad facilitar el control económico sobre los territorios de la Nueva España.

En este periodo de fines del siglo XVII y principios del siglo XIX, la Nueva España se caracterizaba por ser la economía colonial más sólida de la monarquía española, que representaba por lo menos dos tercios de su ingreso imperial neto (Carbajal, 1999, p. 16). Así, se cumplió el objetivo propuesto de reconquistar el control económico de la Nueva España, traducido en un aumento en la productividad minera. Sin embargo, las reformas y modificaciones no mejoraron las condiciones de trabajo y de vida de los obreros mineros (Burnes, 2006).

La formación del sistema señorial

Derivado de la acumulación económica y política en la región se definió una estructura jerárquica. En la punta de la pirámide social se encontraban los grandes mineros, los importantes terratenientes, los ricos comerciantes y las familias nobles, de origen español o criollo, que dominaban al resto de la población: españoles pobres, indios, negros, mulatos y mestizos (García, 2000). La forma de relación de los habitantes de la ciudad implicaba el establecimiento de redes de convivencia definidas por el clientelismo y la solidaridad con los poderosos mineros, propietarios de las minas y de las haciendas de beneficio, terratenientes, comerciantes y funcionarios de la Corona (García, 2000).

Como lo señala Enciso (1995):

> La jerarquización de los hombres que implica la discriminación basada en la actitud para gobernar de unos y de otros para obedecer, se fundamentaba en circunstancias de carácter económico en la república de mineros (Enciso, 1995, p. 11).

[89] Después de implementado el sistema de intendencias, mediante el cual fue trazado el futuro estado de Zacatecas, la única modificación de su territorio fue la separación de Aguascalientes —de acuerdo a la ley del 23 de mayo de 1835, que modificaba las disposiciones territoriales de la Constitución de 1824, y en base al decreto del 30 de diciembre de 1836— que en el año 1846 ya figuraba como Estado de la Federación (Burnes, 1990, pp. 28-29).

El ser propietario de una o de varias minas en explotación era la condición para ser candidato a diputado de minas. Cuatro diputados de minas elegidos anualmente formaban la institución llamada Diputación de Minas, [90] la cual gobernaba las minas, junto con un alcalde mayor, nombrado por la Audiencia de la Nueva Galicia, entre 1549 y 1580. A partir de 1580, en lugar del alcalde mayor, fue enviado un corregidor, que recibió su nombramiento directamente de la Corona; y en 1585, después de haber recibido el título de ciudad, se instaló el Cabildo, lo que significaba que la Diputación de Minas pasó a un segundo plano hasta finales del siglo XVIII, cuando recuperó parte de su importancia[91] (Enciso, 1992).

Desde el principio de la colonización, la Corona española se ocupó de reglamentar, mediante cédulas reales y otros medios legislativos, todos los aspectos de la vida de los territorios conquistados. Las más relevantes eran las "Ordenanzas de descubrimiento, nueva población y pacificación de las indias", para la fundación de nuevas ciudades, dictadas por Felipe II en el año de 1573 (García, 2000).

A pesar del control normativo y económico de la Corona sobre la región minera de Zacatecas, un elemento relevante en las relaciones de poder fue la distancia de la ciudad de Zacatecas respecto a la capital del virreinato y de España.

Como señala García (2000):

> Fue una ciudad caracterizada por la poca voluntad de obediencia al poder central, por parte de los dueños de las minas y haciendas, incluyendo a sus trabajadores (García, 2000, p. 187).

[90] En los descubrimientos metalúrgicos más representativos se instauraban diputaciones de minas, tal es el caso de la diputación de minas de Zacatecas, en 1553; de San Martín, Sombrerete y Chalchihuites, alrededor de 1555; Nieves, en 1564; Mazapil, en 1568; San Demetrio y Fresnillo, en 1566 (Gerhard, 1993). Según Enciso (1992, p. 2), "la diputación de minas es una institución creada por las autoridades coloniales, especialmente para la administración de importantes asentamientos y distritos mineros que por su trascendencia productiva, y atendiendo a la naturaleza de su actividad, precisaban de un expreso control…" "la diputación de minas tenía como finalidad ser una institución auxiliar en el control de los ingresos reales en todos los distritos mineros, al parejo de la formación y ascenso del influyente grupo de propietarios mineros en la colonia" (Enciso, 1992, p. 7).

[91] El papel de alcalde mayor en la Diputación era el de presidir los reuniones y las sesiones electivas de diputados cadañeros. Al mismo tiempo, manejaba un considerable número de facultades jurisdiccionales, entre ellas, ejercer justicia civil y penal en primera instancia en la jurisdicción de las Minas de los Zacatecas (Enciso, 1992).

Este problema, provocó que en la ciudad de Zacatecas se definieran pautas propias de funcionamiento que la dotaron de personalidad propia.

La oligarquía nunca fue muy amplia para ser representativa de la población total de las minas. Como señala Burnes (2006):

> …las actividades mineras sólo han estado al alcance, por lo general, de los grandes grupos económicos que le han dado, en su mayor parte, una estructura propiamente oligopólica e incluso monopólica (Burnes, 2006, p. 41).

Este número reducido de señores y señoras de minas determinó la gran acumulación de los medios de producción (minas, avío, tierras) en pocas manos. Bakewell (1976, p. 130) señala que los mineros de la segunda mitad del siglo XVI, acumularon en el norte de la Nueva Galicia y en el sur de la Nueva Vizcaya, gran cantidad de tierras —de 4 mil a 20 mil hectáreas cada uno—, mediante mercedes reales y otros medios de apropiación legítimos y a veces ilegítimos. Estas mercedes eran una forma de retribución de servicios con título real, que se otorgó en usufructo y propiedad, con la sola exigencia de que fuesen cultivadas[92] (Gligo & Morello, 1980; Burnes, 1990; Quadri, 1997).

Además de mercedes reales, destacaban otras dos formas de retribución de servicios prestados, las donaciones directas, que eran concesiones de tierras otorgadas, en su mayoría, por servicios de guerra, y las encomiendas donde el usufructo no derivaba de la tierra directamente, sino de la asignación de un grupo de indígenas a algún conquistador o poblador, con el objeto de que éste le sirviera de protección y que posibilitara su educación. Sin embargo, en lo que correspondía al actual estado de Zacatecas, encomiendas solamente existían en la parte sur, es decir, en la región de los cañones, y toda la fuerza laboral en las minas y para el beneficio, se basaba en una relación asalariada o, en mucho menor medida, en

[92] "…no olvidemos que el derecho colonial español consideraba a los indígenas americanos como incapaces, por lo que los indios propietarios de las tierras no podían disponer libremente de ellas" (Quadri, 1997, p. 221). La Corona se reservó la propiedad, pero al pasar de los años estas extensiones fueron cercándose y paulatinamente empezaron a considerarse propiedades privadas (Gligo & Morello, 1980).

el uso de esclavos indios que habían sido tomados presos durante la Guerra Chichimeca[93] y cumplían así alguna sentencia corporal.

En cualquier caso, la conquista y la expansión durante la época colonial, se realizaron siempre en función de financiamiento privado, combinado con premios, concesiones y privilegios para los conquistadores y pobladores.

El comercio regional como producto de la actividad minera

Los hallazgos de plata en varios puntos de Zacatecas, produjeron un importante movimiento migratorio hacia el norte, no sólo al ofrecer posibles riquezas, sino también, al crear una demanda continua de alimentos y servicios para la minería que estimulaba el desarrollo agropecuario y comercial de la zona (Bakewell, 1976; Burnes, 1990; Dennis, 2002).

Gligo & Morello (1980) señalan:

> Los descubrimientos de las minas exigieron producción de alimentos y tracción animal tanto para que funcionaran los ingenios metalíferos como para el transporte de las provisiones y productos. Transformando el norte de México, subiendo desde el triángulo ciudad de México, Guadalajara y Zacatecas (Gligo & Morello, 1980, p. 70).

La producción minera provocó una transformación total en la región. Se desarrollaron actividades comerciales con el centro y El Bajío para abastecerse de granos, y se fomentó el desarrollo pecuario en la región.

Como señala Bakewell (1976):

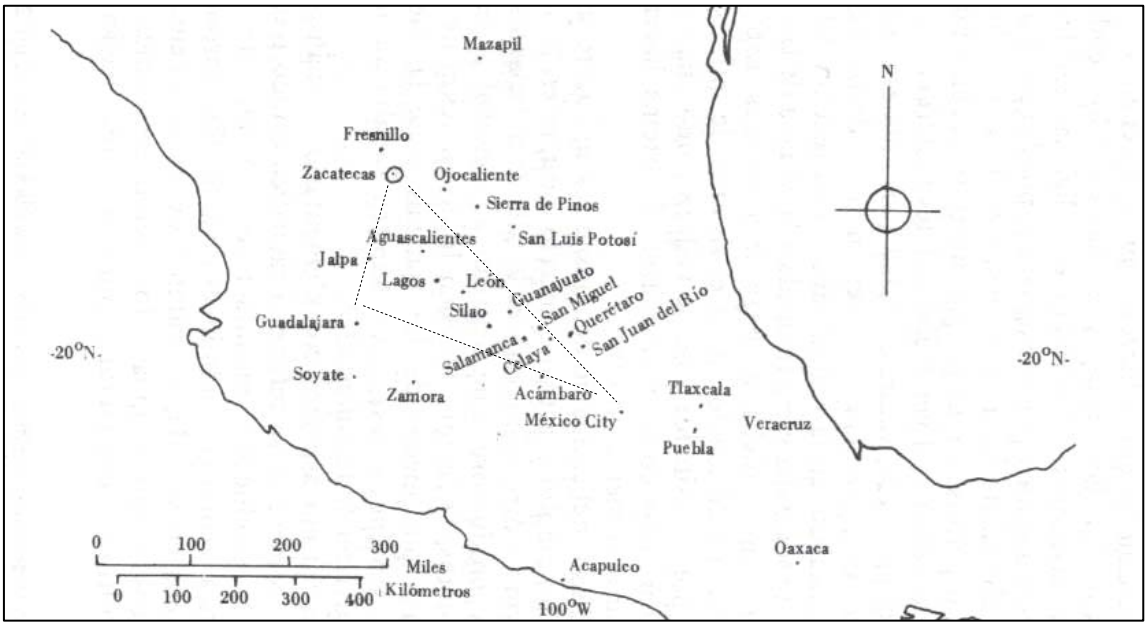
> La ciudad de Zacatecas se convirtió en el gran polo de atracción hacia el Norte durante las décadas finales del siglo XVI y primeras del XVII, atrayendo mercancías y gente del centro de México y estimulando la construcción de caminos que condujeran a ella (Bakewell, 1976, p. 305).

[93] El conflicto de la zona de guerra en la Gran Chichimeca duró más de cuarenta años y será tratado en el tema La población minera y sus fluctuaciones.

Según Bakewell (1976), el comercio fue la actividad más importante después de la minería. La riqueza se obtenía en primer lugar de las minas y en segundo del comercio con el centro y norte del virreinato, y por consiguiente, la bonanza de las zonas agrícolas también dependía de la producción minera de la región.

El comercio con el norte fomentó la construcción de nuevos caminos. Y en Zacatecas se instauró un control en la distribución de mercancías —trigo, maíz y carne— a cargo de la Diputación de Minas y después, vigilada por el corregidor y el Ayuntamiento. Los comerciantes se beneficiaron de la posición geográfica de Zacatecas para instituir un mercado central, con un nuevo circuito económico donde fluían las riquezas de Zacatecas y de sus vecinos del norte (Bakewell, 1976; Dennis, 2002) (figura 3.6).

Figura 3.6 Ciudades, villas y reales de minas de intercambio comercial con Zacatecas en el periodo colonial



Fuente: Burnes, 1990.

Al respecto, Langue señala:

> Zacatecas es una de las principales ciudades comerciales del virreinato y uno de los puntos de tránsito obligado de la red de comunicación de la Nueva España. Esta peculiaridad en la fisonomía regional, y particularmente el hecho de atraer a mineros y comerciantes, a diferencia

> de otras regiones de Nueva España, es la causa de repetidas mutaciones sociales que, en todo caso, son de una inestabilidad económica determinante: sus fortunas, de origen minero, estaban por eso mismo sometidas a los azares de la producción (Langue, 1999, p. 26).

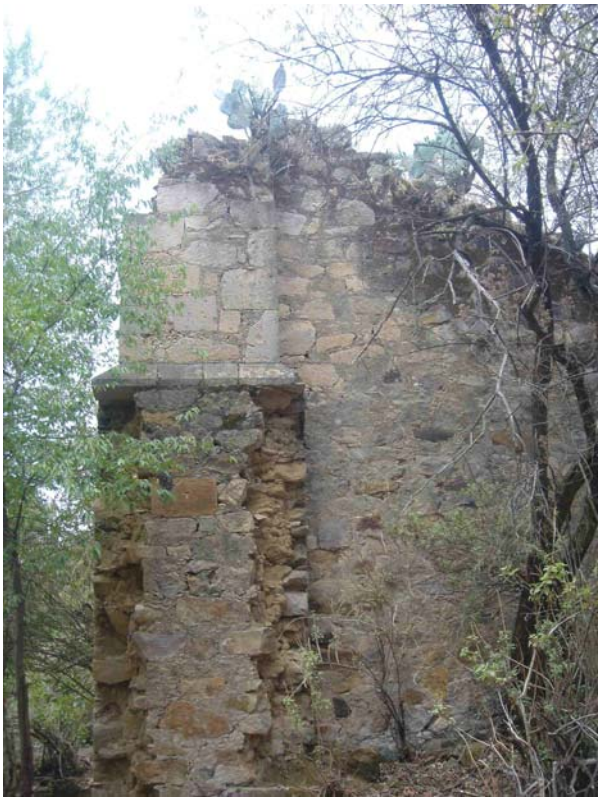
Los productos alimenticios más importantes fueron trigo, maíz y carne. El trigo fue consumido en su mayoría por españoles; provenía de El Bajío —esta región aportaba entre dos y cuatro quintas partes del consumo anual de la ciudad de Zacatecas— (García, 2000); el maíz fue utilizado como alimento básico de indígenas y de mulas; procedía principalmente de la zona de los cañones situada al sur de la ciudad, de Lagos y de Aguascalientes (Burnes, 1990).

Como lo señala García:

> El maíz y el trigo que se consumían en la ciudad de Zacatecas, eran casi obligatoriamente transportados de otras regiones. Por el contrario, la carne era un alimento que se producía en el centro minero, porque la ciudad se encontraba rodeada por tierras ganaderas ricas en hierbas y pastos (García, 2000, p. 148).

El trigo fue el producto de mayor demanda en las poblaciones de Zacatecas durante la segunda mitad del siglo XVII, debido a que ya predominaban las costumbres alimenticias de los españoles (García, 2000). Los molinos encontrados en la región del cañón de Tlaltenango manifiestan de estos hábitos (figuras 3.7 y 3.8). Por ejemplo, hay un molino de trigo que se encuentra en una hacienda en ruinas, llamada Anacasquilco, en Atolinga, Zac. (figuras 3.9, 3.10 y 3.11). Para su funcionamiento se necesitaban grandes cantidades de agua, por ello, su ubicación estratégica al lado de una cortina de agua (figura 3.12). Por su tamaño se puede deducir que abastecía a amplias poblaciones.

Figuras 3.7 y 3.8 Molino de trigo ubicado en la Hacienda Anacasquilco, Atolinga, Zac.



Fotos: Patricia Rivera (mayo, 2006).

Figuras 3.9, 3.10 y 3.11 Ruinas de la Hacienda Anacasquilco, Atolinga, Zac.

Fotos: Patricia Rivera (mayo, 2006).

Figura 3.12 Presa utilizada para el funcionamiento del molino

Foto: Thomas Hillerkuss (mayo, 2006).

La ciudad de Zacatecas alcanzó, en el siglo XVII, gran importancia comercial; sus productos venían de El Bajío, como ya se mencionó, de Michoacán, de Puebla, de la ciudad de México, de Europa y Asia y, también, de algunas regiones más cercanas, como Jerez y la zona de los cañones. La formación de su mercado no se limitó a productos básicos. Se desplegó una serie de productos suntuosos en el mercado regional, que se podía comparar con los niveles más elevados del mercado de las altas esferas de la capital de la Nueva España (Enciso, 1992).

Para sostener la actividad minera, los grandes mineros terratenientes diversificaron sus actividades, y con ello respaldaban las depresiones mineras. Estas diversificaciones incluyeron la producción y el abastecimiento de cereales, la producción y la exportación de lana, la cría intensiva de ganado vacuno, y la ganadería de mulas y de caballos.

Según Burnes (1990):

> La conexión con las haciendas que surgen en las cercanías de Zacatecas es orgánica y no meramente coyuntural. Las haciendas se establecen con capitales mineros y suministran directamente a sus propias minas y haciendas de beneficio alimentos, sebo y cuero, así como animales de carga y de trabajo (Burnes, 1990, p.75).

Un ejemplo de esta diversificación era la jurisdicción de Juchipila. Estaba integrado por las haciendas La Encarnación, Malpaso, Tayahua, La Quemada, Canalejas y Santiago, y producía cabezas de ganado mayor, borregos, cabras, caballos y mulas que estaban destinados al centro minero; también cereales, como maíz, trigo, cebada, frijol, así como pieles y jabón (Langue, 1999). Otras jurisdicciones que mostraban tal diversificación eran Fresnillo y Sombrerete que ilustraban el carácter de "unidades económicas y sociales".

Se podía encontrar haciendas[94] de diferentes giros; las más importantes eran las haciendas de beneficio, dedicadas al procesado de metales, y las haciendas de cría de ganado mayor y menor. Sin embargo, existían las haciendas salineras, como el caso de Chichimequillas, Laguna Santa Ana, Bañón y La Salada; las haciendas maderables, por ejemplo, Monte Escobedo, San Juan Capistrano y Ameca; las haciendas jaboneras de

[94] Las haciendas tienen su origen en las mercedes reales de estancias, que eran donaciones de tierras a españoles residentes en la Nueva España, para la cría de ganado (Martínez, 1999).

Tlayahua, Víboras, Trancoso y Malpaso; y, las haciendas mezcaleras, como algunas de Tlaltenango y Pinos (Martínez, 1999). De manera que a partir del eje económico que significaba la minería, toda el área de influencia de ésta que ofrecía alimento, se fue especializando hasta cierto grado. La especialización productiva espacial, derivada de una agricultura mercantil comandada por la minería, tuvo una importancia decisiva en la ruptura con el metabolismo natural. A la minería se agregaba la agricultura y la ganadería. Amplias zonas territoriales se orientaban a la monoproducción, o a un par de productos según los ciclos en determinados lugares. En la medida en que estos cultivos o explotaciones ganaderas se repetían año con año, iban provocando un agotamiento creciente del suelo, y aumentando la vulnerabilidad, como queda registrado con los años de crisis provocadas por sequías extraordinarias.[95]

Además, desde una perspectiva social, la especialización agrícola y ganadera también implicó, como fue mencionado anteriormente, un proceso de separación del productor de la tierra y la consecuente concentración del suelo. Los desposeídos eran atraídos como trabajadores asalariados en la misma agricultura o en la minería, pero la temporalidad de las actividades y los numerosos contratiempos hacían también a la fuerza de trabajo más vulnerable y dependiente de los ciclos productivos agrícolas y mineros. O en otras palabras, allí se encuentran los orígenes de lo que sería una de las corrientes de población más importantes de México, la migración de zacatecanos a los Estados Unidos.

La población minera y sus fluctuaciones

En el occidente y centro norte de la Nueva España, durante el periodo de colonización[96] española (siglo XVI y primera mitad del siglo XVII) se distinguieron tres tipos de poblaciones. Por un lado, las "repúblicas municipales tempranas del sur de la Nueva Galicia",

[95] Ver cuadro 3.3 que se encuentra en la página 141 en el apartado la población minera y sus fluctuaciones, donde se detallan las principales calamidades del siglo XVII: crisis agrícolas, económicas y epidemias.

[96] Para Gligo & Morello (1980, p. 65), "El periodo colonial de la historia americana se caracteriza por la descomposición de la estructura social y económica de las culturas precolombinas, por la ocupación del espacio por parte de los conquistadores y por el uso de nuevas tierras. Este uso impuso nuevas formas de organización, introdujo tecnologías, desechó sistemas de producción tradicionales y estableció nuevas estructuras productivas". Estas formas de ocupación del espacio dependían del rol minero o agrícola de cada región y de la respuesta de los grupos indígenas existentes (sedentarios o nómadas).

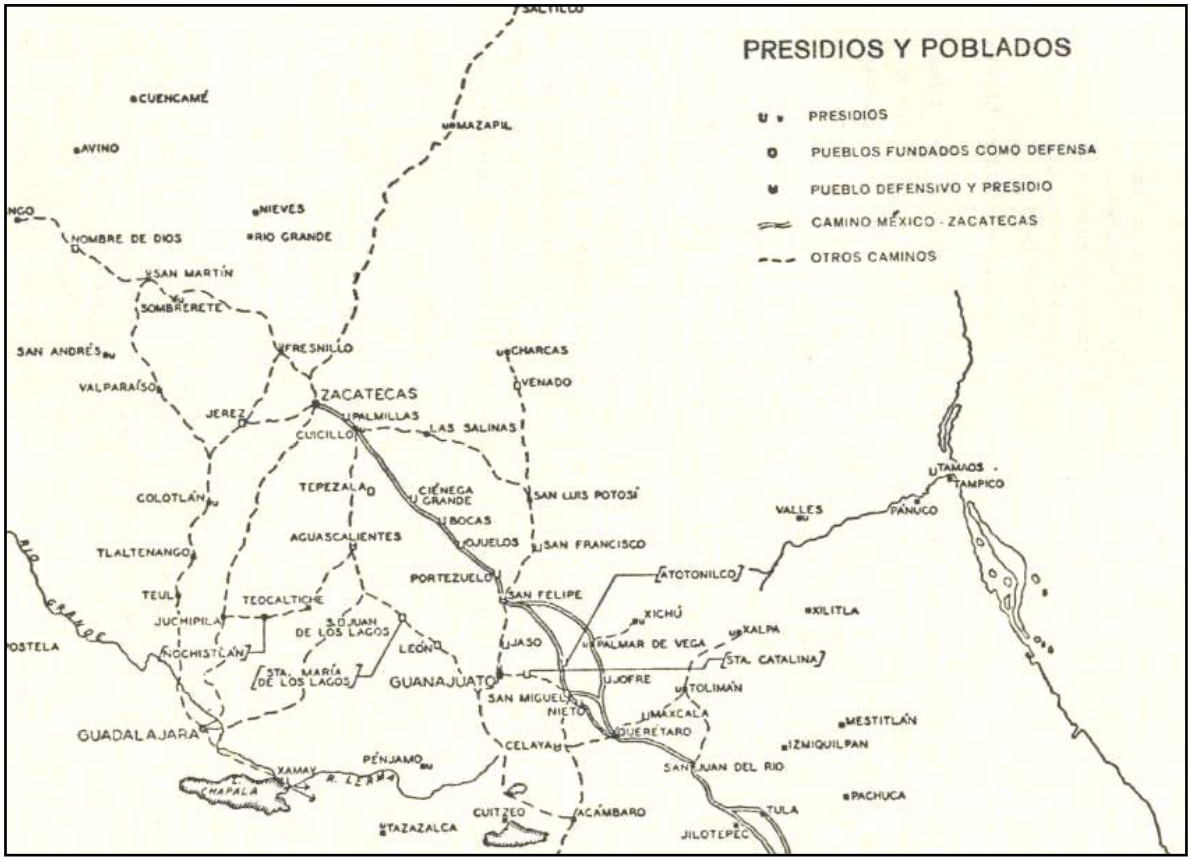
fundadas por españoles (Compostela, San Miguel de Culiacán, la Villa de la Purificación, las cuatro Guadalajara en Nochistlán, Tonalá, Tlacotlán y, la definitiva, en el valle de Atemajac), las cuales tenían una población sedentaria cuya ocupación principal era la agricultura, el comercio y la administración; contaban con una organización política interna (la República de españoles con su Cabildo) y una económica relativamente estable. Por otro lado, la mayoría de los indígenas habitaba pueblos, donde fue instalada la "República de indios", con un gobernador indio y los mismos cargos en el Cabildo como la República de españoles. No obstante, el poder político, en muchos casos lo manejaba el misionero, los franciscanos y los agustinos, y los corregidores y alcaldes mayores españoles que habían sido nombrados por la Audiencia y eran responsables para varios pueblos. Al mismo tiempo, había encomenderos que tenían en muchos pueblos derechos a tributos y servicios de diferentes índoles, pesadas cargas impuestas por las autoridades de la Audiencia Real en Compostela y, a partir de 1560, en Guadalajara. La economía podía ser variada, pero en todos los casos impedía al indio alejarse por mucho tiempo de su pueblo (siembra de maíz, frijol, ají y algodón; cría de ganado menor y asnar; pesca, recolección de sal y miel; producción de artesanías a base de recursos locales). Estas poblaciones, con excepción de aquellas del bando norte del Río Grande de Santiago, fueron más fácilmente sometidas al dominio español. Por último, estaban "las poblaciones norteñas tardías", que tenían la característica de provisionalidad política (Diputaciones de Minas en lugar de Cabildos) y económica, y la medida de expansión la dictaba la extracción de minerales. Estas poblaciones estaban motivadas por un proceso de crecimiento económico sustentado en la riqueza y accesibilidad de las vetas y en una serie de procesos comerciales y productivos derivados. Su población era diversa y de gran movilidad, ocasionada por la demanda de mano de obra para la extracción y el beneficio de la plata y los más variados servicios relacionados con el ramo predominante de la economía local. Pueblos de indios, en los alrededores, no había, porque la población autóctona había sido nómada y se había negado rotundamente asentarse en poblados fijos, por lo que los españoles la eliminaron o la incluyeren violentamente en su proceso de explotación, haciéndoles esclavos en los patios de beneficio, donde a poco tiempo fallecieron. Sin embargo, lo que había siempre en los reales de minas, era un gran número de indígenas que habían migrado de Michoacán, Querétaro, el Valle de México y sus alrededores y de Tlaxcala, que buscaban trabajo asalariado como naboríes y que se asentaban en las afueras de las trazas urbanas, donde, en el caso de

Zacatecas, fundaron varios pueblos de indios extramuros con sus propias autoridades y como Repúblicas de Indios (Chepinque, Tlacuitlapan-Mexicapan y San José de la Motaña (Hoffner, 1988; Enciso, 1995).

Zacatecas forma parte de estas poblaciones norteñas, que jurídicamente estaban incluidas en el territorio que era manejado por la Audiencia de la Nueva Galicia; no obstante, por su importancia, los virreyes de la Nueva España del siglo XVI, nunca permitieron un ejercicio pleno del poder de los jueces de Compostela y de Guadalajara (Enciso, 1995). Estos nuevos asentamientos de españoles tuvieron, además del motivo económico, el impulso de "una política defensiva" contra las incursiones de los chichimecas[97] (Burnes, 1990; Powell, 1996 [1975]; Langue, 1999) —especialmente en las zonas adyacentes a donde se transitaba con mercancías para abastecer la actividad minera norteña—. Así, se fundaron, por ejemplo, las villas defensivas de Lagos en 1563, Jerez de la Frontera en 1569-70 y Aguascalientes en 1575 y un importante número de presidios militares en las rutas México-Zacatecas (Camino de la Plata) y Zacatecas-Santa Fe, Nuevo México (Camino de Tierra Adentro) (Enciso, 1995) (figura 3.13).

[97] Las comunidades de mineros españoles dependían tanto de la eventualidad y repentino agotamiento de las vetas, como de las contingencias propias de la guerra contra los indios bárbaros. Tal es el caso de las minas de Mazapil, Santa Bárbara, Coneto e Indehé (Enciso, 1995).

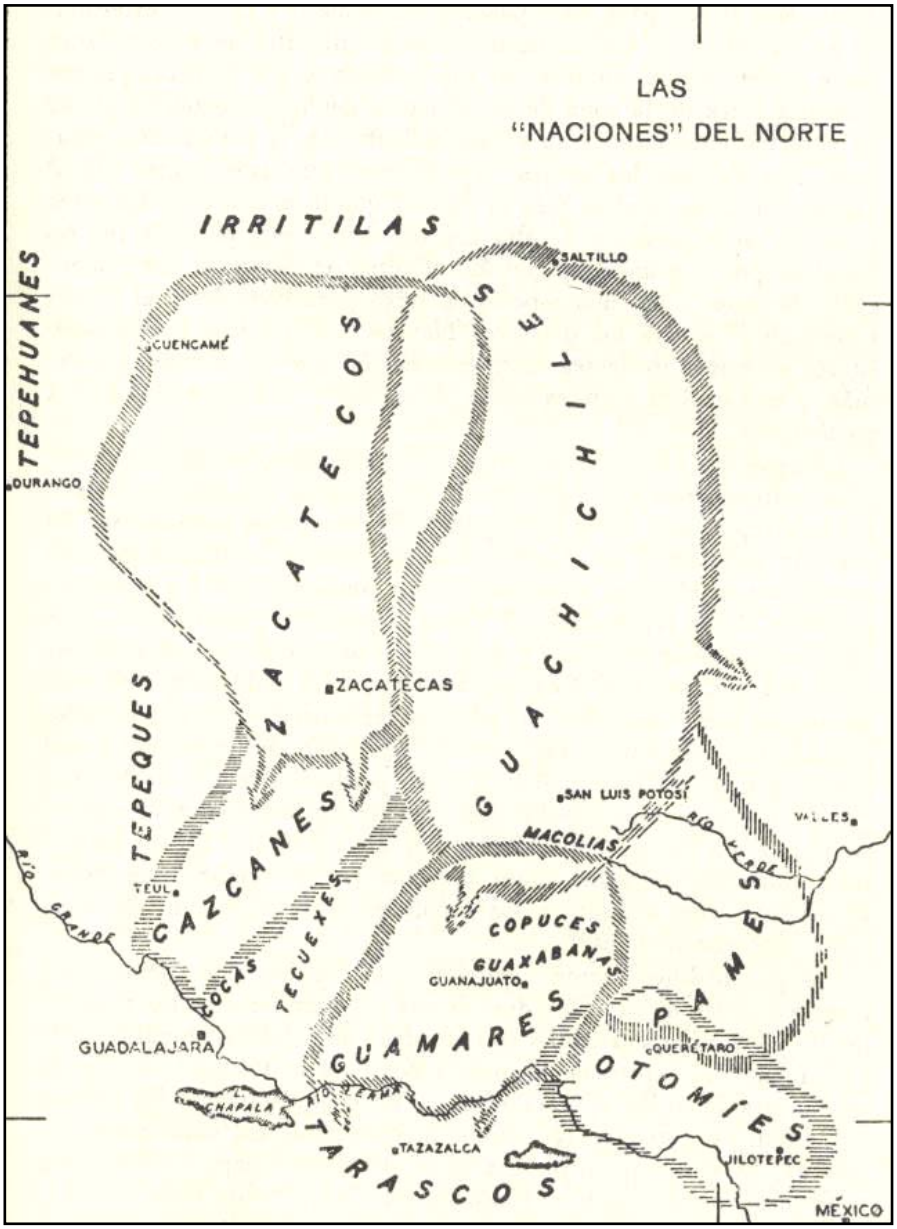
Figura 3.13 Poblados y caminos



Fuente: Powell, 1996 [1975].

Los chichimecas eran grupos errantes y cazadores, que pertenecían a las complejos culturales y grupos lingüísticos de los indios zacatecos, irritilas, guachichiles, macolias, pames, copuces, guaxabanas y guamares (Powell, 1996 [1975]) (figura 3.14).

Figura 3.14 Las naciones indígenas del norte



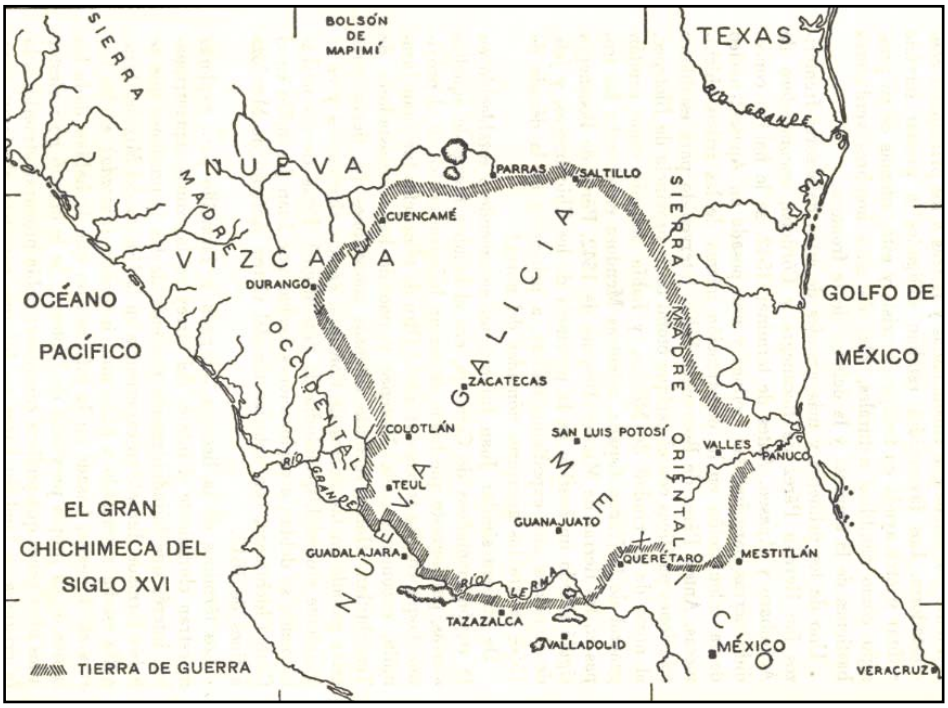
Fuente: Powell, 1996 [1975].

A partir de 1550, los chichimecas iniciaron con ataques contra los intrusos, primero en la parte sur, por la futura Lagos de Moreno, donde Diego de Ibarra y Cristóbal de Oñate tenían estancias de ganado mayor; después, en el último tramo del Camino de la Plata, donde en dos ocasiones fueron diezmadas caravanas que traían víveres y pertrechos en nombre de Diego de Ibarra. Para el año de 1561, se registró un ataque de chichimecas contra varios centros de

población ya establecidos; los españoles se defendieron con una campaña sistemática, siendo derrotados los chichimecas. Esta derrota significó el verdadero principio de la ocupación española hacia el norte, a pesar de que la guerra a sangre y a fuego siguió por décadas (Bakewell, 1976; Burnes, 1990).

El conflicto entre nómadas y españoles terminó en el decenio 1590-1600, después de cuarenta años de una guerra sin cuartel. La pacificación fue una combinación de diplomacia, compra y conversión religiosa (Powell, 1996 [1975]) (figura 3.15). Derivado de esta pacificación, Zacatecas, como civilizadora, aseguró la ocupación española de la Mesa del Norte. Y como señala Bakewell (1976), como ciudad rica atrajo hombres y fomentó el comercio con el norte del virreinato (con los recién fundados reales en el norte de la Nueva Galicia y con las provincias de Nueva Vizcaya, Nuevo León y Nuevo México).

Figura 3.15 Zona de guerra



Fuente: Powell, 1996 [1975].

Bakewell explica que:

> [...] al finalizar el primer decenio de Zacatecas, los exploradores y mineros del Norte habían logrado por mérito propio muchos progresos. Habían localizado y colonizado la región minera más importante de la Nueva España dentro de los diez años siguientes al descubrimiento de sus depósitos minerales y habían logrado establecer una defensa firme en el desolado territorio del altiplano, en una tierra hostil tanto físicamente, por su aridez, como militarmente, por la agresividad de sus habitantes nómadas y cazadores (Bakewell, 1976, p. 45).

Para Burnes (1990) la estrategia de pacificación de los asentamientos españoles en Zacatecas compartía rasgos con las estrategias generales del mundo novohispano. Sacerdotes y religiosos que pacificaban y congregaban a los indios hostiles; delegación de actividades de explotación; conquista y colonización por iniciativas privadas a cambio de promesas de recompensas futuras (en efectivo, concesiones de tierras u honores).

La característica esencial de las poblaciones indígenas inmigrantes del norte, en relación a la actividad minera, fue que su trabajo en las minas era un trabajo libre.

Humboldt señala:

> … no hay ninguna ley que fuerce al indio a escoger este género de trabajo, o a preferir el beneficio de una mina al de la otra; si el indio está descontento del dueño de una mina, se despide de él y va a ofrecer su industria a otro que pague mejor o en dinero contante (Humboldt, 2004 [1822], p. 48).

Esta libertad de trabajo, convocó a un crecimiento de población diversa y fluctuante que dependía en mayor medida de las bonanzas mineras. Esta población, al igual que el resto de la Nueva España, estaba organizada por diversas etnias y mezclas de ellas: indígenas, negros, mulatos, mestizos y blancos (Burnes, 1990; García, 2000). Su característica principal fue su movilidad demográfica.[98]

[98] "Las condiciones de trabajo extremadamente pesadas ocasionaban que los obreros cambiaran de ocupación al cabo de algunos años. Las remuneraciones variaban de un centro minero a otro, pero, las actividades mineras eran generadoras de fuertes remuneraciones, y hacían de un simple obrero encargado de las excavaciones (cavador) o dinamitero (relativamente más especializado) una especie de aristócrata del trabajo" (Langue, 1999, p. 45).

Como señala Langue:

> … influye de manera decisiva en la regularidad de la producción la mano de obra muy móvil, que prácticamente no dudaba en dejar un sitio cuando las condiciones se volvían desfavorables. Las particularidades de la población activa del norte de México que pueden considerarse para Zacatecas, son: la de estar constituida por una mano de obra libre asalariada desde el siglo XVI –debido a la originalidad demográfica de este conjunto geográfico, poblado de tribus nómadas que se desplazaban sobre un territorio extremadamente amplio– en contraste con el sur de la Nueva España (Langue, 1999, p. 43).

Los problemas que generaba esta movilidad era la "disponibilidad" para el trabajo. Un ejemplo de ello, se dio en los años cuarenta del siglo XVIII, cuando la mano de obra de Zacatecas se trasladó en masa a Sombrerete, por la bonanza de esta mina, causando disgusto a los propietarios mineros locales (Langue, 1999).

Langue señala:

> En Zacatecas los momentos en que escaseaba la mano de obra coinciden en realidad con los periodos de mengua de la producción; ahora bien, como los ciclos de Zacatecas y Sombrerete están invertidos —y, por eso mismo, son complementarios—, generalmente la mano de obra faltante se encuentra en el centro minero en bonanza (Langue, 1999, p. 47).

Sin embargo, las fluctuaciones de población dependían, además de las crisis mineras, de las epidemias y de las crisis agrícolas (Langue, 1999; García, 2000).

Las epidemias fueron otro factor significativo que determinaba las fluctuaciones de la producción minera. En su mayoría, las epidemias eran resultado de una exportación de enfermedades del viejo mundo para las cuales, la población autóctona y negra no tenía mecanismos de defensa coevolutivos (Crosby, 1976; Gligo & Morello, 1980).

Como señala Crosby:

> …los historiadores han demostrado el incremento de la influencia de la enfermedad en la historia, particularmente en la historia del Nuevo Mundo. No hay duda que la crónica de la enfermedad fue un importante factor en la precipitación y decline, y es altamente probable que de la gran mortandad por enfermedad epidémica, especialmente manifestada en epidemias de suelo virgen. Las epidemias de suelo virgen pusieron a su población en riesgo por no tener

> contacto previo con tales enfermedades, lo cual los azotó debido a sus bajas defensas inmunológicas (Crosby, 1976, p. 289).

En otras palabras, la población autóctona del nuevo mundo no tenía defensas inmunológicas para resistir las enfermedades trasmitidas por los españoles y otros inmigrantes de Europa y Asia, por tanto, se provocó una gran mortandad, lo que se tradujo en el decline de las poblaciones nativas. Además, pesaba sobre estas poblaciones el mismo problema de la concentración que implicaba la ruptura del metabolismo. No sólo los minerales tóxicos, como el mercurio, se concentraban en los desperdicios mineros, también se congregó la población en los centros poblados, donde las condiciones higiénicas eran sumamente críticas, favoreciendo así la expansión de los microbios e impidiendo las barreras naturales de distancia y ecosistemas de que las poblaciones campesinas disponían para frenar las epidemias. Puede constatarse entonces que las relaciones de un capitalismo incipiente no solamente generaron una ruptura con el metabolismo natural en lo que a la naturaleza externa del ser humano atañía, sino que también provocaron una ruptura en lo que refería a la propia biología humana, acondicionando el cuerpo a trabajos extenuantes, por un lado, y exponiéndolo a nuevos riesgos inmunológicos, por el otro. No está demás agregar que, desde el punto de vista biológico, la colonización de América tuvo un carácter disruptivo, ya que a poco tiempo se transformaron las relaciones de producción y propiedad. Surgieron nuevas actividades, como la minería. Las congregaciones de la población y sus traslados a otras regiones con distintas condiciones ecológicas, fueron demasiado rápidas para que los procesos naturales de evolución pudiesen responder biológicamente a los nuevos retos también biológicos que todas estas transformaciones implicaron.

El desarrollo poblacional de la ciudad de Zacatecas en el siglo XVIII tiene un perfil irregular pero, entre 1730 y 1790, tendiente al descenso. La caída del volumen de población zacatecana se manifestó claramente en 1734, cuando coincidían una epidemia del tifo y una crisis minera, provocando un descenso de población tanto por las muertes derivadas de la tifo como por la migración de mano de obra a otros centros mineros en bonanza (Gligo & Morello, 1980; García, 2000). Cuando los factores de despoblamiento (crisis mineras y epidemias) coincidían, los estragos —pobreza, desnutrición, falta de higiene— para los sectores más vulnerables eran devastadores (cuadro 3.3). Algunas veces se transformaban en enfermedades

que persistían durante años (endemias). Como el caso del matlazahuatl, en 1737, que fue una combinación de fiebre tifoidea —enfermedad infecciosa provocada por una bacteria del género Salmonella— y tifo murino —enfermedad febril trasmitida al ser humano por pulgas— (García, 2000).

Cuadro 3.3 Principales calamidades del siglo XVIII: crisis agrícolas, económicas y epidemias

Año	Calamidad	Consecuencia
1714	Matlazahuatl	
1734	Crisis minera y epidemia de tifo	Descenso de población.
1737	Epidemia de matlazahuatl (combinación de fiebre tifoidea y tifo murino)	Endemia.
1746	Sequía	Los criadores de ganado enfrenten problemas por la falta de abasto (disminución de cosechas).
1748	Sequía	Las cosechas de maíz son casi inexistentes
1760	Crisis minera por falta de mercurio y prolongación de crisis agrícola (1758-1760)	De las 112 minas registradas, 42 fueron abandonadas. El descubrimiento de filones en Bolaños (auge 1747-1761) reforzó a la migración de mano de obra (Carbajal, 2002).
1761-1766	Epidemia de tifus y viruela	
1771	Epidemia de tifo	
1779-1780	Epidemia de viruela	Muerte de miles de infantes (alrededor de 7,000 niños).
1785-1786	Epidemias (fiebre y pulmonía), crisis económica (minería) y sequía	Crisis generalizada en la Nueva España. Hambruna y epidemia.
1789	Sequía	Disminución de cosechas.
1797	Epidemia de la viruela	

Fuente: Burnes, 1990; Langue, 1999; García, 2000.

Otro caso relevante de la disminución de la población por epidemias se registró a finales de 1779 y principios de 1780, cuando 7,000 niños murieron por la epidemia de la viruela. Sin

embargo, no sólo las enfermedades epidémicas afectaron a la población infantil, enfermedades no infecciosas como la pulmonía también provocaron numerosas muertes (García, 2000).

Las crisis agrícolas causadas por las sequías de los años 1746, 1748, 1760, 1785 y 1789, significaban una disminución en las cosechas, lo que se traducía en hambrunas para la población y grandes problemas para los criadores de ganado por el desabasto de granos —un gran porcentaje de éstos era utilizado para alimentar a los animales que se encargaban del desagüe de las minas y la molienda de los minerales en las haciendas de beneficio—. Por lo tanto, estas crisis, impactaron de manera negativa en la producción minera, tanto por la falta de animales para el desagüe y la molienda como por la migración de personal minero (García, 2000).

En 1785, se generó una crisis agrícola que afectaba a la mayor parte de los centros mineros de la Nueva España. Esta crisis generalizada, provocó tres calamidades: hambruna; crisis económica en la minería y epidemias de fiebre y pulmonía (Langue, 1999; Carbajal, 1999).

Como resultado de las fluctuaciones poblacionales, se considera de manera general, que entre los siglos XVI y XIX, la composición étnica de la sociedad colonial sufrió importantes mutaciones. Del predominio indígena de los primeros años, se transitó en la Nueva Galicia a una población dominada en 1821 por no-indios (alrededor de 350,000). La población indígena, cuyo número se ha calculado en 855,000 en el momento del arribo de los españoles en 1519, estuvo en 1650 en su punto mínimo —69,000 indios—, recuperándose hasta finales de la época colonial a apenas 260,000 individuos, los cuales se concentraban en los actuales estados de Nayarit, el sur de Zacatecas y el centro y el sur de Jalisco (García, 2000; Gerhard, 1993). En su clasificación, el actual estado de Zacatecas forma parte de la población de Nueva Galicia (cuadro 3.4 y figura 3.16).

Cuadro 3.4 Estimaciones de las poblaciones norteñas

	1519	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1821
Nueva Galicia								
Indios	855,000	220,000	83,000	69,000	73,000	90,000	193,000	260,000
Otros	-	3,700	14,000	61,500	105,000	168,000	280,000	350,000
Nueva Vizcaya								
Indios	350,000	345,000	267,500	158,800	86,600	57,900	50,400	62,000
Otros	-	-	3,700	6,800	14,900	66,500	126,800	170,000
Sinaloa y Sonora								
Indios	820,000	430,000	310,000	90,000	50,000	60,000	55,000	60,000
Otros	-	300	600	5,000	15,000	30,000	70,000	90,000
Baja California								
Indios	48,000	48,000	48,000	47,500	46,500	21,000	5,000	3,000
Otros	-	-	-	-	100	300	1,400	3,000
Alta California								
Indios	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	36,000	21,000
Otros	-	-	-	-	-	-	1,800	3,500
Nuevo México								
Indios	62,000	62,000	60,000	25,000	11,000	10,000	9,000	12,000
Otros	-	-	1,000	2,000	2,000	6,000	20,000	28,000
Coahuila								
Indios	50,000	50,000	45,000	35,000	2,500	2,000	3,000	4,500
Otros	-	-	-	-	300	3,000	10,000	18,000
Texas								
Indios	20,000	20,000	20,000	20,000	10,000	1,600	700	800
Otros	-	-	-	-	-	1,000	3,600	8,000
Nuevo León								
Indios	100,000	100,000	50,000	20,000	8,000	2,000	3,000	4,000
Otros	-	-	100	1,000	5,000	15,000	35,000	70,000
Nuevo Santander								
Indios	190,000	120,000	90,000	60,000	30,000	15,000	3,000	2,000
Otros	-	-	-	-	-	4,600	33,000	60,000
Total de Poblaciones Norteñas								
Indios	2,555,000	1,455,000	1,033,500	585,300	377,600	319,500	358,100	429,300
Otros	-	4,000	19,400	76,300	142,300	294,400	581,600	800,500
Población total	2,555,000	1,459,000	1,052,900	661,600	517,900	613,900	939,700	1,229,800

Fuente: Gerhard, 1993.

Figura 3.16 Estimación de la población de la Nueva Galicia

Fuente: Elaboración propia con datos de Gerhard, 1993.

En la región minera de Zacatecas se cumplieron los tres objetivos primordiales de la conquista: un poblamiento con asentamientos relativamente estables; la explotación de la riqueza natural (plata) y la formación de una red comercial. Por supuesto, incluyendo la aniquilación de los indígenas nómadas de la región, provocando con ello un descenso dramático de la población nativa.

La energía, elemento clave de la explotación minera

Como se ha señalado, la explotación en Zacatecas tiene un sentido "minero" de "riqueza visible", que degradó la naturaleza humana. Convirtiendo la producción económica en un mecanismo de desigualdad social, que generó una polaridad de riqueza concentrada en unas cuantas manos (Gilabert & Camarena, 2004). Pero también ha degradado el ambiente por la forma en que explotaba sus recursos.

Al respecto, Moore señala:

> No sólo los excedentes económicos sino también los excedentes ecológicos de recursos base fueron exigidos por la expansión europea, éstos fueron consumidos de manera desigual (Moore, 2000, p. 133).

El suelo, bosques y agua eran parte de las culturas nómadas nativas —chichimecas y cazcanes—; su ritmo y escala de explotación dependían de sus necesidades y significaban la prolongación de su vida. Contrario a estas culturas nativas, para los colonizadores, estos recursos sólo servían para cumplir los roles complementarios de la actividad minera (Gligo & Morello, 1980; Langue, 1999).

La actividad minera demandó fuertes cantidades de energía para su funcionamiento: mecánica (tracción animal) para desaguar los tiros y para mover molinos de piedra para triturar metales; energía térmica para la fundición de minerales lo que indujo a utilizar la madera disponible de los bosques; y energía hidráulica, generalmente en uso para moler grano, como el trigo.

La energía mecánica era utilizada por casi todos los mineros de la zona; dependían esencialmente de la fuerza motriz animal (caballos, mulas y bueyes) para la molienda de los minerales, para el desagüe de las minas y para el transporte de mineral, pertrechos y víveres,[99] por estar la mayoría de los reales localizados en la altiplanicie semidesértica del norte.

Bakewell menciona:

> El ingenio y determinación de los mineros importantes del Norte en los siglos XVII y XVIII es digno de admiración porque lograron superar los problemas que la naturaleza les presentó, ...lograron inventar con éxito lo que podríamos llamar una técnica en seco (Bakewell, 1976, p. 195).

A esta técnica de molienda de minerales se le llamó "técnica en seco"; se basa en el uso de fuerza animal para generar energía mecánica, a diferencia de la hidráulica, que se utilizaba en

[99] "A diferencia de Pachuca, que contaba con agua suficiente para usar la fuerza hidráulica, Zacatecas como Guanajuato, dependían casi totalmente de la fuerza motriz de origen animal para la molienda del mineral en la hacienda de beneficio" (Burnes, 1990, p. 60).

regiones centrales de la Nueva España. Con la utilización de esta técnica, se provocó en la mayor parte de las regiones mineras una sobreexplotación en los suelos ganaderos por la crianza de mulares, asnos y caballares, materia prima en la generación de la energía mecánica. Un ejemplo de esto fue la hacienda de Sauceda (José de la Borda), que requería 2,000 mulas y caballos para triturar sus 3,000 a 3,500 quintales semanales de mineral (Langue, 1999, p. 42).

La energía térmica —madera— era el elemento clave en el método de beneficio de fundición. Esta técnica resultaba extremadamente costosa, considerando que en la región no había suficiente combustible (leña y carbón vegetal) y se tenía que traerlo de lugares que se encontraban a grandes distancias (Burnes, 1990; Langue, 1999).

Como mencionan Gligo & Morello (1980):

> Todos los recursos cercanos a las fundiciones fueron consumidos. Las minas se abandonaban no porque se agotaran, sino por problemas relacionados con volúmenes de agua necesarios para concentración y con el agotamiento de leña para la fundición (Gligo & Morello, 1980 p. 74).

Es importante resaltar que cuando se habla de recursos maderables en la región de Zacatecas, se refiere sólo a algunas zonas. De acuerdo a Martínez (1999), las haciendas maderables eran Monte Escobedo, San Juan Capistrano y Ameca. También los cañones de Juchipila y Tlaltenango y la Sierra Fría (figura 3.17 y 3.18) tenían producción de madera para la construcción de carretas, etc (Hillerkuss, 2006).[100]

[100] Comunicación personal 4 de abril del 2006. Dr. en Etnología por la Universidad Libre de Berlín. Adscripción: Doctorado en Historia Colonial, Unidad Académica de Docencia Superior, UAZ.

Figura 3.17 Vegetación del cañón de Tlaltenango

Foto: Patricia Rivera (mayo, 2006).

Figura 3.18 Vegetación del cañón de Juchipila

Foto: Thomás Hillerkuss (mayo, 2006).

La energía hidráulica era utilizada en mayor proporción en las regiones menos desérticas del norte de la Nueva Galicia, para la molienda de trigo y otros alimentos. Como señala García (2000), refiriéndose concretamente a Zacatecas, desde su fundación, las minas y después la ciudad se había caracterizado por ser una región con problemas de abastecimiento de agua. Se obtenía agua de pozos, pilas, aljibes y cisternas, que eran llenadas con agua de lluvia. También, de manantiales cortos que nacían en el Cerro de la Bufa, de norias y de tiros de minas (las que producían agua de buena calidad). El problema de abasto no se solucionó hasta principios del siglo XVIII, cuando se descubrió en el sur un manantial llamado "El Cubo"; de ahí se construyó un acueducto que conducía el agua hasta el centro de la ciudad (figura 3.19).

Figura 3.19 La ciudad de Zacatecas y su acueducto

Fuente: Robert L. Mayer. Poblaciones mexicanas. Planos y panoramas, siglos XVI al XIX. México, 1998, Smurfit, p. 338. Autor: Egerton, D. T., 1838.

Las acequias son un ejemplo de las grandes infraestructuras que eran necesarias para el abastecimiento de agua en la minería. Ejemplos de ellas podemos encontrar en la Presa de Infante (figura 3.20), de donde se llevaba agua a la mina Nuestra Señora del Rosario y a la hacienda de Bernárdez, así como la acequia utilizada para abastecer a la hacienda de Sauceda de la Borda (figura 3.21).

Figura 3.20 Presa de Infante que abastecía a la mina Nuestra Señora del Rosario y a la hacienda de Bernardez

Foto: Patricia Rivera (mayo, 2006).

Figura 3.21 Tramos de acequia utilizados para abastecer a la hacienda de Sauceda de la Borda

Foto: Patricia Rivera (mayo, 2006).

Las técnicas de beneficio utilizadas en la minería de la Nueva España, eran clave para determinar la energía utilizada. Predominaban dos métodos: el beneficio por amalgamación y el de fundición. La técnica a utilizar, dependía de la calidad del mineral; el mineral de baja ley, que encerraba sulfuros o estaba mezclado con cobre gris —y al que se llamaba rosicler, en razón de su color rosado—, estaba reservado a la amalgama;[101] en cambio, los minerales de alto contenido (de 10 a 12 marcos de plata por quintal), que poseían plomo o sulfatos de cobre, estaban destinados al fuego (Burnes, 1990; Hausberger, 1993; Langue, 1999).

En la primera técnica de beneficio —el método de amalgama—, el mercurio o azogue era el principal insumo (Burnes, 1990; Langue, 1999). Éste era importado casi en su totalidad de España (Burnes, 1990).

El método de amalgamación consistía en lo siguiente:

> Después de pepenado y clasificado el material, según sus diversos tamaños y su riqueza (ley), se encostalaba y se remitía a las haciendas de beneficio en sacos o costales con 150 libras cada uno, a lomo de mula. En la hacienda la partida de mineral era recibida, pesada y asentada en cuenta por el dependiente, el tenedor de libros o el azoguero (beneficiador), según el caso. Una vez molido el mineral en las tahonas o arrastres (grandes piedras movidas por fuerza hidráulica o animal) hasta formar un polvo impalpable o lodo, se vaciaba en tanques en donde permanecía hasta tomar una consistencia pastosa. Enseguida la lama se extendía en el patio en lasas llamadas montones o tortas, de una a doce y aun de veinte toneladas, a las cuales se les agregaba y mezclaban cuidadosamente los siguientes materiales por cada quintal de mineral: de 2.5 a 5 libras de sal, de 5 a 10 libras de piritas de cobre y de 15 a 20 de cal. Se agregaba mercurio no en proporción al mineral sino a la cantidad de plata que se pensaba extraerle: se necesitaba de tres a cuatro libras de mercurio para separar un marco de plata. Por último, esta masa se revolvía por medio de una rueda o más comúnmente por las pisadas de hombres y animales, a cuyo procedimiento se le llamaba repasar. De este modo se efectuaba la amalgamación, durante un periodo de tiempo que podía durar meses enteros (Burnes, 1990, p. 44).

En este procedimiento, la energía mecánica (tracción animal) era la clave.

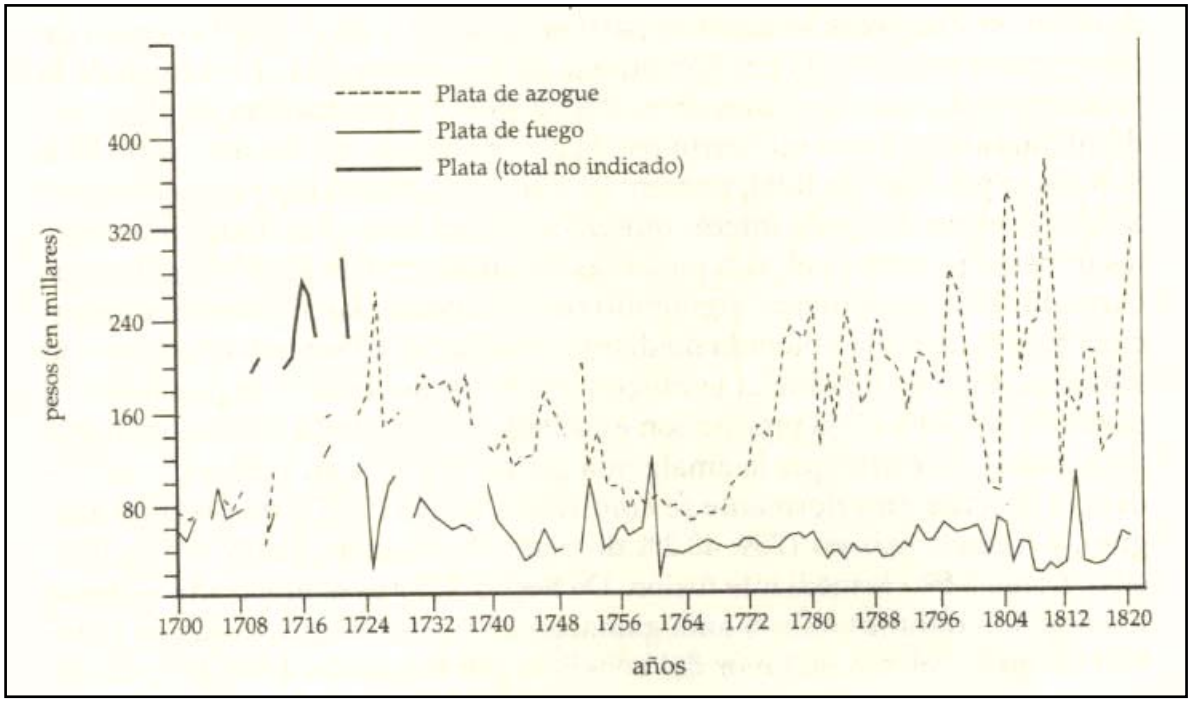
> Al final de la operación, sólo quedaba fundir la plata en lingotes (barras) de aproximadamente 130 marcos, y después someterla al control del "ensayador" de la Real Hacienda (Langue, 1994, pp. 40-41). La producción de plata mediante amalgama con mercurio oscila normalmente en Zacatecas de 70 a 80 % en el siglo XVIII de la producción total, porcentaje que ocasionalmente puede elevarse a 90 %. A pesar del poco interés que manifiestan ante el

[101] "El procedimiento minero de amalgamación fue descubierto por Bartolomé de Medina, minero mexicano, en Pachuca, a mediados del siglo XVI y fue empleado aquí por dos siglos antes de utilizarse en Europa" (Burnes, 1990, p. 44).

> método del fuego, los mineros recurrían a él para paliar las insuficiencias en los arribos de mercurio (Langue, 1999, p. 53).

Este método de amalgamación fue el más utilizado en la región minera de Zacatecas —con excepción de San Martín y Sombrerete— ya desde el siglo XVI (figura 3.22). Además, como resultado del las Reformas Borbónicas (1765-1789) —considerando la reducción al precio del azogue impuesta por el estado español— ya mencionadas, este método ganó terreno. Los registros de la Real Hacienda de Zacatecas confirman esta tendencia; en 1763, todavía el 34 % de la plata se refinaba mediante fundición; en 1770, el 30 %; en 1779, el 18 % y para 1806, únicamente el 15 % (Burnes, 1990, p. 60).

Figura 3. 22 Forma de producción de la plata en Zacatecas 1700-1821



Fuente: Langue, 1999.

La fundición era un proceso más sencillo que la amalgamación:

> ...era triturado en un molino de pisones hasta tener el tamaño de granos de arroz, después de lo cual se introducía en pequeños hornos para eliminar el azufre. Entonces se mezclaba con litargirio (óxido de plomo), plomo y escoria volcánica y se fundía en una gran fragua castellana de forma piramidal. Según las costumbres locales y la calidad del mineral, se agregaban otros materiales tales como el hierro o pirita de cobre, y al final el compuesto resultante era de nuevo

> fundido en fraguas pequeñas para separar el plomo de la plata. Toda la fundición tardaba 24 horas, de modo que ofrecía al minero la ventaja de disponer inmediatamente de la plata. Sin embargo, este método era ineficaz porque no extraía toda la plata (Burnes, 1990, p. 45).

La leña o el carbón vegetal para la fundición de los minerales eran el elemento base en este beneficio. Pero, otra dificultad fue que los compuestos químicos que se utilizaban, en su mayoría provenían de otros lugares (Burnes, 1990). La alternativa era el uso de tequesquite o carbón de sodio hidratado, iniciado en 1787;[102] este material existía en la región de manera natural —en las salinas del Peñol Blanco (SLP) y laguna de La Salada (BC)—. Sombrerete se benefició con esta alternativa, y su periodo de prosperidad coincidió con la utilización del tequesquite a partir de 1793 (Langue, 1999).

3.2.2 Degradación de la naturaleza humana: la migración elemento de expulsión y productor de fuerza de trabajo

Si se considera que la crisis de la sociedad produce crisis en la naturaleza, la degradación ambiental de Zacatecas es un producto social e histórico —que deriva de la colonización—, y tiene sus raíces en las relaciones productivas, en la tecnología y en las condiciones demográficas históricas que tienden a caracterizar la dominación del sistema social. El pasado colonial de Zacatecas marcó su carácter subdesarrollado a razón de su inserción periférica en el sistema de relaciones mercantiles establecidas por España.

Para Foster (1994):

> La gran transformación histórica fue iniciada por el viaje de Colón en su cruce del Atlántico hace cinco siglos, el cual marcó los orígenes del sistema mundial capitalista y de la creación simultánea de una jerarquía de estados de nación, definidos por la relación de colonizadores y colonizados. La colonización europea de gran parte del globo inició con el "Nuevo Mundo" y se extendió a los continentes Asiático y Africano, dejando extracciones de vastas cantidades de excesos económicos –ya sea en forma de metales preciosos, tales como oro y plata, o de productos agrícolas tales como azúcar, especies, café, te y muchos otros– y dejando una transformación ecológica y social en las regiones colonizadas" (Foster, 1994, p. 13).

[102] Al norte de Zacatecas se encuentran nueve lagos pequeños que abundan en muriato y aun más en carbonato de sosa. Este carbonato, al cual le dan el nombre de tequesquite, se utiliza en la fundición de muriatos y de los sulfuros de plata. También se encuentra en Zacualco, en la cuenca de Sayula; en el Valle de San Francisco, cerca de San Luís Potosí; en Acuscuilco, cerca de las minas de Bolaños; en el Chorro, cerca de Durango; y en cinco lagos ubicados alrededor de Chihuahua (Humboldt, 2004 [1822]).

Pero, ya en el periodo de arribo del capitalismo, se buscó la inserción de los productos coloniales en la economía de las potencias capitalistas de la época, primero Inglaterra y, posteriormente Estados Unidos.

Al respecto Foster menciona:

> La Revolución Industrial que empezó a finales del siglo XVIII adhirió una nueva intensidad al capitalismo en relación al ambiente. Aunque la revolución comercial y agrícola del periodo mercantilista empezó a alterar las relaciones humanas con la tierra a escala global, y considerando que el mercantilismo fue la principal fase extensiva de desarrollo. El aumento de la maquinaria del capitalismo hizo posible un sometimiento verdadero de los recursos originales de riqueza –el suelo y el trabajador– al capital (Foster, 1994, p. 51).

Por ello, a medida que se consolidaba el capitalismo, la economía de Zacatecas estableció lazos de subordinación y dependencia, primero con Inglaterra o otras naciones europeas, y después con los Estados Unidos, lo que derivó en un flujo migratorio a ese país (Delgado & Márquez, 2006).

A inicios del XIX, la minería de la región sufrió un abrupto cambio. Este cambio inició con un estancamiento y paralización relativa del sector minero derivado del conflicto armado independentista que terminó con la relación colonial entre España y la Nueva España y que generó un gran desplazamiento de mano de obra. El proceso de estancamiento en la minería trata de ser revertido con la inversión extranjera —capitales estadounidenses y británicos— y se inició un proceso modernizador en la minería. Pero esta dinamización, para Zacatecas era parcial, porque a partir de entonces, la actividad minera dejó de ser el eje de la economía estatal,[103] ya que se enfocó en gran medida a la producción extractiva —lo que convertía a Zacatecas exclusivamente en un productor de materia prima y generaba mayores derrames económicos en otras regiones del país donde se efectuaban los procesos de beneficio,

[103] No significa que la minería dejó de producir y de ser la actividad más importante del estado, sino que la modernización en el sector y su enfoque a la fase extractiva provocó una desarticulación de la economía estatal; no volvió a incluir al mismo número de trabajadores que expulsó, provocando un gran desempleo en la población de Zacatecas que se veía obligada a migrar tanto al interior como fuera del país.

fundición y afinación[104]— y disminuyó la demanda de mano de obra y de productos —con los avances de la modernización en la minería tales como la incorporación de la energía eléctrica, los explosivos, las bombas para el desagüe, la introducción de maquinaria, como trituradoras, bandas transportadoras, tanques asentadores, etc. En consecuencia se reducía en gran medida los requerimientos de alimentos y fuerza animal y humana— tanto en la minería como en la agricultura y ganadería,[105] lo que provocó que estas actividades agropecuarias se desarrollaran de manera independientemente. En suma, como producto de la crisis minera del periodo independentista, de la desarticulación de la minería en la economía estatal y, más tarde, de la crisis agrícola —que derivó de la desaparición de la modalidad hacendaria— se liberó un gran número de trabajadores que fue el detonante del proceso migratorio del estado de Zacatecas.

El conflicto independentista y sus repercusiones

Cuatro elementos apoyaron las causas independentistas[106] en el distrito minero de Zacatecas: el incremento de la población minera de bajos salarios y flotante, que en un inició contribuyó al crecimiento económico, convirtiéndose a finales del siglo XVIII en un elemento de inestabilidad y problema para la seguridad; las inconformidades generadas por el aumento y la estricta aplicación del impuesto de la alcabala, cuyos beneficios eran enviados a México y/o España donde se gastaban de acuerdo a los designios de la Corona,[107] sin regresar nunca a Zacatecas en forma de mejoramiento de servicios; la Consolidación de Vales Reales a partir de 1804, o sea, la forzosa liquidación en beneficio de la Corona de todos los créditos pendientes,

[104] "En Zacatecas, de manera brusca, la explotación minera, se fue limitando preferentemente a la fase de la extracción, en tanto que el beneficio, fundición y afinación, cada vez más iban quedando concentrados en otros estados como Nuevo León, Aguascalientes, San Luis Potosí, etc…" (Moctezuma, 1989, p. 9).

[105] La actividad ganadera ya no produjo exclusivamente para la minería de Zacatecas sino que abastecía a otros estados.

[106] Para Marichal (1999), en el estallido de la insurgencia contribuyeron tanto la bancarrota definitiva de la administración colonial de la Nueva España, como la crisis hacendaria y política de la metrópoli y del imperio español en su conjunto.

[107] "Una parte importante de dichos fondos se enviaba a la metrópoli, pero cantidades igualmente sustanciales se destinaban al sostenimiento de las diversas colonias españolas en el Gran Caribe y Filipinas" (Marichal, 1999, p. 16). Gran parte de estos ingresos recabados por la metrópoli se destinaron a gastos militares y navales en la época de las guerras imperiales en Europa. Además, a partir del decenio de 1780 y sobre todo en 1790, el gobierno colonial sufrió un fuerte proceso de endeudamiento que continuó de manera ininterrumpida hasta la independencia, aplicando una mezcla de instrumentos financieros que incluían tanto la coacción como la colaboración —de los sectores más ricos de la sociedad y de la Iglesia—.

dados por la Iglesia, que destruyó el sistema de crédito en la Nueva España;[108] y las crecientes inequidades sociales en la región: por un lado, el gran comercio, los ricos mineros y los acaudalados terratenientes, por otro lado, la marginalidad económica productiva para las clases criollas no propietarias, y, por último, los indios y castas desarraigadas que soportaban más que otros grupos la escasez de trabajo, la carestía de los cereales, las desoladoras epidemias, los pagos de derechos parroquiales y las limosnas para la Iglesia (Burnes, 1990, 103-105).

La independencia significó una serie de cambios para la actividad minera novohispana, tanto en su economía como en sus relaciones con el mundo capitalista en transformación. Se destacan tres elementos, la necesidad de aportes de capital extranjero para rehabilitar y modernizar la producción minera —la producción mexicana de plata disminuyó a la mitad del nivel alcanzado en las últimas décadas coloniales—;[109] la desaparición de los vínculos coloniales bilaterales lo que produjo un proceso llamado neocolonialismo —búsqueda viable para las economías de exportación de productos primarios o "productos coloniales" —; y, la acentuación de la "liberalización comercial" —ya existente desde los años 70 del siglo XVIII—.

No obstante, a partir de la vida independiente, la dinámica económica regional tuvo una marcada intervención del estado, que trató de rehabilitar la minería y aumentar las inversiones directas —priorizando las extranjeras—, produciendo una "internacionalización de la explotación de los recursos naturales a nivel mundial". Así, la minería regional fue dominada por el capital extranjero durante todo el siglo XIX (Burnes, 1990).

La actividad minera en Zacatecas en el periodo independiente presentó un comportamiento cíclico, con altibajos en su producción, pero sin llegar a los niveles del auge colonial. Esta disminución en su producción derivó de tres problemas principales (Burnes, 1990): la liberalización de la exportación de metales, las alzas en los precios del mercurio y el

[108] "A pesar del éxito inicial de las políticas impositivas ratificadas desde 1765 por el régimen borbónico, éstas no fueron suficientes para cubrir los inmensos compromisos militares y financieros de la metrópoli, razón por la cual los ministros de Hacienda españoles comenzaron a solicitar una larga cadena de empréstitos, muchos de ellos a las Américas" (Marichal, 1999, p. 19).
[109] "… en 1810 el virreinato mexicano exportaba cinco veces más que Río de la Plata, y a mediados del siglo, las exportaciones de ambas regiones se han nivelado" (Burnes, 1990, p. 116).

descenso mundial de los precios de la plata. La liberalización en la exportación de metales condujo a que los inversionistas extranjeros se interesaran en otras regiones, como China, lo que generó una nueva crisis que afectó a Zacatecas, principal centro productor de plata en esa época. Las alzas de los precios del mercurio se tradujeron en un aumento del costo de beneficio y laboreo, esto derivado del monopolio de los abastecedores del mercurio. Y, por último, el descenso mundial de los precios de la plata, estuvo ligado a la sobreproducción y a la exclusión como metal monetario en Inglaterra y Suecia (Burnes, 1990, pp. 158-159). En suma, esta disminución de la producción mostró la vulnerabilidad del sector minero y demostró que era una economía dependiente del exterior.

Ya en el periodo Porfirista y reconociendo la integración de la minería a una nueva realidad económica mundial, se diversificó la producción minera. Además de plata y oro se empezó a explotar plomo, hierro, carbón y cobre en la región minera de Zacatecas (Burnes, 1990, p. 159).

La modernización de la industria minera

La modernización en la minería de la región de Zacatecas comenzó hasta entrado el siglo XIX, con la introducción de capital y técnicas inglesas, y se consolidó durante el periodo del Porfiriato con la construcción del ferrocarril y el uso de la electricidad (Burnes, 1990).

En 1826, compañías mineras británicas adquirieron importantes minas en Vetagrande y extendieron la técnica de excavación sistemática, basada en la forma y espesor de las vetas, para extraer mayores cantidades de minerales. Por otra parte, la Compañía Bolaños, además de mapear los fondos existentes, construyó una serie de túneles que permitían la comunicación entre diferentes tiros de minas y contribuían a la generalización de la construcción de pequeños sistemas de vías que agilizaban la movilización de vagones que transportaban el mineral (García, 2000).

Por el mismo tiempo, la Fresnillo Company aportó a la minería de la región de Zacatecas innovaciones en materia de drenaje y construcción de túneles cruzados y a diferentes niveles:

> Utilizando métodos aplicados en Vetagrande, esa compañía inició actividades ampliando y fortificando dos de los principales pozos de drenaje. Por otra parte, se comenzaron a construir túneles cruzados que iban de los pozos principales a diferentes niveles y tiros de mina. En esta forma la compañía no sólo facilitó la transportación subterránea y el movimiento de minerales, sino que estableció un sistema de drenaje que se utilizaría durante los siguientes cincuenta años (García, 2000, p. 79).

En 1833, el Estado adquirió maquinaria de vapor para activar el desagüé de las minas. Fresnillo fue la primera zona minera que utilizó estos artefactos:

> Esta máquina consumía 30 mil cargas de leña al año, daba 8.5 golpes por minuto y extraía 66 quintales de agua por minuto, fue la primera instalada en le república para los grandes trabajos de minas, en desagües y molienda de metales (Burnes, 1990, p. 156).

El Porfiriato (1877-1910) se considera una etapa modernizadora. Entre los cambios tecnológicos de esta etapa destacan: el uso de la dinamita, carros mecánicos y electricidad, la introducción de motores eléctricos, el uso de quebradoras, molinos, perforadoras y bandas transportadoras, la instalación de ventilación subterránea y el procesamiento o el beneficio de los metales mediante sistemas nuevos como la lixiviación, la cianuración y la cloruración. Además, el sistema ferroviario contribuyó como medio de transporte unificando al proceso de extracción minero con las plantas de beneficio (Moctezuma, 1989; Burnes, 2006).

Los cambios tecnológicos mencionados, contribuyeron a desplazar un gran número de mano de obra en el proceso minero. En la fase de extracción de la minería, se sustituyó la perforación mediante barrenas manuales por la perforación con maquinaria, y se incorporó los explosivos, las bombas para el desagüe y otras técnicas. En la fase de beneficio, la amalgamación fue reemplazada por tres nuevos métodos, la lixiviación, la cianuración y la cloruración (cuadro 3.5); estos nuevos procesos implicaban la introducción de maquinaria como las quebradoras, trituradoras, bandas transportadoras, tanques asentadores, laboratorio de ensaye, entre muchos otros. Todos estos cambios implicaron tanto la especialización como

el despido de un gran número de trabajadores (cuadro 3.6). También, estas nuevas técnicas provocaron que la fuerza mecánica desplazara a la fuerza animal.

Cuadro 3.5 Métodos de beneficios mineros en Zacatecas 1893-1908

Municipios	Empresas y/o propietarios	Sistemas
Sombrerete	The Sombrerete Mining Company	Lixiviación
Nieves	Hacienda Beneficiadora "Almadén"	Lixiviación
Pinos	Compañía Minera "San Rafael"	Lixiviación
Guadalupe	Rodolfo Muñoz y José García	Lixiviación
Pinos	The Benito Juárez Mines Company	Cianuración
Concepción del Oro	The Mazapil Copper Company	Fundición
Fresnillo	Compañía Minera Proaño	Cloruración

Fuente: Aréchiga, Jesús (Gobernador), Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas, 1905; Pankhurst Eduardo G. (Gobernador), 1904-1908; Márquez Herrera, Armando (1990), en Moctezuma, s/f.

Cuadro 3.6 Despoblamiento de las localidades mineras del estado de Zacatecas

Municipios	1895	1910
Zacatecas	39, 415	25, 900
Fresnillo	27, 384	5, 097
Sombrerete	21, 407	6, 311
Mazapil	7, 812	2, 739
Concepción del Oro	2, 768	*7, 320
Vetagrande	5, 668	1, 416
Pinos	27, 980	4, 766
Nieves	9, 140	3, 424
Ojocaliente	15, 493	2, 887
Chalchihuites	8, 199	2,393
Mezquital del Oro	4, 780	1, 386
Pánuco	3, 116	854
Noria de Ángeles	5, 152	1, 433
Totales	**178, 314**	**66, 926**

Fuente: Censos Generales, 1895 y 1910, Zacatecas, Secretaría de Fomento, Oficina Tipográfica, en Moctezuma, 1989.
* La tendencia es la misma, ya que en 1900 tenía 10,533, y para 1910 se redujeron a 7,320.

De acuerdo con Burnes:

> La modernización productiva se dio bajo el signo de la importación de maquinaria y equipo y la integración de empresas extranjeras, con intereses bien definidos, prioritariamente en los medios de transporte y en las materias primas (Burnes, 2006, p. 145).

En este periodo de modernización se dio la diversificación minera en Zacatecas, incorporando a su producción cobre, plomo y zinc (cuadro 3.7). Además, se generó un control del capital extranjero en la minería,[110] derivado de las facilidades otorgadas a las empresas extranjeras, lo que permitió la adquisición y control del ciclo productivo minero: exploración, explotación, beneficio, fundición, afinación, refinación y comercialización de los minerales obtenidos (Moctezuma, 1989; Burnes, 1990; Moctezuma, 1999; Del Pozo, 2000, p. 44; Moctezuma, s/f).

Cuadro 3.7 Diversificación en la producción minera de Zacatecas 1893-1908 (kilogramos)

Año	Plata	Oro	Cobre	Plomo	Zinc
1895	144, 932	593	-	-	-
1904	113, 843	243	538, 843	2 478, 022	-
1905	102, 581	330	791, 396	4 400, 336	-
1907	118, 842	500	903, 142	7 586, 214	3 982, 107

Fuente: Aréchiga, Jesús (Gobernador), Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas, 1905; Pankhurst Eduardo G. (Gobernador), 1904-1908; Márquez Herrera, Armando (1990), en Moctezuma, s/f.

Entre las filiales monopólicas que se establecieron en este periodo de modernización se encontraban The American Smelters Securities Co. (ASSCO) y The Guggenheim Exploration Co., ambas ramificaciones de dos gigantescos monopolios, los que, al fusionarse, multiplicaron su poderío e influencia.[111] Una tercera empresa norteamericana, establecida por

[110] "Con la llegada del capital extranjero, poseedor de la tecnología en voga, no sólo los viejos métodos beneficiadores eran relegados, sino además, los nuevos se transformaron en procesos concentradores, ya que la rentabilidad de las plantas metalúrgicas requería del aumento de la materia prima del beneficio. En parte, esa masa mayor la podía aportar el incremento en la productividad, pero también, el bajo costo del transporte ferroviario favorecía el beneficio en lugares distantes a los de extracción, y en masas de producción hasta entonces desconocidas" (Moctezuma, 1989, p. 10).

[111] "La primera de ellas, establecida en el municipio de Mazapil, tenía inversiones en Sierra Mojada y Santa Bárbara, Chih.; poseía varias fundidoras, una para plomo allí mismo, otra para cobre en Velardeña, Dgo., y una tercera en Matehuala, SLP.; además de recibir minerales de Angangueo, Mich., y San Pedro, SLP, para su

aquellos años en los municipios de Chalchihuites, Fresnillo y Mazapil, era The American Metals Company.[112] Otras más que llegaron por aquel entonces, fueron The Mazapil Copper Company, de nacionalidad inglesa, con inversiones en Concepción del Oro, Mazapil y Coahuila; The Mexican Trust Company of Washington y otras (Moctezuma, 1999). Este capital monopólico desencadenó la desarticulación económica en Zacatecas, al convertirlo en un estado con especialización en la fase extractiva, lo que generó que la derrama económica derivada de la actividad minera se diera en otros estados del país, como Nuevo León, Aguascalientes, San Luis Potosí, Coahuila, etc. Y que las demás actividades productivas del estado —agricultura y ganadería—evolucionaran al margen de la minería, generando "un proceso de acumulación local sumamente precario, que a su vez se distinguió por su mínima capacidad de absorción de fuerza de trabajo" (Moctezuma, 1989, p. 1).

Para Moctezuma:

> …la especialización de la entidad en la fase propiamente extractiva de la minería —suministro de materias primas para los centros beneficiadores localizados espacial y estratégicamente en el país y en el extranjero…— …desencadenó la paralización de aquellas empresas de carácter nacional y local que no lograron introducir las tecnologías de la época, lo que aunado a la especialización minera de tipo extractivo terminó en un fuerte desempleo… (Moctezuma, 1999, p. 51).

Además, muestra datos de la disminución en el beneficio minero (separación de metales):

> En 1904, el beneficio minero representaba con respecto a la producción total, escasamente el 19.1 %, proporción que siguió reduciéndose hasta llegar sólo al 7.9 % [en 1908] (Periódico Oficial de Gobierno del Estado, Zacatecas, Núm. 38, Mayo 13 de 1905, p. 616, y Núm. 52, Junio de 1908, p. 822, en Moctezuma, 1989, p. 9).

---

beneficio. El poderío de este consorcio era tan manifiesto que sin contar con las inversiones en otros países, sólo en los Estados Unidos poseía 16 plantas fundidoras, 18 refinerías y un sin número de minas. La segunda de las filiales, The Guggenheim Exploration Company (GUGGENEX), asentada asimismo en el municipio de Mazapil, con inversiones en Sierra Mojada, Chih., Durango y Guerrero. Sus fundidoras, la de plomo, una de las más grandes de América Latina, se localizaba en Monterrey, y la segunda del mismo mineral, además de una fundidora de zinc, estaban en Aguascalientes. En lo que corresponde a esta filial, su larga cadena del proceso productivo terminaba en las refinadoras de la Guggenheim de Pueblo, Colorado, y Perth Amboy, Nueva Jersey" (Moctezuma, 1999, p. 50).

[112] "…que como las anteriores tenía múltiples inversiones en el Norte, Centro y Sur de la República" (Moctezuma, 1999, p. 51).

Después del proceso modernizador de la industria minera, es importante resaltar que la minería de Zacatecas dejó de ser claramente el eje de la economía estatal y se convirtió en un enclave minero extractivo que benefició con su producción a otras regiones del país y, en mayor medida, a los inversionistas extranjeros, porque la riqueza obtenida de las actividades mineras no se quedó en el estado.

La migración, elemento de escape a la deficiente estructura económica local

Así como la producción mercantil y capitalista provocan la ruptura del metabolismo al concentrar la población, las materias primas y los medios de producción en ciertas áreas, generando una profunda división entre campo-ciudad; las relaciones capitalistas tienden, de la misma forma, en la medida de su profundización (modernización tecnológica), a desplazar fuerza de trabajo, de manera que, incoherentemente también implica la ruptura del metabolismo social, de la población respecto de sus propios procesos productivos, que, bajo el comando del capital, expulsan la fuerza de trabajo que es la propia fuente de cualquier riqueza material.

La característica o esencia de la actividad humana es el trabajo, la transformación de la naturaleza. Durante las diferentes fases de las económicas precapitalistas, la fuerza de trabajo debía emigrar por la escasez de recursos a explotar. Era la falta de condiciones de producción lo que obligaba a la migración. El sistema capitalista, con su forma de trabajo asalariado invierte los términos: ahora es el "exceso" de capacidad productiva lo que obliga a la migración, y a separar en tiempo y espacio a los trabajadores de sus condiciones de producción. Es la ruptura del metabolismo social en "sí mismo", espejo de lo que ocurre con la naturaleza externa y también con la interrelación entre la sociedad humana y la naturaleza externa. Con ello se consolida la ruptura del metabolismo ahora socio-natural, generando como resultado fuerza de trabajo desempleada, separada de sus condiciones de producción que debe migrar, en este caso, a otros estados de la República Mexicana y también a los Estados Unidos, en búsqueda de un vínculo productivo.

Para ejemplificar esta ruptura del metabolismo social, se mostrará la coevolución del fenómeno migratorio en Zacatecas. De acuerdo a Moctezuma (1989; 1999) y Delgado, Márquez & Rodríguez (2004), la historia migratoria de Zacatecas se divide en seis etapas subsecuentes (cuadro 3.8), donde se desarrollan factores estructurales y procesuales que sitúan la faceta actual de migración internacional de Zacatecas: 1) el despegue del fenómeno migratorio bajo la forma de expulsión, 2) la exacerbación de la expulsión migratoria, 3) la contención del proceso inicial de despoblamiento con el arraigo y la reproducción campesina, 4) la fusión de la producción campesina con la migración, 5) la maduración de las redes sociales migratorias con el advenimiento de las organizaciones de migrantes y, 6) el resurgimiento de una etapa de despoblamiento con el predominio del migrante establecido. Estas etapas muestran de manera general tres tendencias migratorias, la primera es una tendencia expulsora, que abarca el periodo de 1893 a 1917; la segunda es la intermedia o de transición, que muestra el arraigo campesino de 1917 a 1940; y, por último, la tercera que dibuja la migración como una fuerza de trabajo migrante, abarca el periodo de 1940 a la actualidad (Moctezuma, 1999).

Cuadro 3.8 Etapas de la evolución del fenómeno migratorio en Zacatecas

Tendencias	Años	Etapa	Causas y eventos significativos
Expulsora 1893-1917	1883-1910	El despegue del fenómeno migratorio bajo la forma de *expulsión*	• Desmantelamiento de la estructura económica de la colonia e instauración del capitalismo en el país. • Construcción de un aparato productivo precario y excluyente, especializado en la minería extractiva y en la ganadería extensiva. • Zacatecas sufre un proceso de despoblamiento, el mayor en todo el país debido a la migración interna e internacional.
	1910-1917	La *exacerbación de la expulsión* migratoria	• Revolución mexicana (1910-1917) que produce una exacerbación de la dinámica expulsora. • Ingreso de Estados Unidos en la Primera Guerra Mundial, lo que demandó mano de obra barata, joven y trabajadora proveniente de México (1914-1918). • Paralización de actividades mineras y liberalización de la fuerza de trabajo de las haciendas porfirianas.

Cuadro 3.8 (*continúa*)

Intermedia 1917 a 1940	1917-1932	La *contención* del proceso inicial de despoblamiento con el arraigo y la reproducción campesina	• Expedición en Zacatecas de la primera Ley Agraria del país. • Por primera vez en tres décadas la dinámica de población crece a ritmos superiores que la media nacional.
Producción de fuerza de trabajo migrante 1940 a la fecha	1932-1965	La *fusión* de la producción *campesina con la migración*	• Movimiento Cristero (1926-1929). • Inicio del Programa Bracero (1942-1964) derivado de la necesidad de mano de obra en los Estados Unidos, generada por su ingreso en la Segunda Guerra Mundial. • El reparto agrario continuó expandiéndose con el cardenismo bajo la figura del ejido. • Modalidad productiva insuficiente para garantizar la subsistencia de la población lo que conlleva un resurgimiento de la necesidad de migrar. • Patrón migratorio circular, sustentado en redes sociales.
	1965-1986	*La maduración de redes sociales* migratorias con el advenimiento de las organizaciones de migrantes	• Estados Unidos da por terminado los convenios Bracero y opta por controlar el flujo migratorio. • Crecientes limitaciones de la economía campesina. • Emergencia de organizaciones migrantes que otorgan mayor identidad y respaldo social.
	1986-	*El resurgimiento* de una etapa de *despoblamiento* con el predominio del migrante establecido	• En 1987 se pone en marcha la Immigration Reform and Control Act (IRCA). Programa de amnistía y programa de trabajadores agrícolas que permitió la legalización y establecimiento de 2.3 millones de mexicanos indocumentados, pero que generó un proceso paralelo de migración clandestina. • Desgaste del arraigo del migrante. • Incapacidad estructural de la economía regional para ocupar la fuerza de trabajo local. • Cambio del patrón migratorio de migrante circular a migrante establecido. • Desarrollo transterritorial de organizaciones de migrantes, lo que imprime un nuevo sello al transnacionalismo. • Territorialmente el fenómeno migratorio se intensifica en el espacio zacatecano y alcanza la zona frijolera del estado —último enclave de la economía campesina—.

Fuente: Elaboración propia con datos de Delgado *et al.*, 2004.

La primera etapa, "el despegue del fenómeno migratorio bajo la forma de expulsión", data de fines del siglo XIX y tiene su origen en la desarticulación productiva de Zacatecas (Hoffner, 1988), donde la estructura económica local —minería de metales preciosos—, heredada de la Colonia, fue desmantelada, y que "a mediados del Porfiriato y bajo el predominio del control extranjero separa productivamente en sus bases extractiva y beneficiadora, además de diversificar su explotación hacia la minería industrial y reducir drásticamente su efecto dinamizador para la economía local" (Moctezuma, 1999, pp. 49-50).

El fenómeno migratorio fue resultado en buena parte de la profunda reestructuración y modernización de la minería, ya que este proceso de reestructuración auspició la quiebra de los productores que no tuvieron acceso a los adelantos tecnológicos de la época, el desplazamiento de obreros por máquinas en las minas que mediante la inversión extranjera lograron modernizarse y, el estrechamiento productivo que se limitó a la fase extractiva. Por tanto, se generó una desbordante masa de población excedentaria que sentó las bases para la dinámica de migración hacia el interior del país y hacia el extranjero (Moctezuma, 1989).

Moctezuma señala:

> Antes de 1893, la minería se encontraba prácticamente paralizada, siendo hasta la llegada de las inversiones portadoras de la nueva tecnología [capital extranjero], que esta actividad comenzó a recuperarse. Pero esta recuperación, a pesar de su gran dinamismo, no fue capaz de absorber la misma cantidad de trabajadores… (Moctezuma, 1989, pp. 12-13).

El inicio del proceso migratorio fue un parteaguas en la historia de Zacatecas. De haber figurado como uno de los principales centros mineros de la región centro-norte del país, que en su producción albergaba a un gran número de trabajadores, se convirtió en una de las zonas de mayor expulsión de mano de obra (Moctezuma, 1989).

Moctezuma (1989, p. 14) señala como indicador de la reducción de la fuerza de trabajo en la minería los datos sobre el despoblamiento de las localidades mineras entre los años 1895 y 1910 (cuadro 3.6).[113] Las poblaciones mineras disminuyeron a grosso modo en un 63 % en

[113] Este cuadro se encuentra en la página 158.

el periodo de 1895 a 1910, considerando como datos los totales que maneja Moctezuma (1989).

Sin embargo, además del efecto de la modernización minera en el fenómeno migratorio, confluyeron otros factores, como la crisis agrícola que derivó de la desaparición de la modalidad hacendaria. La hacienda jugó hasta 1910 un pequeño papel de amortiguador del proceso de emigración —esta actividad absorbía una parte mínima de los trabajadores desplazados de la minería— (ver número de peones derivados de las actividades hacendarias en cuadro 3.9) (Moctezuma, 1989).

Cuadro 3.9 El peonaje, pequeños agricultores y ganaderos en el estado de Zacatecas en 1900

Municipios y localidades	Número de peones	Pequeños agricultores y ganaderos*	Municipios y localidades	Número de peones	Pequeños agricultores y ganaderos*
Valparaíso	4,785	1,062	San José de la Isla	896	206
Pinos	4,624	652	S. Miguel del Mezq.	857	210
Sombrerete	4,456	1,558	Moyahua	842	514
Fresnillo	4,310	1,360	Huanusco	752	224
Jerez	3,563	2,189	S. Juan del Mezquital	743	194
Villanueva	3,266	382	S. Pedro Piedra Gorda	705	133
Nochistlán	2,631	1,257	Susticacán	590	63
Villa García	2,448	369	El Plateado	588	423
Ojocaliente	2,287	480	Santa Rita	558	243
Monte Escobedo	2,089	1,280	El Carro	557	127
Mazapil	1,999	136	Estanzuela	515	274
Guadalupe	1,992	278	Noria de Ángeles	510	43
Jalpa	1,872	991	Mezquital del Oro	499	227
Tepetongo	1,845	851	Atolinga	490	569
Nives	1,792	673	Sierra Hermosa	457	10
Río Grande	1706	1,139	San Andrés del Teúl	439	264
Sain Alto	1,495	459	Santa María de la Paz	430	273
Concepción del Oro	1,424	142	S. Fco. de los Adame	386	234
Zacatecas	1,381	178	Calera	325	44
Sánchez Román	1,325	1,284	Momax	282	390
Chalchihuites	1,277	457	Morelos	226	306
Juchipila	1,193	501	San Pedro Ocampo	181	31
Tepechitlán	1,142	760	Tenayuca	170	167
Villa de Cos	1,105	159	Pánuco	301	251
Villa del Refugio	1,089	699	Vetagrande	129	22
Sauceda	1,011	137	San Pedro Apulco	83	159
San Juan del Teúl	975	548	Toyahua	33	46
Apozol	902	148	**TOTALES**	**72, 522**	**25,736**

Fuente: Censo y División Territorial del Estado de Zacatecas, Verificado en 1900, Secretaría de Fomento, México, Oficina Tipográfica, 1902, en Moctezuma, 1989.
* Incluye a grandes ganaderos, pequeños propietarios agrícolas, arrendatarios, aparceros, tercieros, etc.

La hacienda era por lo general una amplia propiedad agrícola o ganadera que establecía relaciones entre el productor y el propietario de los medios de producción, implantándose un proceso de "peonaje". Para el año de 1900, Valparaíso tenía 17 haciendas, Fresnillo 13, Pinos 12, Sombrerete 9, Villanueva 8; otras más se encontraban dispersas en todo el estado, la región sur se caracterizaba por su menor número y tamaño (cañones de Juchipila y Tlaltenango) (Moctezuma, 1989). Los partidos ganaderos más importantes se encontraban en Fresnillo, Nieves, Sombrerete y Zacatecas (Moctezuma, 1989).

Las actividades agrícolas se dividían en agricultura de las haciendas y agricultura de pequeña producción. Ya que ciertas partes del estado estaban libres de la relación de peonaje. Los datos para 1895, muestran que la agricultura absorbía 94,182 trabajadores, cifra que se incrementó en para 1900 a 99,192 y para 1910 a 104,315 (cuadro 3.10) (Moctezuma, 1999).

Cuadro 3.10 Población Económicamente Activa, Zacatecas, 1895-1910

Ramas	1895	%	1900	%	1910	%
Primarias	**110, 731**	74.6	**114, 903**	69.8	**114, 084**	74.4
Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca	94, 182		99, 192		104, 315	
Extractivas	16, 549		15, 711		9, 769	
Secundarias	**15, 887**	10.7	**14, 223**	8.6	**12, 237**	8.0
Transformación	14, 452		12, 806		10, 811	
Construcción	1, 435		1, 417		1, 426	
Comercio y Servicios	**19, 078**	12.9	**16, 784**	10.2	**15, 970**	10.4
Transporte	841		1, 178		967	
Comercio	6, 369		5, 183		4, 602	
Servicios	11, 868		10, 423		10, 401	
Actividades Insuficientemente Especificadas	**2, 748**	1.9	**18, 623**	11.3	**11,015**	7.2
Totales	**148, 444**	**100**	**164, 533**	**100**	**153, 306**	**100**

Fuente: Moctezuma, 1989. Estadísticas Económicas del Porfiriato, Vol. II, Fuerza de Trabajo, Actividad Económica por Sectores. El Colegio de México, 1961.

El cambio significativo en la ganadería del estado fue que, al introducir las mejoras en la minería, la fuerza animal fue desplazada, por tanto, la ganadería en este periodo, se enfocó en el abastecimiento de las principales ciudades del país, utilizando el ferrocarril como medio de transporte; incluso envió ganado mediante arrieros a las entidades más cercanas (Moctezuma,

1989). En suma, con la instalación de las nuevas técnicas de producción en la minería, la agricultura y la ganadería comenzaron a evolucionar independientemente.

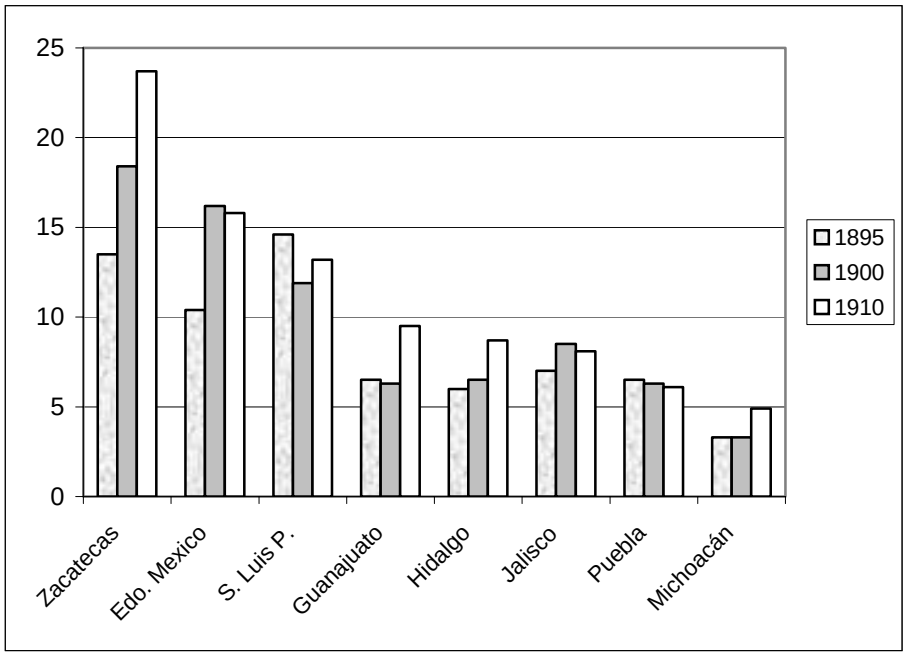
Otro elemento que muestra el conflicto social y la liberalización de la fuerza de trabajo, son los datos de la emigración nacional en relación a la población local: para 1910 representaba un 23.7 %, lo que indicaba que casi una cuarta parte de la población de Zacatecas se encontraba en otras partes de la República (cuadro 3.11 y figura 3.23) (Moctezuma, 1999).

Cuadro 3.11 Entidades con mayor migración nacional 1895-1910

Entidad	**1895**		**1900**		**1910**	
	Emigración/ Población	%	Emigración/ Población	%	Población/ Emigración	%
Zacatecas	61,193/ 452,578	13.5	84,970/ 462,190	18.4	112,949/ 477,556	23.7
Estado de México	87,379/ 841,618	10.4	151,037/ 934,463	16.2	142,169/ 898,510	15.8
S. Luís Potosí	83,188/ 568,449	14.6	68,298/ 575,432	11.9	83,011/ 627,800	13.2
Guanajuato	68,910/ 1’062,554	6.5	77,263/ 1’061,724	6.3	202,696/ 1’081,651	9.5
Hidalgo	33,566/ 558,769	6.0	39,513/ 605,051	6.5	56,455/ 646,551	8.7
Jalisco	68,910/ 1’107,227	7.0	77,263/ 1’153,891	8.5	202,696/ 1’208,855	8.1
Puebla	63,971/ 984,413	6.5	64,260/ 1’021,133	6.3	66,825/ 1’101,600	6.1
Michoacán	29,495/ 896,495	3.3	30,522/ 935,808	3.3	48,802/ 991,880	4.9

Fuente: Moisés González Navarro. *Historia Moderna de México. El Porfiriato. Vida Social*, Coord. Daniel Cosío Villegas, Hermes, México, 1985, n. 27; INEGI. *Estadísticas Históricas de México*, 1986, pp. 11-21, en Moctezuma, 1999.

Figura 3.23 Índice de despoblación, 1895-1910



Fuente: Moisés González Navarro. Historia Moderna de México. El Porfiriato. Vida Social, Coord. Daniel Cosío Villegas, Hermes, México, 1985, p. 27; INEGI. Estadísticas Históricas de México, 1986, pp. 11-21, en Moctezuma, 1999.

La migración hacia el interior del país no fue única; Zacatecas comenzó a colocarse entre las entidades que aportaban cada vez más trabajadores a la economía estadounidense:

> En el año de 1902, la sociedad zacatecana recibió la noticia de que la *Norton Drake Company*, contratista del Ferrocarril "Sur Pacífico" de Los Angeles, Ca., enviaba agentes mexicanos a Ciudad Juárez, Zacatecas, San Luis Potosí y Durango, para que le contrataran trabajadores (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas [POGEZ], diciembre 20 de 1902, pp. 1-3). Los resultados de ello fueron corroborados años más tarde por el Gobernador del Estado, al señalar que había grandes colonias de barreteros zacatecanos en los estados de Texas y California y que se encontraban emigrando por las promesas halagadoras de los enganchadores (G. García [Gobernador 1900-1904), s/f, pp. 4-5)" (Moctezuma, 1999, p. 55).

Además, en Zacatecas la Legislatura aprobó un "Decreto sobre Enganches de Trabajadores", que tuvo vigencia de 1987 a 1906. Este decreto, permitía al gobierno cobrar $ 8.00 por persona solicitada para cubrir algún trabajo en el interior del país; y $ 16.00 en caso de que la solicitud correspondiera al extranjero. A estos fondos que obtenía el gobierno, se les llamaba "pago por enganche" (Moctezuma, 1999)

> Ahora bien, es cierto que la emigración tenía múltiples causas, como la demanda de trabajadores por el capital norteamericano —expresado muchas veces a través de los "enganchadores"—, [la facilidad de transporte derivada d] el desarrollo del sistema ferroviario, etc., pero el principal factor lo fue sin duda la inversión extranjera en el ramo minero y su impacto en la reducción del empleo local… (Moctezuma, 1999, p. 56).

Fue tal el peso de la migración interna[114] y externa en esta etapa, que a pesar de la abundante mano de obra excedentaria, en Zacatecas el crecimiento poblacional en los años 1893 a 1910, fue negativo en un - 0.7 % anual (cuadro 3.12 y figura 3.24) —disminuyó de 536,727 a 477,556 habitantes—, a pesar de que en la entidad se registraron tasas de natalidad entre 14 y 16 puntos porcentuales arriba de la media nacional; lo que indica que Zacatecas, de no ser por la emigración, hubiera registrado un crecimiento demográfico positivo (ver crecimiento natural en cuadro 3.13) (Moctezuma, 1989; 1999). El proceso de despoblamiento en Zacatecas fue el mayor en todo el país (Delgado *et al.,* 2004). Por lo tanto, en este periodo se definieron los cimientos del desequilibrio poblacional (Moctezuma, 1989; Delgado, Figueroa & Hoffner, 1994; Alanís, 2001).

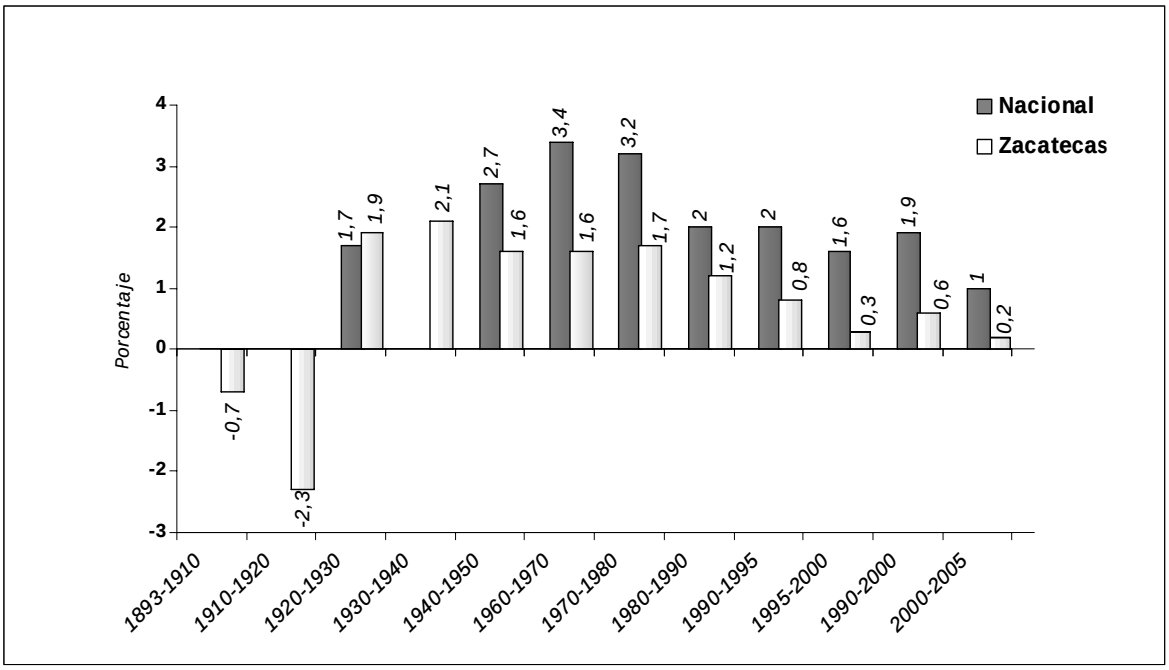
Cuadro 3.12 Tasas de crecimiento media anual de la población Nacional y de Zacatecas: 1893-2005

Periodo	Nacional	Zacatecas
1893-1910	-	-0.7
1910-1920	-0.51	-2.3
1920-1930	1.7	1.9
1930-1940	-	2.1
1940-1950	2.7	1.6
1950-1960	3.1	2.1
1960-1970	3.4	1.6
1970-1980	3.2	1.7
1980-1990	2.0	1.2
1990-2000	1.9	0.6
2000-2005	1.0	0.2

Fuente: INEGI, 2007b *Estadísticas Históricas*; Moctezuma, 1989; Moctezuma, 1999.

[114] "Para 1910, el número de personas que habían emigrado de Zacatecas hacia otras entidades era de 113,349" (Moctezuma, 1989, p. 33).

Figura 3.24 Comparación de tasas de crecimiento medio de la población 1893-2005



Elaboración propia con datos de INEGI, 2007b, y Moctezuma, 1989.

Cuadro 3.13 Crecimiento natural de la población 1895, 1900 y 1910

Año	**República Mexicana**			**Estado de Zacatecas**		
	Natalidad	Mortalidad	Crecimiento Natural	Natalidad	Mortalidad	Crecimiento Natural
1895	383,747	391,177	- 7,430	20,989	15,187	5,802
1900	495,542	457,327	38,215	22,090	16,897	5,211
1910	466,462	470,699	- 4,237	21,489	16,936	4,553

Fuente: INEGI. *Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos*, 1985, 1986, pp. 203-207, en Moctezuma, 1999.

En suma, el origen de la migración tiene como fondo procesos económicos y sociales de la estructura económica local; por tanto, su naturaleza era parte inherente de la relación social del subdesarrollo. La migración fue una válvula de escape a la estructura productiva limitada que no absorbía la fuerza de trabajo liberada (Moctezuma, 1989).

La segunda etapa, llamada "la exacerbación de la expulsión migratoria", correspondía al periodo del movimiento armado —Revolución mexicana (1910-1917)—, que generó el tránsito de inmigrantes legales, trabajadores temporales y refugiados que escapaban de la violencia y persecución. Estos emigrantes eran absorbidos por la necesidad de mano de obra de los Estados Unidos, a razón de su participación en la Primera Guerra Mundial a partir de 1917 (Durand, 2000; Durand & Massey, 2003; Delgado *et al.,* 2004). Además, "el ya intenso proceso social de emigración de origen minero se exacerba y diversifica, por lo que, el fenómeno de despoblación se amplia social y espacialmente a un mayor radio de acción, incorporando a un gran sector de campesinos" (Moctezuma, 1999, p. 57).

Esta intensificación de la dinámica expulsora en el estado derivó de la paralización de la actividad minera originada por el movimiento revolucionario —particularmente los minerales de Mazapil, Concepción del Oro, Sombrerete y Fresnillo, en 1913[115]— y por el abandono y descuido de la agricultura ocasionada por la inseguridad de que fueran responsables los diferentes grupos armados —lo que generó carencia de granos[116]— (Moctezuma, 1999).

Las epidemias eran otro elemento que contribuyó a la disminución de la población. Además, de la tifo y la viruela del periodo del Porfiriato, se agregaron la escarlinata y el sarampión (Moctezuma, 1999, p. 58). En este periodo, la reducción de la tasa de crecimiento media anual de la población, llegó a 2.3 y fue tres veces superior a la reducción de la tasa promedio anual nacional, la cual fue de -0.51 (cuadro 3.12).[117]

Moctezuma (1999) señala que en este periodo de 1910 a 1921, los municipios con mayor migración eran Zacatecas, Concepción del Oro, Pinos, El Carro, Valparaíso, Ciudad García, Guadalupe, Sombrerete, Melchor Ocampo, Sain Alto y Susticacán. Lo que significa que además de los centros mineros que ya expulsaban población, como Zacatecas, Concepción

[115] Delgado, J. [Gobernador], *Informe de Gobierno*, septiembre de 1913, en Moctezuma, 1999, p. 58.
[116] La carencia de granos se manifestó cuando "The Fresnillo Company se vio obligada a importar maíz y frijol de los Estados Unidos para el pago en especie de sus trabajadores (Gaceta Minera, abril 9 de 1984, p. 9), en tanto que uno de los gobernadores adquirió maíz de otras entidades y lo destinó a la beneficencia pública (González, J. G., Informes de Gobierno, marzo y septiembre de 1912, en Moctezuma, 1999, pp. 57-58).
[117] El cuadro 3.12 se encuentra en la página 170.

del Oro, Pinos y Sombrerete, se añadieron otros, cuya especialización era la agricultura y la ganadería (Moctezuma, 1999). De esta manera, el periodo de 1910 a 1917 fue la continuación de la tendencia expulsora de la migración, iniciada en 1893-1910, sólo que se intensificó el proceso de despoblamiento todavía más (Moctezuma, 1999).

Al respecto Moctezuma menciona:

> …de 1893 a 1917, lo que predominó ampliamente fue una forma migratoria: la forma expulsora; y aunque con esto la población migrante gana en experiencia, en estas condiciones, las redes sociales que surgieron de la emigración, no lograron desarrollarse en toda su plenitud debido, por un lado, al carácter definitivo de los migrantes, y por otro, a la vulnerabilidad tanto de la estructura económica local, como de las relaciones de identidad y arraigo (Moctezuma, 1999, pp. 56-57).

En suma, el periodo de 1893 a 1917 se caracteriza por el despoblamiento y una migración definitiva. Lo que indica el predominó de la tendencia expulsora (Moctezuma, 1999).

En la tercera etapa, llamada "contención del proceso inicial de despoblamiento con el arraigo y reproducción campesina" (1917-1932), la dinámica expulsora de la entidad encontró una barrera de contención en el Reparto Agrario.[118] Éste inició como resultado de tres factores: la desesperada situación de despoblamiento, generada por la migración; la disminución productiva de la minería por los conflictos del movimiento armado; y el problema productivo del agro, que era resultado de la destrucción de la institución hacendaria[119] (Moctezuma, 1989).

[118] Existían dos propuestas que fueron el antecedente de la Reforma Agraria: el villismo y el zapatismo. Por un lado, Francisco Villa, en el norte del país, impulsaría el programa de acción agrario, en el cual la creación de la pequeña propiedad rural ocupaba el lugar central. Por el contrario, Zapata, en el sur, manifestó su propuesta y promulgó el Plan de Ayala, en el cual se proponía restituir las tierras a sus antiguos dueños (las comunidades indígenas). Zacatecas, hizo una propuesta que se inclinaba a constituir la pequeña propiedad agraria, simpatizando en mayor medida con las tendencias de Villa: "Por una parte, el Estado busca los mecanismos que le permiten no perder el control del enfrentamiento con los terratenientes, y por la otra, se daba oportunidad de erigirse en un Estado revolucionario, fraccionando los latifundios para satisfacer las necesidades de algunos grupos de campesinos" (Cuevas, 1991, p. 8).

[119] La abolición de las relaciones sociales correspondientes a la institución hacendaria, provocó una consecuente liberación de peones, lo que logró consolidar el proceso de liberalización de fuerza de trabajo ya desencadenado (Moctezuma, 1989).

El problema agrario se cristalizó en Zacatecas en 1919, y se resolvió a partir del fraccionamiento de los latifundios o haciendas para fundar la pequeña propiedad (Cuevas, 1991). Zacatecas fue el estado que promulgó la primera ley agraria local en el país[120] (Moctezuma, 1999; Delgado *et al.,* 2004).

Moctezuma señala:

> …la acentuada expulsión poblacional era expresión de que la estructura primaria, en la que tiempo antes se había especializado la entidad, no generaba capacidad de ocupación en razón al crecimiento de la fuerza de trabajo; pero además, ese proceso se exacerbó con la destrucción del peonaje (Moctezuma, 1989, p. 69).

Fueron repartidos 770,353 hectáreas a un total de 19,562 beneficiarios. Y, aunque el dominio del reparto lo tuvo el fraccionamiento, también hubo una dotación importante de tierras bajo la forma de ejidos —267,127 hectáreas equivalentes a un 35 % del total— (Moctezuma, 1989).

Al respecto Delgado *et al.* señalan:

> El reparto agrario crea las condiciones materiales para el arraigo de las familias beneficiadas y da lugar a la emergencia y reforzamiento de una identidad territorializada, que viene a suplir el talante errante del propio trabajador minero, figura prominente en las primeras oleadas migratorias (Delgado *et al.,* 2004, p. 162).

Como resultado del reparto agrario, Zacatecas dejó de ser específicamente una zona generadora de sobrepoblación, ya que comenzó a incorporar a su actividad económica parte de su población excedentaria. Esto se ejemplifica con el hecho de que el crecimiento demográfico en la entidad, entre 1921 y 1930, fue por primera vez en 25 años positivo e incluso superior a la media nacional (1.9 % contra 1.7 % de incremento anual, respectivamente) (cuadro 3.12).

---

[120] "… el procedimiento de solicitud de fraccionamiento se hacía por un grupo de campesinos sin tierra, no menor de veinte personas; quienes solicitaban las tierras que estaban en poder de los grandes propietarios y que excedían el límite de 2,000 hectáreas, fijado por el Artículo 27 de la Constitución. La solicitud se llevaba a cabo ante la Comisión Agraria del Estado (después Departamento de Agricultura), que dependía en sus funciones del Ejecutivo Estatal. Previo al fraccionamiento material, el gobernador buscaba el consentimiento de los propietarios; en caso de negativa se adquiría la facultad de expropiar "por rebeldía" y poner en venta dichos terrenos. Su precio se establecía, tomando como base el valor fiscal, más un 10 %, mismo que se cubría hasta en 48 anualidades; un año después, las anualidades se redujeron a 20" (Decreto, diciembre 18 de 1918, en Moctezuma, 1999, pp. 65-66).

Moctezuma señala:

> Socialmente significó un paso importante en la ampliación de las condiciones que sirvieron para el arraigo y reproducción del campesinado que luego se convertirían en la base social para la emigración (Moctezuma, 1999, pp. 66-67).
>
> Fue a partir del fraccionamiento de las grandes propiedades así como del efecto secundado por el ejido, que los campesinos frenaron la emigración por tierras estadounidenses, quienes durante 1924 y 1926 se calculaba que ocupaban el quinto y séptimo lugar nacional. Igualmente, los migrantes zacatecanos devueltos por la crisis, encontraron una opción de reproducción social como fue el caso de los fraccionistas de la Ex-Hacienda "Malpaso", en el municipio de Villanueva. Por lo demás, la crisis mundial de 1929 debió provocar un regreso forzoso (Moctezuma, 1999, p. 67).

El crecimiento demográfico de este periodo, fue un proceso de repoblación y recuperación demográfica. Para 1921, Zacatecas tenía 379 329 habitantes, y para 1930, aumentaron a 459 047 habitantes (Moctezuma, 1999).

El reparto agrario, también, marcó la distribución geográfica de la población del estado. Con los nuevos centros de población, la entidad adquirió su fisonomía ruralizada que no perdió hasta la fecha: pequeñas comunidades aisladas en todo su territorio (Moctezuma, 1989; Delgado *et al*., 1994).

Es importante señalar que la burguesía ganadera del estado conservó su forma rentista de explotación, a pesar de la Reforma Agraria; la zona territorial que en 1900 era dedicada a la explotación pecuaria, era prácticamente la misma en 1930 (Moctezuma, 1989),

En suma, en este periodo se dio una gran transformación económica y social derivada del reparto agrario, lo que generó el arraigo y la reproducción campesina, lo cual, condicionado por las crisis de los años veinte y principios de los treinta, forzó aun más la intensificación de las opciones agrarias promovidas por el Estado. Sin embargo, el reparto agrario fue un evento parcial, no provocó la desaparición de la migración ni alteró significativamente la situación precaria y excluyente en el estado (Moctezuma, 1989; Delgado *et al.,* 1994).

La cuarta etapa, "la fusión de la producción campesina con la migración" (1932-1965), se dio en el contexto del Movimiento Cristero (1926-1929) e inicio del Programa Bracero (1942-1964). El Movimiento Cristero, suscitado por la existencia de conflictos agrarios, amparados en cierto fervor religioso —en mayor medida en el suroeste del estado—, llevó a desplazamientos forzosos y construyó puentes para migraciones circulares. En esta etapa, en el plano estatal, se desencadenó una nueva recesión en la minería local. A pesar de esta nueva recesión, en el periodo de 1930 a 1940, la tasa anual de crecimiento poblacional continuó siendo superior a la media nacional, alcanzando un nivel de 2.1 % (Moctezuma, 1989), ya que la tendencia de la migración se mantuvo todavía marcada por el efecto contratendencial de la Reforma Agraria, que continuó expandiéndose con el Cardenismo bajo la figura del ejido;[121] no obstante, también se definió una modalidad productiva insuficiente para garantizar la subsistencia de la población (Moctezuma, 1989; Delgado *et al.,* 2004).

Al respecto Moctezuma menciona:

> …[En este periodo] comienza a prefigurarse claramente una fisonomía social encaminada hacia la extensión de la producción campesina, como polo social dominante de la sociedad zacatecana. A partir de ello, se perfilan las condiciones sociales propicias para el arraigo del campesinado y sobre las cuales se desarrollará la migración temporal hacia los Estados Unidos. Estos dos factores, irán a su vez generando las condiciones de socialización a favor de una cultura sobre la que más tarde se levantarán las complejas redes sociales de los migrantes (Moctezuma, 1999, p. 71).

Más tarde, la puesta en marcha del Programa Bracero reclutó en sus filas a un numeroso contingente de trabajadores zacatecanos; era caracterizado por una migración abierta derivada de la necesidad de mano de obra de Estados Unidos, por su ingreso a la Segunda Guerra Mundial, lo cual perfiló un migrante circular, masculino, de origen rural y con destino al medio agrícola, que era la base para el establecimiento de redes migratorias. En el cuadro 3.14, se muestran la migración sólo por el rubro bracero; no integra la totalidad de la migración, sin embargo, si se compara los porcentajes de la entidad con el país, los datos son relevantes, en especial el año de 1946. Como resultado también de este programa, en el periodo de 1940 a

[121] En esta etapa, la agricultura y ganadería ejidal cobraron importancia, incorporando a una abundante población a la producción de autoconsumo (Moctezuma, 1989).

1950, la tasa de crecimiento poblacional del estado se redujo considerablemente de 2.1 % a 1.6 % (Moctezuma, 1989).

Cuadro 3.14 Migrantes procedentes del Programa Bracero

Años	Zacatecas	Porcentaje	República
1944	8, 808	14.2	86, 170
1945	3, 595	7.3	49, 454
1946	9, 640	30.1	32, 043
1951	15, 000	7.8	192, 000

Fuente: Moctezuma, 1989.

En palabras de Delgado *et al*.

> ...con el peso de la producción campesina en la economía estatal y con la entrada en escena de la producción de fuerza de trabajo migrante, se completa la formación del polo de subsistencia (Delgado *et al.*, 1994, p. 47).

En esta etapa, se consolidó el binomio producción campesina-producción de fuerza de trabajo, como resultado del Programa Bracero (Delgado *et al.,* 2004).

En lo referente a las actividades productivas, en primer lugar, la actividad minera que tenía un periodo de recesión, al inicio de esta etapa (1933) se recuperó, y a pesar de la orientación nacional a la producción interna, ciertas ramas continuaban vinculadas a la producción exportadora —la Segunda Guerra Mundial provocó la demanda de algunos materiales vinculados a la industria militar, como el plomo, cobre, zinc y el mercurio[122]—. Sin embargo, la fuerza de trabajo expulsada en la minería, nunca fue recuperada (ver actividades extractivas en cuadro 3.15).

[122] En los años treinta, inició la explotación local del mercurio en el poblado de Sain Alto, pero fue en 1939, cuando en Mazapil se descubrieron los yacimientos de mercurio más grandes de América, estableciéndose la empresa "Mercurio del Norte" de procedencia norteamericana (Moctezuma, 1989, pp. 107-108).

Cuadro 3.15 Población Económicamente Activa, Zacatecas, 1930-1950

Ramas	1930	%	1940	%	1950	%
Ramas Primarias	**112, 572**	**80.8**	**130, 485**	**83.0**	**163, 818**	**82.2**
Agricultura	103, 442	74.3	117, 334	74.9	152, 209	76.4
Ganadería	4, 598	3.3	*4, 598	2.9	*4, 598	2.3
Silvicultura	348	0.2	262	0.2	*262	0.1
Extractivas	4, 184	3.0	8, 291	5.3	6, 749	3.4
Ramas Industriales	**10, 159**	**7.3**	**8, 749**	**5.6**	**11, 523**	**5.8**
Transformación	-	-	-	-	8, 943	4.5
Construcción	-	-	-	-	2, 580	1.3
Comercio y Servicios	**9, 713**	**7.0**	**13, 612**	**8.6**	**19, 346**	**9.7**
Transporte	2, 277	1.6	1, 537	0.9	1, 835	0.9
Comercio	4, 103	2.9	7, 886	5.0	8, 407	4.2
Servicios	3, 333	2.4	4, 189	2.7	9, 104	4.6
Actividades Insuficientemente Especificadas	**6, 818**	**4.9**	**4, 355**	**2.8**	**4, 658**	**2.3**
Totales	***139, 262***	***100***	***157, 201***	***100***	***199, 345***	***100***

Fuente: Moctezuma, 1989. *Censos Generales de Población*, 1930, 1940 y 1950. Zacatecas, Secretaría de la Economía Nacional, Dirección General de Estadística.
* Se tomó como indicador de los trabajadores de la ganadería al año de 1930, y en el de la silvicultura de 1950 se tomó la cantidad de 1940.

A finales de esta etapa (1960), el capital mexicano participaba sólo en un 10 % en la actividad minera nacional. La estrategia para contrarrestar el control extranjero en la minería, fue el proceso de Mexicanización. El 5 de febrero de 1961, entró en vigor la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en materia de explotación y aprovechamiento de los recursos minerales, el cual señaló: a) participación obligatoria de 51 % de capital mexicano en todas las empresas mineras; b) reducción en el tiempo de vigencia de las concesiones a 25 años, con posibilidad de ser prorrogada; y, c) la restricción a las nuevas concesiones, las cuales sólo podían ser otorgadas a ciudadanos mexicanos o personas morales que demostraran plenamente que la situación accionaria de la empresa satisfacía el requisito de predominio del capital nacional (Del Pozo, 2000, p. 52; Guzman, 2000, p. 42).

A pesar de que este proceso tenía como finalidad desplazar el dominio externo y situar en manos del Estado y con capital mexicano el control minero, es necesario señalar que buena

parte del crecimiento y avances de la mexicanización descansaban en el endeudamiento externo y en la dependencia tecnológica externa del sector (Del Pozo, 2000, pp. 54-57).[123] Queda por señalar que la explotación minera era un "enclave económico y político", que se caracterizaba por tener un control monopólico engranado por los consorcios con capital y tecnología extranjera, y se traducía en inmensas cantidades de transferencia de recursos al exterior (Delgado & Del Pozo, 2001).

En segundo lugar, como resultado aún del reparto agrario y del fraccionamiento privado, Zacatecas se transformó rápidamente en abastecedora de maíz y frijol para el país. Por supuesto, limitado a aquellas regiones que disponían de las mejores tierras, como Fresnillo, Valparaíso, Río Grande, Sombrerete, Francisco R. Murguía y Villanueva; en el resto de la entidad siguió dominando la producción para el autoconsumo. Esto trajo consigo la incipiente aparición de las relaciones asalariadas en la agricultura comercial (Moctezuma, 1989; 1999).

Para Moctezuma:

> En este periodo, se continúa con las actividades del fraccionamiento de las grandes propiedades y con la formación de ejidos. Obvio, el reparto agrario mediante la forma de ejido es ahora predominante con respecto al fraccionamiento privado. Sin duda que ello se debe al viraje que en el contexto nacional adquiere la cuestión agraria. Pero, como este es un proceso que en términos de temporalidad coincide con el inicio de la orientación del crecimiento económico hacia el mercado interno, el reparto agrario así como la funcionalidad en general de la producción campesina debe ser vista formando parte de la política económica (Moctezuma, 1999, pp. 71-72).

En el contexto nacional, se le apostó a las posibilidades de un "crecimiento hacia adentro", con el apoyo del presidente Lázaro Cárdenas quien promovía un intenso reparto agrario. Esto

[123] Para 1960 inició la revolución minera, "las innovaciones tecnológicas cambiaron el enfoque de la industria minera de una explotación de alto grado, venas subterráneas de extracción de los minerales de los bajo-grados de depósitos mineral extensos, fueron remplazados por minas de cielo abierto. Las técnicas de extracción abierta son posibles gracias al moderno equipo de excavación que hacen posible remover grandes cantidades de suelo y rocas. Las técnicas mecánicas y químicas son capaces de procesar minerales de calidad inferior mientras nuevos puertos y super-tanques facilitan su transporte. En particular, las técnicas de extracción abierta revolucionaron la explotación del cobre, hierro y bauxita. Esto produjo un gran saldo en la escala de la producción, pero con tremendos costos ambientales. Los paisajes de regiones enteras cambiaron fundamentalmente por la minería a cielo abierto. La superficie de la tierra fue removida y químicamente procesada para extraer mineral. La tierra fértil que era la base de la vida de plantas y animales empezó a ser tóxica. Se inició una cadena de contaminación de suelo, agua y aire que alteraron los ecosistemas de áreas extensas" (Dore, 1992, p. 76).

permitía a Zacatecas profundizar sus características sociales en la política agraria, predominando la forma de ejidos (Moctezuma, 1999).

Por último y en tercer lugar, la ganadería continuó incorporada al mercado internacional, sin embargo, las grandes exportaciones seguían sujetas a enormes extensiones y, en el caso de la ganadería ejidal, no había mejoras en su forma de explotación. La ganadería no gozaba de asistencia técnica ni de inversiones. La ocupación de mano de obra era insignificante (Moctezuma, 1989).

En resumen, en esta etapa la migración internacional —derivada de los convenios braceros— comenzó a fusionarse con la funcionalidad de producción de subsistencia —en Zacatecas se dio un predominio social de la producción campesina—.

La quinta etapa de migración, "la maduración de las redes sociales migratorias con el advenimiento de las organizaciones de migrantes", 1965 a 1986, inició cuando los Estados Unidos de forma unilateral dieron por terminados los convenios temporales del programa "braceros" y trataron de controlar el flujo migratorio con tres elementos: legalizar a la población trabajadora; institucionalizar la frontera para dificultar el libre tránsito; y deportación sistemática de trabajadores que no tuvieran sus documentos en regla (Durand & Massey, 2003).

En esta etapa, la dinámica migratoria respaldada en el patrón circular y en el fortalecimiento de redes sociales avanzó y se consolidó. Mientras crecían las limitaciones de la economía campesina emergían organizaciones sociales migrantes que otorgaban identidad de arraigo —el fortalecimiento de arraigo adquiría particular importancia ante el debilitamiento de las bases materiales de arraigo derivadas del creciente deterioro de la producción campesina— y respaldo al migrante (Delgado *et al.,* 2004).

A finales de esta etapa, el estado se convirtió en el abastecedor de frijol y maíz para el país y la producción agrícola de Zacatecas se integró a la producción mercantil. Este proceso había iniciado en el país en los años cuarenta, derivado del despegue del proceso de

industrialización y a medida que se daba un crecimiento de la división social del trabajo. En la agricultura, la forma de desarrollo de la división del trabajo era la especialización por regiones, ya que el crecimiento de la producción se relacionó con el incremento de extensión territorial (Spagnolo & Foladori, 1979).

El cuadro 3.16 muestra el aumento de la producción mercantil de Zacatecas; aunque era menor comparando con el porcentaje de crecimiento mercantil a nivel nacional, tenía un comportamiento ascendente. Además, es necesario puntualizar que no se incluye la producción ganadera que era indudablemente mercantil a partir del periodo de la modernización minera (Spagnolo & Foladori, 1979).

Cuadro 3.16 Porcentaje de producción agrícola vendida en relación con la producción total. Estado de Zacatecas. 1950-1970 (millones de pesos)

Año	Producción agrícola total A	Producción agrícola vendida B	Porcentaje de B/A	Porcentaje a nivel nacional
1950	133	99	74.4	82
1960	376	289	76.9	82
1970	296	235	76.4	87

Fuente: Spagnolo & Foladori, 1979.

El irrefrenable avance de la producción mercantil trajo como consecuencia la necesidad del productor de recurrir al mercado para intercambiar sus productos por las demás mercancías que requería para su sobrevivencia. Sin embargo, los productores no trabajaban de la misma manera aunque produjeran una misma mercancía; quien requería menor tiempo iba a estar en ventaja con aquel productor que invertía mayor tiempo, lo cual conducía al desarrollo de las fuerzas productivas.[124] El cuadro 3.17 muestra este avance en la agricultura de Zacatecas, con el incremento en el número de tractores.

[124] El desarrollo de fuerzas productivas asimétricas se evidencia al observar, por ejemplo, que Estados Unidos dispone de 1.6 tractores por cada trabajador agrícola, Canadá de 1.9, mientras que México cuenta apenas con 0.04 tractores por cada trabajador agrícola (Calva, 2006, en Reyes, García, Pérez & Foladori, 2007).

Cuadro 3.17 Cantidad de tractores y promedio de hectáreas de labor por tractor, 1950-1970. Nivel estatal

Años	A. Hectáreas de labor (miles)	B. Número de tractors	C = A/B
1950	1 022	271	3 771
1960	958	817	1 172
1970	979	3 858	253

Fuente: Spagnolo & Foladori, 1979.

En lo referente a la actividad minera, a finales de esta etapa y como producto del proceso de mexicanización, las grandes corporaciones de base nacional aprovecharon las medidas de corte neoliberal impuestas en 1982 —el gobierno mexicano se vio forzado a impulsar una drástica reorientación de la economía a través de la aplicación del paquete de medidas de ajuste estructural impuestas por el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional; entre ellas figuraban: la apertura o liberalización financiero-comercial, la desregulación del sector privado, los recortes al gasto público, la modernización al Estado y la privatización paraestatal— para acelerar sus procesos de concentración y centralización del capital, posicionándose estratégicamente y estableciendo un control monopólico[125] (Delgado & del Pozo, 2001).

En síntesis: en esta etapa, Estados Unidos dio por terminado los convenios braceros optando por controlar el flujo migratorio. La economía campesina zacatecana, a pesar de integrarse a la economía mercantil, continuaba con sus crecientes limitaciones. Como resultado, siguió el proceso migratorio de patrón circular, el cual fortaleció a las organizaciones migrantes y las redes sociales.

La sexta etapa, "el resurgimiento del despoblamiento con el predominio del migrante establecido", inició en 1987, cuando se puso en marcha la Immigration Reform and Control

[125] Se dan dos momentos de fortalecimiento y consolidación del capital minero mexicanizado. Durante el primer momento, que abarca desde 1982 hasta 1988, fueron implementados una serie de estímulos y exenciones tributarias que favorecían la concentración en la gran minería: se eliminaron los impuestos a la exportación y se introdujo el sistema de depreciación acelerada. En el segundo momento, entre 1988 y 1996, se produjo una privatización de reservas, unidades y plantas mineras del sector paraestatal, lo que alentó la centralización del capital en las grandes corporaciones mineras de base nacional; se crearon condiciones de transferencia de concesiones de la pequeña a la gran minería; y se inició una modificiación a la Ley Minera, en 1990, que culminó en 1996 con la derogación del requisito de mexicanización (Delgado & Del Pozo, 2001).

Act (IRCA). El modelo migratorio temporal se modificó, a partir de un proceso de amnistía amplio y el programa de trabajadores agrícolas, lo que, en conjunto, permitió la legalización y establecimiento de 2.3 millones de mexicanos indocumentados; sin embargo, al mismo tiempo generó un proceso de migración clandestina entre la población que no se podía beneficiar con estas medidas (Durand & Massey, 2003; Delgado *et al.,* 2004).

En palabras de Delgado, en esta etapa:

> ...se deteriora aun más la producción campesina y se desgastan las endebles bases de arraigo del migrante. Por lo tanto, el estratégico binomio producción campesina-producción fuerza de trabajo migrante se desmorona con facilidad, sin que se genere internamente una alternativa de reactivación económica (Delgado *et al.,* 2004, p. 163).

La economía regional mostraba una notable incapacidad estructural para ocupar a la fuerza de trabajo local. Exponiendo un creciente deterioro de la producción campesina y una reducción en la generación de empleo en el rubro de las actividades tradicionales (ganadería extensiva y minería extractiva) —a pesar de tener un aumento en su dinámica de crecimiento reduce su contribución en la generación de empleo— y emergentes (industria y turismo), desencadena una fuerte tendencia de despoblamiento.

A partir de 1990, la tendencia al despoblamiento en el estado se agudizó.[126] Las tasas de crecimiento promedio anuales se volvieron cada vez más decrecientes entre 1990-2000 y 2000-2005 (cuadro 3.12 y figura 3.24).[127] Esta nueva etapa de despoblamiento tenía una relación estrecha con el patrón migratorio: de migrante circular se transitó a migrante predominantemente establecido, incluyendo variables como la mayor participación de las mujeres y migración de familias enteras.

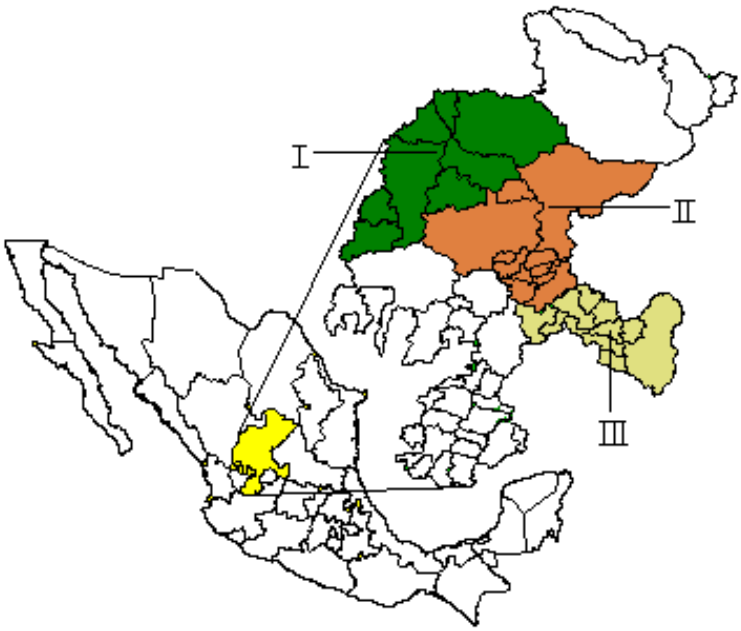
Para ejemplificar el grado de despoblamiento de la entidad generado por la migración, se consideran los siguientes datos: de 1990 a 1995, la entidad perdió 24,455 habitantes por

[126] "Zacatecas supera con creces los objetivos que durante la década de 1970 se plantearon las políticas de planificación familiar cuya meta, se decía, era llegar a una tasa de crecimiento promedio anual de 1.0 %. En efecto, tenemos una tasa de crecimiento demográfico semejante a los países desarrollados de Europa, pero acompañada de una economía que ocupa los últimos lugares nacionales (Moctezuma & Pérez, 2007).
[127] El cuadro 3.12 se encuentra en la página 170 y la figura 3.24 en la página 171.

año, y de 1995 al 2000, perdió 30,021 habitantes por año. Estas cifras revelan que emigran 20 personas por cada mil habitantes en esta década. Es decir, el estado perdió un total de 273,880 habitantes, lo cual representa un 20.2 % de su población (Moctezuma & Pérez, 2007).

Territorialmente, el fenómeno del despoblamiento se extiende y se intensifica, cubriendo la zona frijolera del estado (figura 3.25), último enclave de la economía campesina. Se pueden distinguir tres regiones principales productoras de frijol en Zacatecas. La primera se ubica al noroeste de la entidad y comprende ocho municipios (Sombrerete, Río Grande, Miguel Auza, Saín Alto, Juan Francisco R. Murguía, Chalchihuites y Juan Aldama); esta zona cubre el 45.6 % de la superficie de temporal y por sus características agro-ecológicas es considerada la zona con mayor potencial para el cultivo de frijol, además se encuentra también integrada a la Zona de alta migración Zacatecana (cuadro 3.18); la segunda región, de mediano potencial, comprende municipios del centro del estado (Fresnillo, Calera, Guadalupe, Morelos, Pánuco, Zacatecas y Villa de Cos); la tercera región, de bajo potencial, se ubica en el sureste del estado (Ojocaliente, Villa García, Noria de Ángeles, Luis Moya, Loreto y Pinos) (Moctezuma & Pérez, 2007; Delgado *et al*., 2006).

Figura 3. 25 Principales regiones productoras de frijol de temporal en Zacatecas



Fuente: Reyes e*t al.*, 2007.

Cuadro 3.18 Zona de alta migración zacatecana: indicadores básicos (1990-2000) y la integración de la región frijolera a la zona

Municipio	Tasa media anual de crecimiento poblacional 1990-2000	Porcentaje de hogares con migrantes, 2000	Remesas anuales per cápita en dólares, 2000	Municipios que conforman la principal región frijolera del estado[128]
Gral. Joaquín Amaro	-4.7	29.7	746	
Atolinga	-2.8	23.5	464	
Tepetongo	-2.6	23.6	341	
Chalchihuites	-2.1	31.2	644	✓
Susticacán	-2.0	19.9	297	
Moyahua de Estrada	-1.9	17.8	184	
Huanusco	-1.8	21.2	459	
Momax	-1.8	20.1	735	
Valparaíso	-1.8	16.5	791	
Mezquital del Oro	-1.6	27.9	274	
Monte Escobedo	-1.5	21.0	381	
Gral. Fco. Murguía	-1.1	36.2	497	✓
Nochistlán de Mejía	-1.0	28.4	876	
Villanueva	-1.0	19.9	1770	
García de la Cadena	-1.0	17.8	519	
Apozol	-0.8	36.8	411	
Teul de G. O.	-0.7	21.1	894	
Juchipila	-0.7	20.0	570	
Tepechitlán	-0.6	25.5	333	
Jerez	-0.6	17.7	292	
Apulco	-0.5	19.3	463	
Benito Juárez	-0.4	21.5	276	
Jalpa	-0.4	19.0	358	
Sombrerete	-0.3	19.8	664	✓
Saín Alto	-0.2	19.5	532	✓
Tabasco	0.1	17.1	192	
Tlaltenango	0.2	19.3	303	
Río Grande	0.3	33.2	847	✓
Jiménez del Teul	0.3	19.1	664	
Miguel Auza	0.5	14.9	437	✓
Juan Aldama	0.6	23.6	199	✓
Región de alta migración	-0.6	26.5	532	
Resto de los municipios	1.5	15.9	284	
Estado	0.6	17.5	381	

Fuente: Elaboración propia con datos de Delgado *et al.*, 2004 y Reyes *et al.*, 2007.

[128] Datos de SAGARPA, Delegación Zacatecas, 2004, en Reyes *et al.*, 2007.

El deterioro de la producción campesina mencionado puede verse ejemplificada en la producción de frijol.[129] Zacatecas es el principal estado productor de frijol del país. Desde 1980 a 2004, la siembra del grano representa un 55. 3 % del total de la superficie sembrada y 31.9 % del total del valor generado por la agricultura. Sin embargo, su importancia en la producción proviene de las grandes extensiones sembradas, en su mayoría de temporal, y no por los niveles de rendimiento (Reyes *et al*. 2007).

La difícil situación en la agricultura del frijol se evidencia con el estancamiento virtual de la superficie sembrada en los últimos 25 años, y un rendimiento por hectárea inferior al promedio nacional. Las características de su vulnerabilidad son sus condiciones ecológicas que constituyen una barrera natural en la modernización del sector —el 75 % de la superficie de Zacatecas es semi-árido y árido, el 30 % del territorio se ubica en áreas con menos de 300 mm de precipitación media anual; el 46 % recibe entre 300 y 500 mm, el 20 % del territorio tiene entre 500 y 700 mm de lluvias anuales, y sólo en el 4 % de la superficie llueve por arriba de 700 mm anuales—; el impacto del TLCAN,[130] que ya es negativo y sería aun más con la liberalización total propuesta para el 2008; y además, la consideración de que en cinco años (2000 al 2005), la PEA rural se redujo en un 10 % (Reyes *et al.,* 2007).

La migración en el estado de Zacatecas es un caso elocuente donde se transita de una "tendencia expulsora" a una tendencia de la conversión de "fuerza de trabajo migrante" en un recurso no renovable. La migración tiene efectos determinantes sobre la fuerza de trabajo en los lugares de origen.[131] La fuerza de trabajo que se exporta, crecientemente sin retorno —

[129] Este ejemplo es representativo, ya que de las 118,917 unidades de producción rural de Zacatecas, el 65 % (78,133) cultiva frijol (Reyes *et al.,* 2007).

[130] El TLCAN, que fue firmado el 17 de diciembre de 1992 y puesto en vigor el 1° de enero de 1994, establece compromisos bilaterales entre México, Canadá y Estados Unidos. Este tratado sugiere una zona de libre comercio que incorpora únicamente el libre intercambio de mercancías, servicios y capitales, pero elude nociones de poder y de conflicto fundamentales para la comprensión de las relaciones económicas internacionales (Reyes *et al.,* 2007, p. 4).

[131] "La distinción entre recursos naturales renovables y no renovables es crucial en el discurso del desarrollo sustentable. Los recursos no renovables son aquellos cuya posible recuperación supera las expectativas humanas, como es el caso de los minerales. Los recursos renovables son aquellos que la naturaleza reproduce o que el ser humano puede reproducir a voluntad, como es el caso de los productos agrícolas. La literatura especializada hace énfasis en la necesidad de utilizar los recursos renovables dentro de los ritmos de su reproducción, para no extinguirlos. Pero no suele aplicarse el concepto de recurso renovable a la propia naturaleza humana, como debería, ya que la fuerza de trabajo es uno de los principales recursos del proceso económico" (García *et al.*, 2007).

principalmente a los Estados Unidos— ya manifiesta serias dificultades allí donde se demanda empleo, sea porque no hay disponible, como ocurre para muchas actividades agrícolas, sea porque la comparación salarial con Estados Unidos desestimula el trabajo en las comunidades de origen. Llegando a un punto de inflexión donde, por el volumen de la migración, la fuerza de trabajo como recurso se convierte en no renovable para las comunidades de origen (García *et al.,* 2007).

Es decir, el estado de Zacatecas, en la actualidad vive un proceso de despoblamiento que tiene sus orígenes en los años finales del siglo XIX; pero a partir de la década de 1990, se agudizó. Su causa básica es una migración acumulada que, durante los últimos años, se ha intensificado. Esta migración es un rasgo que abarca a todo el estado (regiones), pero que se ha intensificado más en los municipios con altas tasas de despoblamiento histórico. Este proceso de despoblamiento y la migración histórica derivan de la notable incapacidad estructural para ocupar a la fuerza de trabajo local.

Conclusiones

La historia ambiental de Zacatecas manifiesta la interrelación entre degradación humana y ambiental. Si consideramos desde el enfoque social, la coevolución sociedad-naturaleza en Zacatecas, observamos que los impactos en el ambiente son resultado de una determinada fase histórica de desarrollo social (colonización). Es decir, el tipo de relaciones sociales mercantiles y capitalistas condicionó la actitud depredadora hacia la naturaleza. Por tanto, la degradación ambiental de Zacatecas es un producto social e histórico que tiene sus raíces en las relaciones productivas en la tecnología y en las condiciones demográficas históricas que tienden a caracterizar la dominación del sistema social.

El pasado colonial de Zacatecas marcó el inicio del desarrollo “minero” extractivo y degradante, que exhibió una ruptura metabólica entre sociedad y naturaleza externa. Esta ruptura metabólica, se manifestó, mediante la apropiación de recursos materiales de zonas vírgenes o explotadas por poblaciones en fases precapitalistas de desarrollo —transferencia de la riqueza de Zacatecas a España—, donde la tierra fue progresivamente esquilmada bajo la

idea predominante de la obtención de ganancias. Este fenómeno se exhibió con la especialización minera y agrícola del estado, donde los desposeídos eran atraídos como trabajadores que dependían de la temporalidad de los ciclos productivos mineros y agrícolas. Esta ruptura metabólica, conllevó también una reorganización ecológica, en la cual el ambiente fue degradado de manera intensiva por la forma de explotación de los recursos.

Las características de depredación en Zacatecas se enmarcaron en una determinada modalidad de apropiación del suelo y de la producción. La apropiación del suelo se plasmó con la concentración de los recursos naturales (vetas y tierras) en manos de los señores y señoras mineros y los grandes terratenientes, los cuales establecieron un sistema señorial que reunía el dominio económico con el político, religioso y social y que fue el motivo fundamental de la empresa de conquista —la conquista y expansión en la época colonial se realizó en función de financiamiento privado para la empresa bélica y/o exploradora, combinado con premios, concesiones y privilegios para los conquistadores—, y como consecuencia la base de una sociedad estratificada.

La modalidad de la producción "minera" determinó el tipo de energía utilizada en las actividades productivas y su uso degradante. La "energía mecánica" de la zona minera de Zacatecas dependía esencialmente de la fuerza motriz —mediante animales— para la molienda de los minerales, el desagüe de las minas y el transporte; con la cría y utilización de esta fuerza, en la mayor parte de las regiones mineras y sus alrededores se provocó una sobreexplotación de suelos ganaderos por la crianza intensiva de mulares, asnos y caballares. La "energía térmica" (leña y carbón vegetal) fue el elemento clave en el método de beneficio de fundición; éste era extremadamente costoso ya que en las áreas mineras no había suficiente y se tenía que traer de otras regiones del actual estado; por lo tanto, también las regiones boscosas fueron severamente afectadas por la actividad minera. Por último, la "energía hidráulica" fue utilizada en mayor proporción en las regiones menos desérticas del estado, para la molienda de trigo y otros alimentos, y, en algunos casos, para moler el mineral. El tema del agua fue y es clave en la región de Zacatecas, por ser un recurso de escasa disposición, característica de un territorio semidesértico en donde las corrientes superficiales son fundamentalmente torrenciales, es decir, sujetas a temporales erráticos.

En esta coevolución, la degradación humana de la población colonial se manifestó en la polaridad de riqueza y de la expansión del capital comercial, acompañada por el exterminio (genocidio) o vil explotación como esclavos de la población autóctona, lo cual provocó descensos dramáticos de la población nativa del actual estado. Se transitó de una población de predominio indígena a una sociedad predominantemente mestiza (indio con blanco, negro con blanco, indio con negro, etc.). La característica más significativa de la población de la región de Zacatecas fue su movilidad demográfica —que más tarde representó la base de la población migrante de zacatecanos a los Estados Unidos—; esta población diversa dependía de las bonanzas y crisis mineras, las epidemias y los auges y crisis agrícolas de la región.

La inserción periférica en el sistema de relaciones mercantiles, establecidas por España, marcó el carácter subdesarrollado del futuro estado. Se comprobó el argumento de que en la explotación mercantil colonial de la minería se encuentran los gérmenes de la ruptura metabólica que luego el capitalismo consolidó y extendió en la entidad. La actividad minera terminó siendo un "enclave económico y político" desarticulado del crecimiento económico del estado y del sector campesino rural —que se encuentra en franco deterioro— que predomina en Zacatecas. Por lo tanto, la ruptura metabólica entre sociedad y naturaleza se manifiesta en una migración exacerbada y un despoblamiento incontrolable en la entidad.

La migración y el proceso de despoblamiento son resultado de la incapacidad estructural del sistema para ocupar la fuerza de trabajo local. El proceso migratorio inició desde finales del siglo XIX, como una válvula de expulsión de la población, derivado en parte por la modernización minera y, a las pocas décadas, agravado por la crisis campesina —desaparición de la hacienda—; con el tiempo, la migración se convirtió más que en un factor de expulsión, en un factor productor de fuerza de trabajo que por sus características se está convirtiendo en un recurso no renovable.

En términos de nuestro objetivo, de identificar una metodología que nos permita el análisis de la problemática ambiental, el estudio de la historia ambiental fue muy importante. Utilizar el concepto de "ruptura del metabolismo con la naturaleza externa" nos permitió

establecer causas socio-económicas en el comportamiento técnico de la sociedad con la naturaleza externa. Dicho concepto también permite el análisis simultáneo y combinado de las dimensiones ecológicas, sociales y económicas, con lo cual se muestra mucho más enriquecedor que el instrumental teórico que gira en torno al concepto de DS. También dicho concepto conduce a la necesidad de integrar variables sociales como elementos imprescindibles para entender la relación de la sociedad humana con la naturaleza externa, criticando así, indirectamente, las metodologías más utilizadas que sólo consideran la dimensión ecológica de la sustentabilidad.

Capítulo 4. LAS FUNCIONES AMBIENTALES

Introducción

El capítulo precedente, sobre la historia ambiental de Zacatecas, nos permitió utilizar un concepto ordenador de la relación sociedad-naturaleza. Este concepto es "ruptura del metabolismo con la naturaleza externa". Como habíamos mencionado, la virtud de este concepto es que permite un acercamiento dialéctico entre las dimensiones socio-económicas y la ambiental, al tiempo que establece relaciones causales en la degradación y contaminación ambiental, aunque dichas relaciones no sean mecánicas. Pero, el hecho de que un concepto básico sirva de eje ordenador no significa que las otras metodologías no puedan ser utilizadas. Por el contrario, es este concepto de ruptura del metabolismo que permite potenciar el uso del resto del instrumental desarrollado bajo diversos criterios metodológicos.

Una metodología que permea muchas otras, aunque no necesariamente de manera explícita es el concepto de funciones ambientales y su instrumental para analizarlas. Las funciones ambientales se presentan, en cuanto metodología, como una matriz. Además de la virtud que tiene este concepto como ordenador de la relación del ser humano con la naturaleza externa, tiene, también, la virtud de que hace reflexionar al investigador sobre relaciones potenciales, que no necesariamente están presentes. Desde el punto de vista de la acción sobre el medio ambiente, y, por supuesto, de las políticas ambientales, la posibilidad de estudiar relaciones potenciales significa abrir las puertas a alternativas, y este estudio "utópico" es muy creativo y puede ser altamente promisorio. La desventaja del concepto de funciones ambientales es que se restringe a la parte propiamente ecológica, sin incorporar las dimensiones social y económica.

Este último capítulo aborda la situación ambiental de Zacatecas a partir del concepto de funciones ambientales. De esta forma completamos el panorama de la relación entre la sociedad humana y la naturaleza externa en Zacatecas, iniciado en el capítulo anterior con la historia, abordando la situación actual. Infelizmente la información secundaria con que se

cuenta es sumamente escasa, pero en la medida de lo posible aquí se ha recopilado lo que estuvo al alcance.

Este capítulo se dividirá en dos secciones. En la primera se presenta la problemática ambiental y algunos indicadores sociales del Estado de Zacatecas, reconocidos a través de la matriz de funciones ambientales y corroborados con la historia ambiental de Zacatecas. En la segunda sección se realiza una descripción de las variables más significativas del contexto zacatecano que pueden representar una base para una posterior medición sobre sustentabilidad.

4.1. Las Funciones Ambientales en Zacatecas

Una metodología para la elección eficaz de variables es la que parte de las funciones ambientales.[132] La matriz de funciones ambientales es ampliamente utilizada, por ejemplo, en el Análisis Ambiental Estratégico (AAE),[133] que es una de las metodologías participativas más avanzadas en lo que se refiere a la planificación del desarrollo considerando la perspectiva ambiental. Esta matriz, tiene la virtud de facilitar la identificación de las potencialidades ambientales, además de los problemas propiamente dichos. Esto es importante porque en algunas circunstancias, existen funciones naturales que pueden ofrecer potencialidades de desarrollo que no han sido exploradas.

Las funciones ambientales pueden ser divididas, para fines analíticos, en cuatro categorías. Las funciones ambientales "productivas" proporcionan los recursos o materia bruta, básica y necesaria para el desempeño de las actividades económicas, como es el caso de los materiales o elementos que permiten obtener la energía, de los minerales, de los productos agrícolas, ganaderos o forestales, etc. Las funciones ambientales "regulatorias" son aquellas que proporcionan el sustento ambiental para que las actividades económicas y la vida humana y del resto de las especies vivas puedan reproducirse en el tiempo. Este es el caso, por ejemplo, de la función de regulación climática, de la conservación y reposición de la cobertura

[132] Las funciones de los ecosistemas o funciones ambientales proporcionan servicios de los ecosistemas naturales a la población humana (Daly, *et al,* 1997, p. 2; Daly, 2000; Bolund y Hunhammar, 1999)

[133] El Análisis Ambiental Estratégico (SEA Strategic Environmental Assessment) ha sido desarrollado desde mediados de los años noventa en varios países e instituciones internacionales (Sadler, 1996; Dalal-Clayton & Sadler, 1999; Seht, 1999; Kessler, 2003; Nierynck, s/f; UNEP, s/f).

vegetal y conservación del suelo en general, del reciclaje de la materia orgánica, de la disposición para recicle o reutilización de los residuos, etc. Las funciones ambientales de "soporte", son las que permiten el asentamiento en el espacio, de habitación, industrias, espacios recreativos, caminos, represas, etc. Por último, las funciones ambientales de "información" brindan a la sociedad humana la riqueza científica de investigación, cristalizan espacios que resultan de valor histórico o estético, o son valorados por su tradición, religiosa, educativa, etc. (Barbier *et al.,* 1994).

Las limitaciones de las funciones ambientales son las mismas que encontramos en las metodologías analizadas —el SCEEM y los IDS— para llegar a una medición de sustentabilidad. Los problemas de insustentabilidad social no son considerados por sí mismos, sino en la medida en que causan insustentabilidad ecológica. El enfoque de la metodología consiste en identificar los principales indicadores del estado de la función ambiental, los impactos más significativos y las potencialidades, pero nada hay sobre las causas sociales que lo provocan. De esta manera, la metodología sólo considera la manifestación técnica de un fenómeno social. La función ambiental agropecuaria (productiva), por ejemplo, remite a prácticas agropecuarias insustentables (utilización de agroquímicos contaminantes, sobrepastoreo y manejo intensivo). Pero a estas técnicas se llega por una presión de determinadas condiciones sociales. La pobreza y la competencia mercantil, por ejemplo, son de las más importantes causas sociales que orillan ese tipo de técnica ecológicamente insustentable. Al reparar exclusivamente en la manifestación del fenómeno —la degradación del suelo o el agotamiento de los recursos naturales— se capta solamente la causa técnica y su manifestación ecológica, lo que tiene claramente que ver con la sustentabilidad ecológica o ambiental. Pero, nada se dice sobre la sustentabilidad social, que también es parte integrante y con igualdad de jerarquía del concepto de DS (Foladori y Tommasino, 2001).

Sin embargo, esta limitante tratará de ser corregida en la medida de lo posible al integrarse al análisis más amplio que deriva de la Historia Ambiental de Zacatecas, y que nos permitió argumentar que la degradación actual de Zacatecas es un producto histórico de una ruptura metabólica entre sociedad y naturaleza externa, que tiene sus raíces en las relaciones productivas, en la tecnología y en las condiciones demográficas iniciadas por la actividad

minera colonial. Por tanto, la historia ambiental de Zacatecas permitirá incluir algunos aspectos que consideramos debe integrar una diagnóstico actual de Zacatecas.

La siguiente matriz (cuadro 4.1) ilustra el impacto de diversas actividades humanas sobre las funciones ambientales, así como el estado de la dinámica poblacional. Adicionamos a estos resultados algunos elementos de la historia ambiental que consideramos relevantes. De su análisis puede extraerse lo siguiente:

1) **La minería** es la actividad determinante en la interrelación entre degradación ambiental y humana en Zacatecas. La época colonial imprimió el inicio de una producción minera extractiva y degradante, que estimuló la ruptura metabólica entre sociedad y naturaleza externa, ésta se manifestó en una apropiación de recursos materiales de zonas vírgenes o explotadas por poblaciones en fases precapitalistas de desarrollo —transferencia de la riqueza de Zacatecas a España—, donde la tierra fue paulatinamente despojada bajo la idea preponderante de la obtención de ganancias. Este fenómeno se exteriorizó con la especialización minera y agrícola del estado.

Por un lado, esta ruptura metabólica conllevó una reorganización ecológica, en la cual el ambiente fue degradado de forma intensiva por la forma de explotación de los recursos. Esta reorganización se manifestó en la degradación y contaminación de suelos; en grandes cantidades de tierra removidas; en la tala de las regiones boscosas provocada por los requerimientos de leña y carbón vegetal para el método de beneficio de fundición; y en la sobreexplotación de suelos ganaderos por la cría de mulares, asnos y caballares necesarios para la molienda y el desagüe de las minas.

Cuadro 4.1 Matriz de funciones ambientales de Zacatecas

Funciones ambientales	Principales indicadores del estado de la función	Impactos más significativos	Potencialidades
Productivas			
Energía y combustibles	• Los derivados del petróleo y la energía eléctrica son importados de otros estados.	• Contaminación atmosférica, derrama económica.	• Energía eólica, solar, biogás. Zacatecas cuenta con un potencial probado en energía eólica. Podrían instalarse 300 MW de turbinas eólicas (FIDERCO, 2003a). También existen condiciones para la utilización de energía solar (Torres & Navarrete, 2003). En ambos casos existen antecedentes en el estado (Rincón, 1999).
	• Para el 2000, 14% de los habitantes consumían leña y carbón (Torres & Ávila, 2003).	• Deforestación.	
Agropecuaria	• Para 2003, el 88% de la superficie cosechada fue de temporal (FIDERCO, 2003b). Se utilizan ampliamente agroquímicos contaminantes. • La producción pecuaria se ha caracterizado por el sobrepastoreo (SAGARPA, Zac.). • La Población Económicamente Activa ocupada en el sector agropecuario ha caído, perdiendo 37 763 puestos de trabajo en los últimos 6 años (DED, 2004).	• El uso indiscriminado de agroquímicos ha provocado contaminación de cursos de agua y filtraciones. Las principales fuentes de contaminación son los fertilizantes nitrogenados (NO3-N), insecticidas y herbicidas. El principal vehículo de transporte de contaminantes lo constituye el agua de riego y escurrimientos superficiales provenientes de precipitaciones. • Concentraciones de estiércol en establos de manejo intensivo son fuentes de contaminación.	• Manejo de escorrentías (captación, almacenamiento y distribución de agua de lluvia). Existen estudios, ya probados en Zacatecas, que indican la posibilidad de utilización de tecnologías accesibles para el manejo de escorrentías y agua de lluvia (Anaya, 2000). • Manejo de suelos.

Cuadro 4.1 (*continúa*)

Funciones ambientales	Principales indicadores del estado de la función	Impactos más significativos	Potencialidades
Minería	• Un millón y medio de toneladas de minerales metálicos fueron extraídos en 2002 (SE, DGM, 2002). El volumen de material removido puede ser miles de veces mayor[134] (Ramos-Arroyo, Prol-Ledesma, Siebe-Grabach, 2004).	• Pérdida de cobertura vegetal. • Erosión eólica e hídrica. • Contaminación del suelo y cuerpos de agua. • Principal responsable por los sitios abandonados o ilegales de residuos peligrosos (SEMARNAT, 2000a, 2000b; SEMARNAT, INE y Gobierno del Estado, 2002). • Enfermedades y riesgos a la salud (IMSS, 1998; Manzanares *et al*., 2003; Pérez, 2004). • Perdida de valor del suelo una vez abandonado el sitio.	• Políticas de remediación que el propio sector minero debiera asumir como compensación por el pasivo ambiental.[135]
Agua subterránea	• 89% del agua subterránea es utilizada con fines agropecuarios (CNA, s/f). Se realiza sobre-extracción (balance negativo en 36 Mm3) y gran desperdicio por sistemas atrasados de riego. Uso intensivo en el corredor Guadalupe-Calera-Fresnillo y en la zona agrícola de Villa de Cos, Guadalupe y Fresnillo.	• Riesgo de agotamiento y/o mineralización por profundidad de los pozos y sobre-extracción (problemas en zonas de las cuencas de la parte norte con altas concentraciones de sales que la hacen no apta para consumo humano y actividad agrícola). En Ojocaliente, Rio Grande, Jalpa, Apozol y Juchipila, altos valores de flúor. En zona Conurbada presencia de arsénico en algunos pozos del sistema San Ramón (CNA, s/f).	• Modernización de riego y tratamiento de aguas que permita su uso en recarga de acuíferos.
Agua superficial y potable	• Desperdicio en la distribución. • Niveles de contaminación leve en prácticamente todos los ríos (CNA, s/f).	• Riesgo de reducción de oferta con consecuencias graves en la salud.	• Mejoramiento del sistema de distribución. • Plan de manejo de cuencas y aguas superficiales.

[134]El volumen de material removido depende del mineral y de múltiples características. En el caso del oro, por ejemplo, en Guanajuato el volumen de mineral puede tener una relación de 1 a 20 gramos por tonelada de material (Ramos-Arroyo *et al*, 2004). Si aplicamos esta relación para Zacatecas, en el año 2002, cuando fue extraído cerca de una tonelada de oro habría removido entre un millón y 20 millones de toneladas de material.

[135]Según SEMARNAT (2000b), los costos totales por agotamiento y degradación en la minería constituyeron, en México y para 1998, el 53% del valor de la producción (Producto Interno Neto ajustado ambientalmente por habitante), sin considerar los daños a la salud.

Cuadro 4.1 (*continúa*)

Funciones ambientales	Principales indicadores del estado de la función	Impactos más significativos	Potencialidades
Regulatorias			
Regulación climática	• Precipitaciones de gran variación anual y erráticas. Media de 516 mm (SEMARNAT, 2002).	• Casi el 90% del la superficie cosechada es de temporal. • La pérdida de humedad del suelo, el sobrepastoreo y el monocultivo agudizan la erosión eólica e hídrica.	• Manejo de escorrentías. • Planes de reforestación localizados.
Calidad del aire	• 780 ladrilleras, aproximadamente, contaminan zonas urbanas (IEMAZ, 2000). • Según monitoreos de SEMARNAT 2001, el ozono sobrepasa el máximo permisible (FIDERCO, 2003c).	• Impacto sobre la calidad del aire en algunos poblados y efectos sobre la salud.	• Políticas de rediseño tecnológico y reubicación espacial.
Suelo como cobertura vegetal	• 98% de la superficie está desertificada y afectada por erosión hídrica y eólica. 66% con desertificación severa y muy severa (FIDERCO, 2003c, Anexo 10).	• Reducción de rendimientos agrícolas y ganaderos. • Reducción de niveles de humedad del suelo.	• Manejo de suelos. • Estudio localizado de alternativas agroecológicas (Echavarría, Medina, Gutiérrez & Serna, 2003).
Bosques como regulación microclimática y ecosistémica	• 6.8% de la madera en bosque templado y frío está en bosques fragmentados (afectados por actividades agropecuarias) (FIDERCO, 2003c, Anexo 23). Para el 2000, 14% de la población consumía leña o carbón (FIDERCO, 2003a). Prácticamente sin reforestación. 39 km^2 reforestados en el 2000, gran incremento frente a años anteriores (FIDERCO, 2003c, Anexo 23).	• Pérdida de la humedad del suelo. • Agudiza erosión eólica e hídrica.	• Programa de reforestación localizada. • Políticas de sustitución de madera como fuente energética y de control de la deforestación. • Políticas de educación ambiental.
Disposición de residuos sólidos	• Sólo hay 4 rellenos sanitarios, el resto son al aire libre (SEMARNAT, 2005). Se generan, aproximadamente, 1,000 toneladas diarias de residuos municipales. Hay varios municipios donde la contaminación afecta los cuerpos de agua. En 10 municipios hay alta contaminación (IEMAZ, 2000).	• Riesgo para la salud (proliferación de vectores de enfermedades); para las condiciones de vida (espacio degradado); para el turismo (paisaje sucio). • Pérdida de recursos de valor potencial. Pérdida de posibilidad de reutilización de espacios.	• La basura posee potenciales de reutilización de materiales y generación de biogás. • Ajuste de la recolección y los vertederos a normas nacionales e internacionales. • Estudio de instalación de plantas de tratamiento, selección y reutilización de residuos, en particular, vidrio, orgánicos, papel.

Cuadro 4.1 (*continúa*)

Funciones ambientales	Principales indicadores del estado de la función	Impactos más significativos	Potencialidades
Residuos de la minería	• Zacatecas tiene un pasivo acumulado de 11 448,073 toneladas (CESPEDES, 2001). En 1997, existían 9 sitios abandonados o ilegales de residuos peligrosos, con jales, metales pesados y reactivos químicos (SEMARNAT, 2000a, 2000b). No existe capacidad para el tratamiento de residuos biológicos infecciosos. Según IEMAZ (2000), en 1999, se produjeron 1 millón y medio de toneladas de de residuos peligrosos.	• Contaminación de suelos y cuerpos de agua. • Riesgos para la salud. • Contaminación de productos agrícolas.	• Aplicación de la normatividad de residuos peligrosos. • Políticas de remediación que la industria minera debiera asumir.
Aguas residuales	• Zacatecas trata 0.256 l/seg. por 1000 hab. Es uno de los índices más bajos del país (CESPEDES, 2001). La capacidad de tratamiento ha disminuido de 439 l/s en 1995, a 266 en 1998, y a 181 en 2001(SEMARNAT, 2002). Las aguas tratadas no pasan el 11% del total, el resto es vertido directamente. El principal destino de las aguas negras del corredor Zacatecas-Guadalupe es la laguna de Pedernalillo, con un pasivo ambiental histórico considerable. A nivel del estado, las aguas negras descargan en 6 ríos: Juchipila, Jerez-Colotlán, Tlaltenango, Valparaíso, Aguanaval y San Pedro. Según el Programa Ambiental del Estado de Zacatecas, sólo 5 plantas de tratamiento de aguas negras están en operación, el resto, alrededor de 20, no están en uso.	• Riesgo para la salud. • Pérdida de valor de uso de los cursos de agua. • Contaminación de suelos por penetración freática. • Efectos para la salud animal.	• Tratamiento y remediación. • Estudios geo-ecológicos sobre la laguna de Pedernalillo para determinar alternativas de remediación (Florensa y Pena, 1998).
Soporte			
Urbanización	• Crecimiento descontrolado de las ciudades sin considerar procesos naturales que puedan afectar (Escalona *et al.*, 2002). En Zacatecas, degradación de los cerros y asentamientos sobre zonas mineras (Enciso-De la Vega, 1994).	• Disminución creciente del nivel de vida. • Dificultad y encarecimiento de los servicios. • Riesgos para la salud.	• Planificación urbana y ordenamiento territorial.

Cuadro 4.1 (*continúa*)

Funciones ambientales	Principales indicadores del estado de la función	Impactos más significativos	Potencialidades
Industria	• La cervecera, una de las industrias que genera mayor ocupación, tiene elevados índices de consumo de agua (9 hectolitros de agua por cada hectolitro de cerveza, cuando la media mundial es de 6 a 7). Esto es aun más grave cuando se considera que la planta está instalada sobre un acuífero vedado para la perforación de nuevos pozos (DED, 2004).	• Riesgo de agotamiento de fuentes y mantos de agua. • Encarecimiento de servicios públicos de agua potable y del tratamiento de aguas residuales.	• Normatividad y control en los usos de agua de acuerdo a los niveles de disponibilidad del recurso.
Información & Cultura			
Cultural, histórico, recreativo, etc.	• Existen algunas zonas protegidas y sitios arqueológicos, y la ciudad de Zacatecas que es Patrimonio Histórico de la Humanidad, pero como centro turístico es poco competitiva en el contexto mexicano.	• Turismo de fin de semana.	• Turismo especializado (coleccionistas de rocas y minerales, taurino, arquitectura colonial, etc.). • Proyecto de limpieza y ordenamiento urbano, y recuperación de zonas arqueológicas, históricas y recreativas pueden crear condiciones para un turismo de mayor temporalidad. • Corredores turísticos, turismo especializado.
Dinámica poblacional	• Creciente tendencia al despoblamiento. 34 municipios de un total de 57 registraron una tasa negativa de crecimiento en el año 2000 (INEGI, 1992; 1997 y 2002). • Zacatecas se encuentra en primer lugar a nivel nacional, según el índice de intensidad migratoria (2.58); en porcentaje de hogares con migrantes (23.30%); en porcentaje de mujeres migrantes respecto de la población estatal (1.90%); en remesas promedio mensual por hogar (340 dólares): y por último las remesas representan el 8.2 % del PIB estatal (DED, 2004).	• Reducción de la población económicamente activa como consecuencia de la migración. • Alteración del tejido social. Hay comunidades donde prevalecen los viejos y niños, y una sobreabundancia de mujeres. • Se acentúa el proceso de diferenciación social, entre quienes reciben remesas y los que no. • La expansión de las enfermedades infecciosas se facilita por los procesos migratorios.	• Políticas de utilización de áreas abandonadas o subutilizadas para proyectos de recuperación de suelos. • Utilización de remesas de migrantes en forma productiva. • Utilización de la cultura del migrante en la remediación ambiental. • Políticas que utilicen los vínculos binacionales (clubes, federaciones de zacatecanos en Estados Unidos) como motor del desarrollo.

Por otra parte, la degradación humana de la población de la colonia se exhibió en una sociedad estratificada donde la apropiación del suelo y de los recursos naturales (vetas y tierras) permanecieron en manos de los grandes mineros y terratenientes —los cuales concentraban el dominio económico, político, religioso y social—; lo que contrarrestaba con la difícil situación de la población nativa que fue sometida al exterminio y a la explotación esclava.

Hoy en día, la minería puede considerarse como un "enclave económico y político", desarticulado del crecimiento económico del estado. Se caracteriza por una excesiva concentración de la producción y de sus beneficios en tres grandes consorcios mineros Peñoles, IMMSA (Grupo Minero México) y FRISCO (división minera y ferroviaria del Grupo Carso) —que dominan la minería nacional—; un mínimo impacto multiplicador sobre la economía regional y estatal que se traduce en una limitada demanda de empleo y derrama salarial; un deterioro ecológico de grandes proporciones que señala a la minería como la responsable por el mayor depósito histórico de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, y que contribuye a una cuota significativa de la contaminación presente; y una nula retribución tributaria a nivel estatal, porque a pesar de que representa un lugar prioritario en el contexto nacional (cerca del 46% de la producción de plata, del 40 % del zinc, del 28 % del plomo y porcentajes importantes en otros minerales metálicos), contribuye con menos del 3 % del PIB estatal. Si se descontaran las externalidades negativas de la minería, la participación en el PIB estatal sería casi insignificante. Esta situación requiere modificarse de tal forma que el sector minero se responsabilice del pasivo ambiental histórico y actual.

Es asombroso que la actividad minera continúe generando esta ruptura metabólica, entre sociedad humana y naturaleza externa; la diferencia es un cambio de actores, de españoles colonizadores a grandes empresas mineras, pero el objetivo sigue siendo el mismo, la explotación de los recursos naturales con el único objetivo de obtención de ganancias.

2) Las **actividades agropecuarias** el estado de Zacatecas también fueron un producto de los requerimientos mineros de la época de la colonización; y como se mencionó, contribuyeron a la degradación ambiental con la sobreexplotación de suelos ganaderos y con monocultivos intensivos. De acuerdo a Serna y Echavarría (2002) y a estudios efectuados en el bosque de

Monte Escobedo por Capdevila (1998), Enciso (1999) y Puig (2002), la actividad agrícola es, por un lado, la responsable de la conversión de los suelos boscosos (cuadro 4.2) al ser la principal excusa para efectuar los desmontes.[136] Por otra parte, la ganadería también provoca serios problemas a las áreas boscosas, tales como cambios en la dinámica de vegetación, pérdida de infiltración y zonas deforestadas, derivadas en mayor medida, por el pisoteo, ramoneo y compactación del suelo por el ganado mayor.

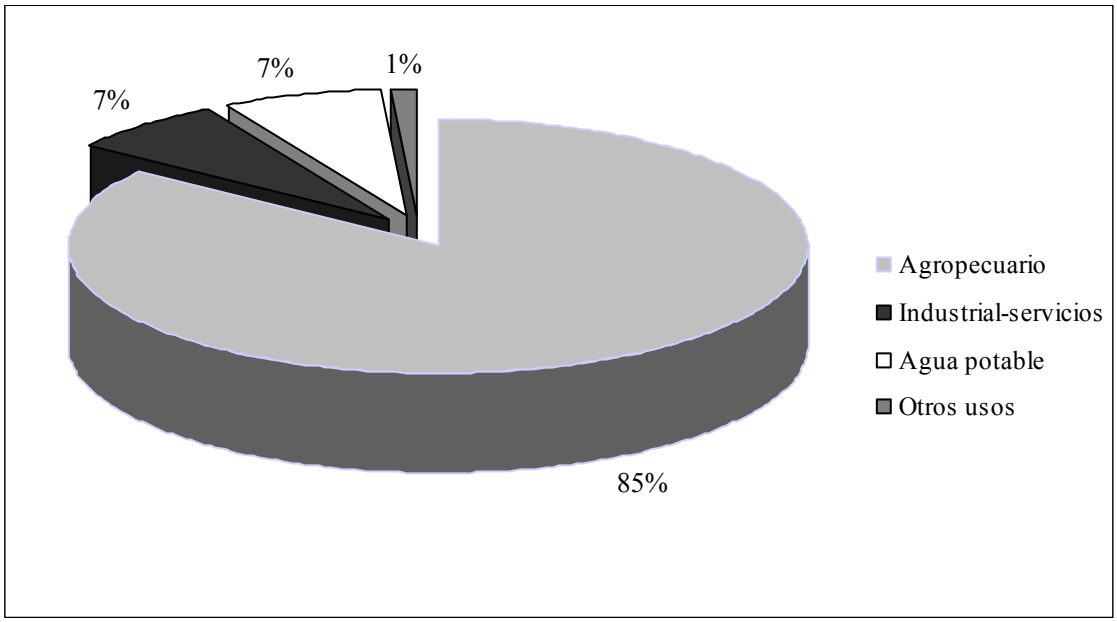
El sector agropecuario es el primero en participación de valor en el PIB (25 %) y el que concentra la mayor cantidad de personal ocupado. Paradójicamente, contribuye sistemáticamente a la insustentabilidad ambiental mediante el uso de técnicas degradantes del suelo y contaminantes (ver el caso de la zona frijolera en el capítulo anterior). Los altos niveles de erosión son en buena medida resultado de las actividades ganaderas y agrícolas, y la mayor depredación del recurso agua es también responsabilidad de este sector.

3) **El agua**, un recurso de enorme importancia en zonas semidesérticas, siempre ha sido un problema para la mayor parte de la región de Zacatecas. Desde la fundación de las minas y la ciudad de Zacatecas el área se caracterizó por tener problemas de abastecimiento de agua; se obtenía agua de pilas, aljibes y cisternas que eran llenados con agua de lluvia. También de manantiales cortos que nacían en el cerro de la Bufa, de norias y de tiros de mina. Las acequias representan una muestra de la construcción de grandes infraestructuras que eran necesarias para el abastecimiento de agua.

[136] De la superficie total de Zacatecas, un 60 % es área forestal (4 457,607 ha), lo cual lo coloca en el sexto lugar a nivel nacional y en el 19 de acuerdo a su producción maderable. Un 15 % de la superficie total de Zacatecas está arbolada (bosque templado 13.5 % y selva baja 1.5 %); el 40 % es vegetación árida; un 1 % es vegetación hidrófila y halófila; un 4 % son áreas perturbadas. El resto del territorio abarca los usos agropecuarios y urbanos (40 %). Si consideramos por un lado, sólo la vegetación arbolada de los bosques templados, se tiene una presencia de madera de 21,591,294 m^3 de madera en rollo. Sin embargo, un 6.81 % de este total son bosques templados fragmentados en los que sólo quedan manchones de la vegetación original, debido a las perturbaciones de las actividades agropecuarias (FIDERCO, 2003b, p. 47). Por otra parte, el bosque tropical o selva baja tiene un total de 663,009 m^3, pero de esta superficie un 18.23 % son selvas fragmentadas, es decir, selvas parcialmente desmontadas, formadas principalmente por vegetación secundaria y en proceso de recuperación (FIDERCO, 2003b, p. 47). Los incendios forestales son otro agente que afecta la superficie forestal de Zacatecas; en el periodo 1991 a 2001 se tiene registrado un total de 107,612 ha de superficie afectada (FIDERCO, 2003b, p. 48), cantidad contrastante con la mínima reforestación de Zacatecas de 15, 990 ha (FIDERCO, 2003c, 69).

En el presente, este recurso no ha sido cuidadosamente administrado. Son las actividades productivas, en particular la agricultura (y la cervecera en el área de Calera), las responsables por el desperdicio y riesgo de agotamiento y/o de mineralización. Los usos del agua son determinantes en el estado. La figura 4.1 señala que del agua disponible (1,459 Mm^3); 1,241.2 Mm^3 se utilizan para fines agropecuarios; 101.8 Mm^3 para agua potable; 101.5 Mm^3 para usos industriales y de servicios; y el restante, 14.5 Mm^3 (1 %), tiene otros usos (CNA, s/f).

Figura 4.1 Usos del agua en Zacatecas



Fuente: CNA, s/f.

La empresa cervecera instalada en el estado también contribuye a la insustentabilidad; ésta tiene elevados índices de consumo de agua, 9 hectolitros de agua por cada hectolitro de cerveza, si reflexionamos que la media mundial es de 6 a 7, podemos observar la diferencia. Además, este factor es aun más delicado si se considera que la planta está instalada sobre un acuífero vedado para la perforación de nuevos pozos.

En materia de contaminación, la CNA,[137] en su informe reportado por la Subgerencia de Ingeniería Saneamiento y Calidad del Agua (s/f), encontró que algunas aguas subterráneas explotadas en las cuencas del norte tienen problemas de salinización; y que municipios como Ojocaliente, Río Grande, Apozol y Juchipila tienen altas concentraciones de flúor (figura 4.2).[138] Ambos problemas derivan de la sobreexplotación de los acuíferos.

[137] La CNA es la dependencia gubernamental encargada del monitoreo de agua superficial y subterránea del estado de Zacatecas.

[138] "En la evaluación de la calidad de agua de la Red de Monitoreo y Estudios Específicos se detectan problemas con algunas zonas de las cuencas de la parte norte, con altas concentraciones de sales, lo que la hace no apta para el consumo humano y la actividad agrícola". También encontró "valores altos de flúor (entre 1.6 y 2.0 mg/l) en zonas como Ojocaliente, Río Grande, Apozol y Juchipila" (CNA s/f).

Figura 4.2 Municipios de Zacatecas con problemas de altas concentraciones de flúor en agua potable

Fuente: Elaboración propia con datos de CNA s/f.

Respecto a las aguas superficiales y de acuerdo a los Índices de Contaminación del Agua (ICA), la CNA encontró que los seis ríos principales del estado se encuentran contaminados por descargas de aguas residuales municipales vertidas sin tratamiento, donde los principales contaminantes son grasas y aceites; nutrientes; y organismos patógenos (CNA, s/f) (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Monitoreo de los ríos del estado de Zacatecas para uso agrícola

Río	Calidad para uso agrícola
Río Jerez-Colotlán	Aceptable - Contaminada Leve
Río San Pedro	Contaminada Leve - Aceptable - Contaminada
Río Valparaíso	Aceptable - Contaminada Leve
Río Juchipila	Aceptable - Contaminada Leve
Río Aguanaval	Aceptable - Contaminada Leve
Río Tlaltenango	Contaminada Leve- Aceptable

Fuente: CNA, s/f.

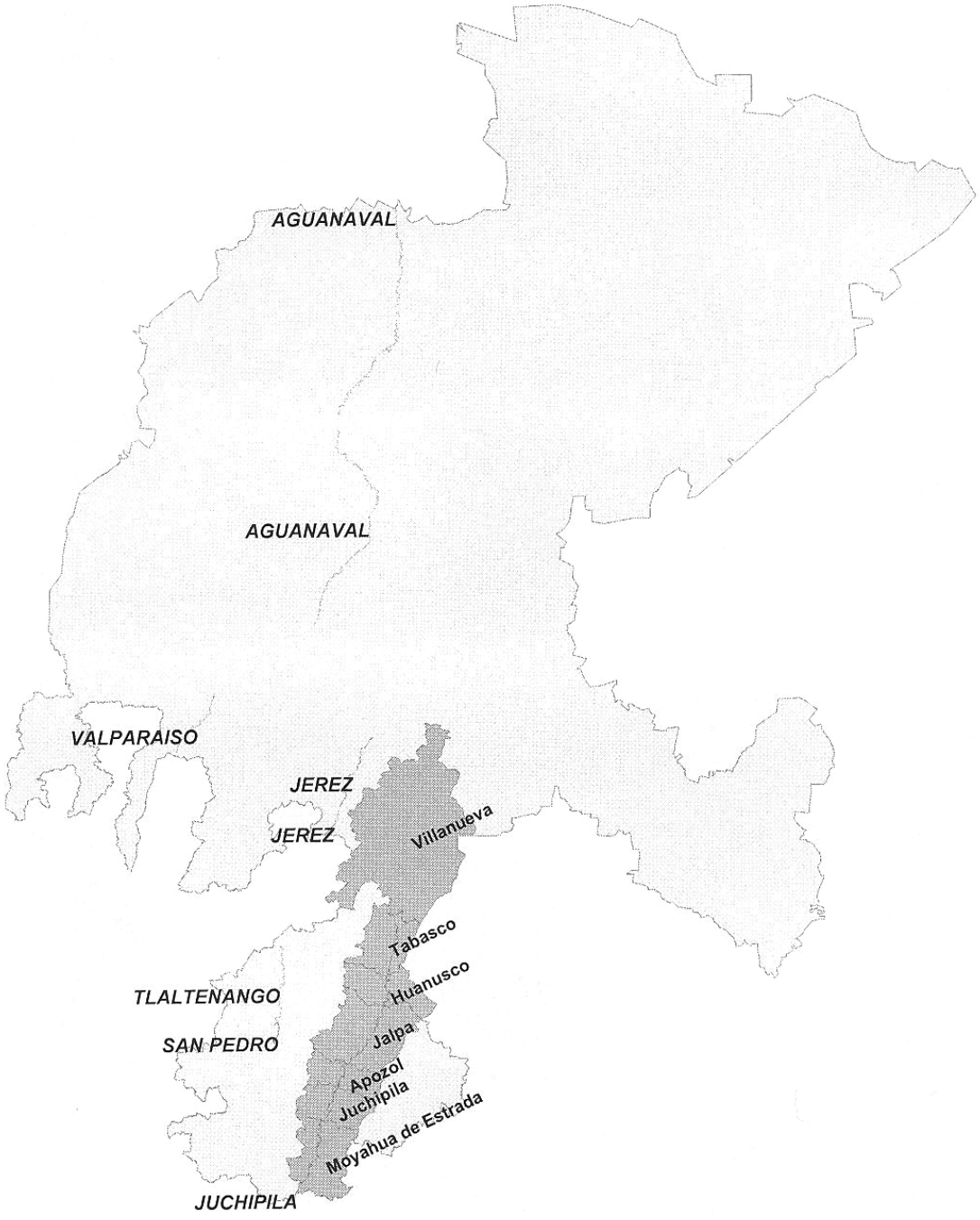
A pesar de que en el cuadro 4.2 se muestran valores aceptables para uso agrícola, Díaz, Macías & Robles (2002, p. 29), en su *Estudio de tratabilidad de aguas residuales municipales: un análisis de la cuenca del Río Juchipila,* encontraron que la calidad de las aguas residuales de todas las descargas de los siete municipios (Villanueva, Tabasco, Huanusco, Jalpa, Apozol, Juchipila y Moyahua), que afectan el Río Juchipila "rebasan los límites permisibles para ser descargados al cuerpo receptor en lo que respecta a los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y parasicológicos. En resumen, las aguas residuales que tienen como destino final el Río Juchipila no cumplen con la norma oficial, la degradación ambiental es severa, en algunos tramos del Río la vida acuática ha desaparecido totalmente y la vida vegetal se encuentra en condiciones críticas".

Las fuentes de mayor contaminación, según Díaz (*et al.*, 2002), son los centros hospitalarios (14 en los municipios mencionados sin ningún control de sus aguas residuales), los rastros y las descargas domésticas. Sólo el municipio de Villanueva reporta problemas de

salud por la presencia de contaminantes en las aguas residuales, sin embargo, el peligro de contaminación en animales y habitantes es latente (Díaz *et al.*, 2002, p. 38).

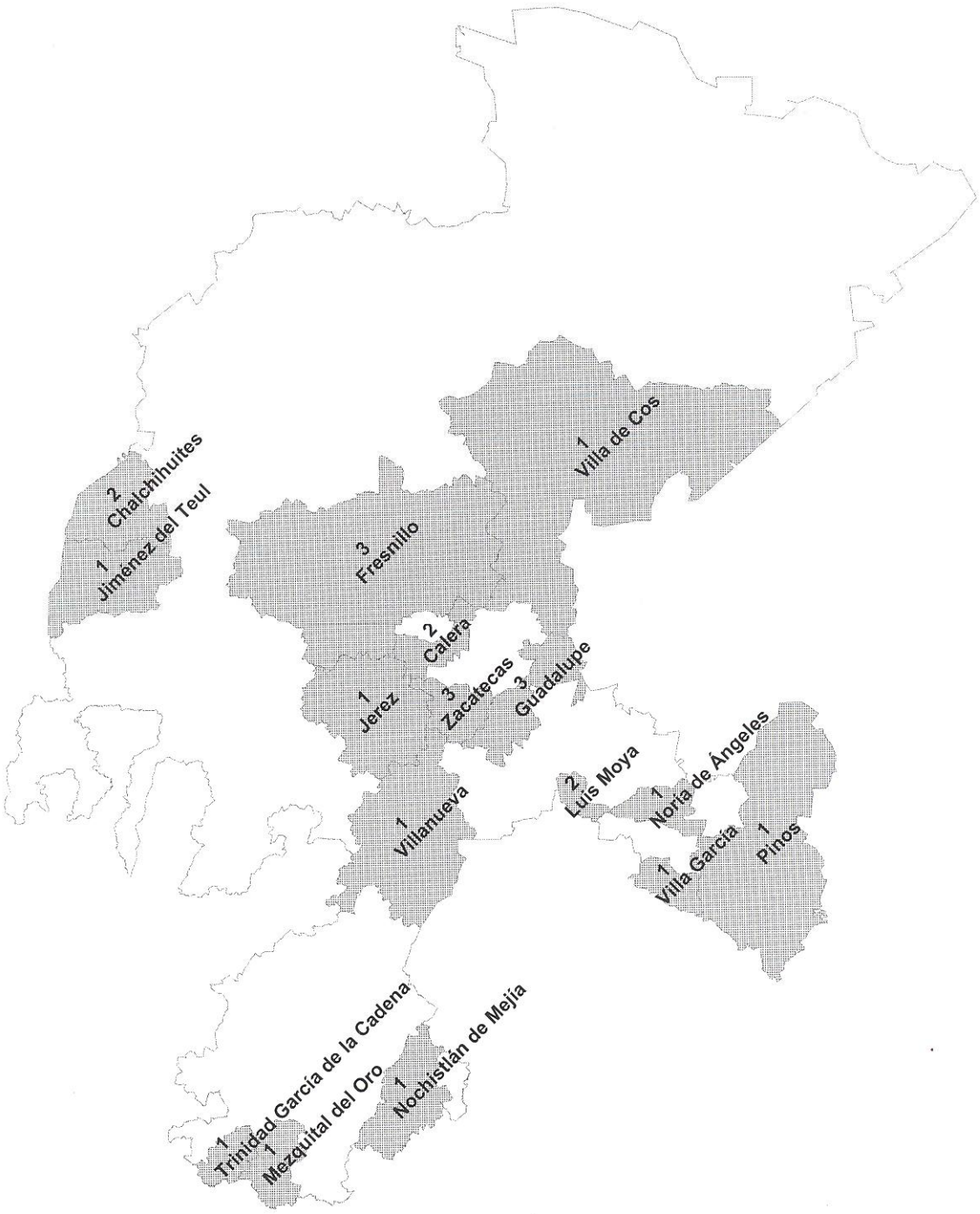
Cuatro de los seis ríos de Zacatecas se encuentran clasificados de igual manera que el Río Juchipila y los dos restantes suponen una contaminación mayor de acuerdo a la clasificación (figura 4.3). Por tanto, podríamos suponer que las fuentes contaminantes son semejantes en todos los casos, considerando que el estado no cuenta con infraestructura para el manejo de residuos biológicos-infecciosos y que la capacidad de aguas residuales tratadas es de 0.256 L/segundo por mil habitantes en relación a la población urbana (CESPEDES, 2001, p. 32). El INEGI (2005) nos señala que existen plantas de tratamiento en uso en 16 municipios: dos en Calera, dos en Chalchihuites, tres en Fresnillo, tres en Guadalupe, una en Jerez, una en Jiménez del Teúl, dos en Luis Moya, una en Mezquital del Oro, una en Nochistlán de Mejia, una en Noria de Ángeles, una en Pinos, una en Trinidad de García de la Cadena, una en Villa de Cos, una en Villa García, una en Villanueva y tres en Zacatecas. De estas plantas de tratamiento, los municipios con mayor capacidad instalada son Calera, Zacatecas y Guadalupe (figuras 4.4, 4.5 y 4.6).

Figura 4.3 Principales ríos de Zacatecas y los municipios afectados por la contaminación del Río Juchipila



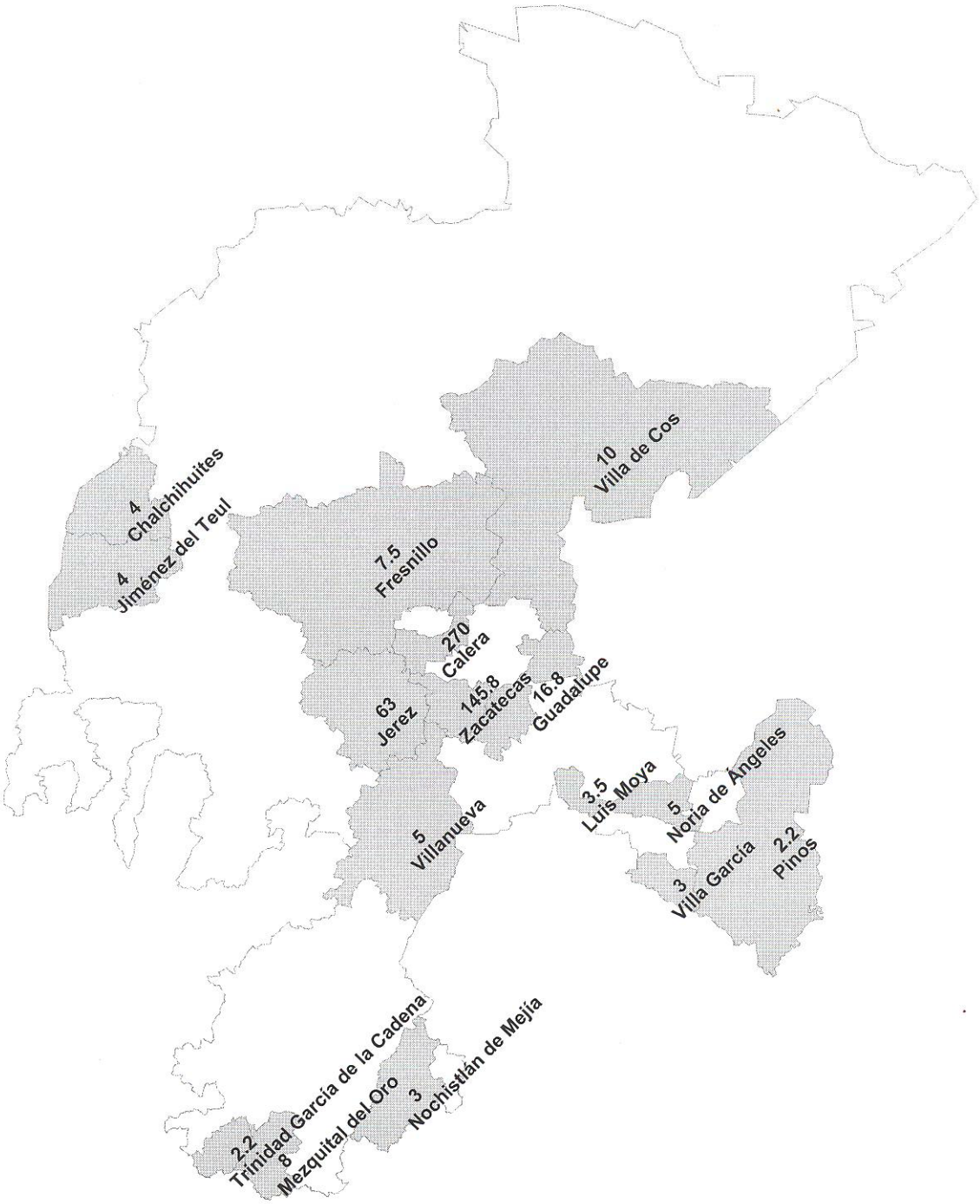
Fuente: Elaboración propia con datos de Díaz *et al.*, 2002.

Figura 4.4 Número de plantas de tratamiento en los municipios de Zacatecas



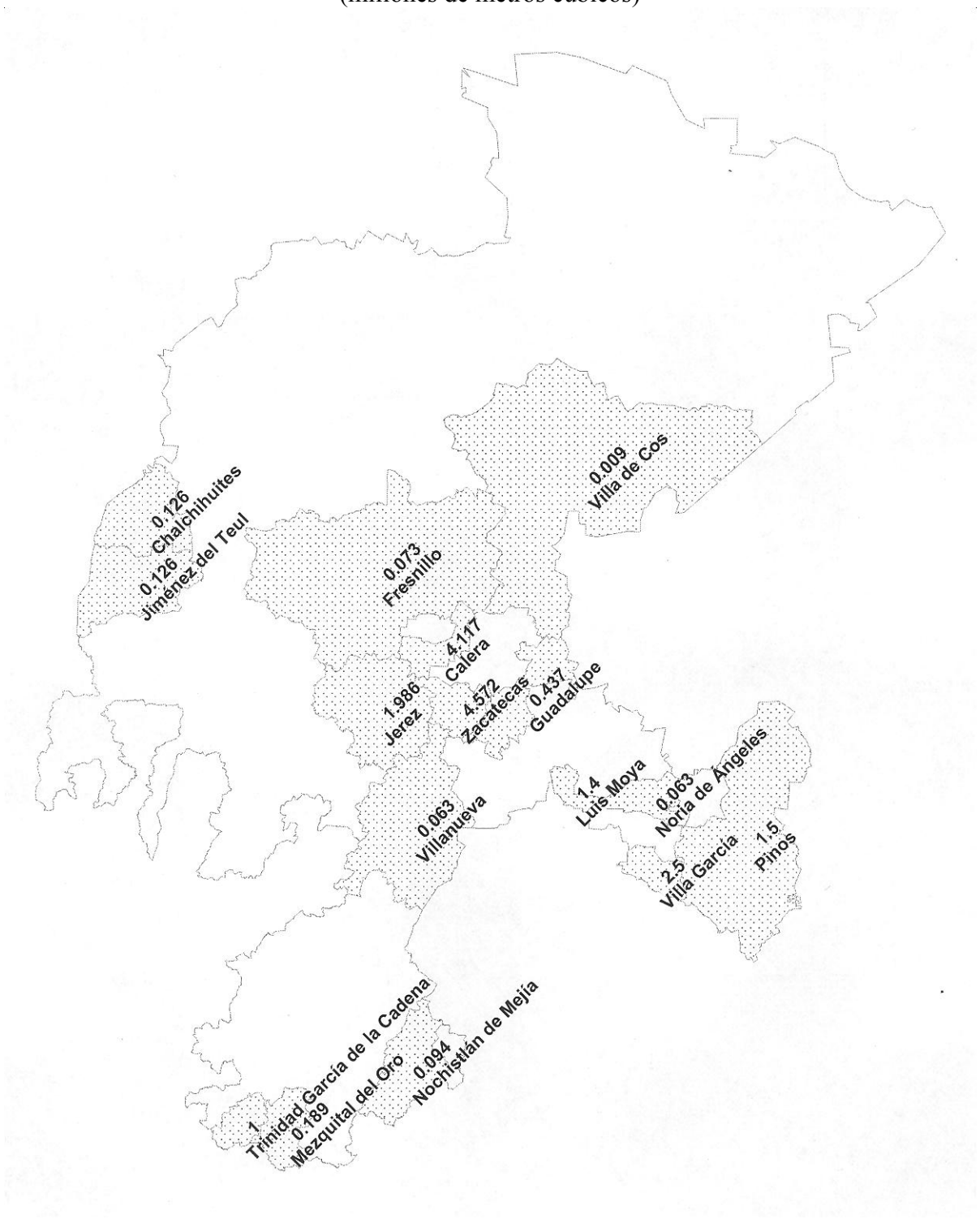
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2005.

Figura 4.5 Municipios de Zacatecas con plantas de tratamiento en uso y su capacidad instalada (litros/segundo)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2005.

Figura 4.6 Municipios de Zacatecas con plantas de tratamiento en uso y su volumen tratado (millones de metros cúbicos)

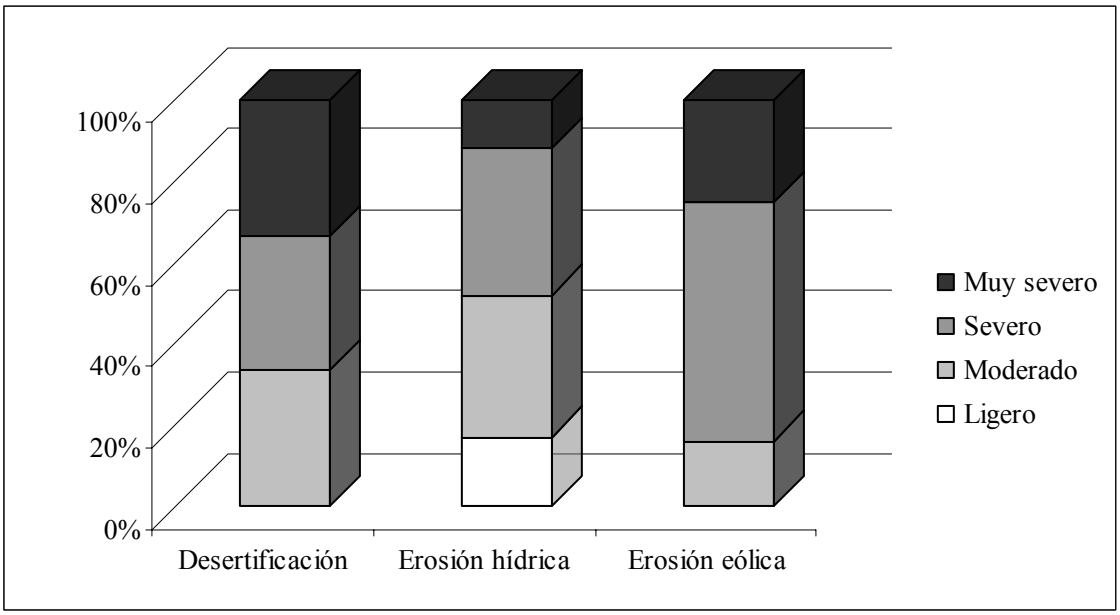


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2005.

4) En condiciones semidesérticas, el cuidado de la cobertura vegetal, la forestación y el manejo ecológico de la producción agrícola son la principal garantía de la sustentabilidad a largo plazo. En su lugar, el uso descuidado del suelo, el sobre-pastoreo y el uso de agroquímicos ha llevado a una **severa erosión**, arriesgando las posibilidades económicas de mediano plazo.

La desertificación, erosión hídrica y eólica en los suelos de Zacatecas alcanza un 98 % (73, 829 km^2) de su superficie. Respecto a la desertificación, los niveles de clasificación manejados en Zacatecas son: moderado, severo y muy severo; donde cada uno de ellos presenta una superficie afectada de 24,610 km^2. La erosión hídrica en Zacatecas se divide en cuatro niveles: ligera 12,551; moderada 25,840; severa 24,578; y muy severa 8,859. Por último, la superficie afectada por erosión eólica en Zacatecas se divide en moderada 11,813; severa 43,559; y muy severa 18,457 (FIDERCO, 2003b, pp. 42-43) (figura 4.7).

Figura 4.7 Superficie afectada por la erosión en Zacatecas



Fuente: Elaboración propia con datos de FIDERCO, 2003b.

Con estas cantidades podemos señalar que la erosión hídrica en sus niveles severo y muy severo representa un 45 % de la superficie afectada; mientras la erosión eólica en los mismos

niveles afecta un 84 % de esta misma superficie, lo cual manifiesta niveles muy altos de erosión en el estado.

Para Capdevila (1998), Enciso (1999), y Serna y Echavarría (2002), el incremento de la erosión en el estado proviene principalmente del pastoreo intensivo y de la reducción de cobertura vegetal.

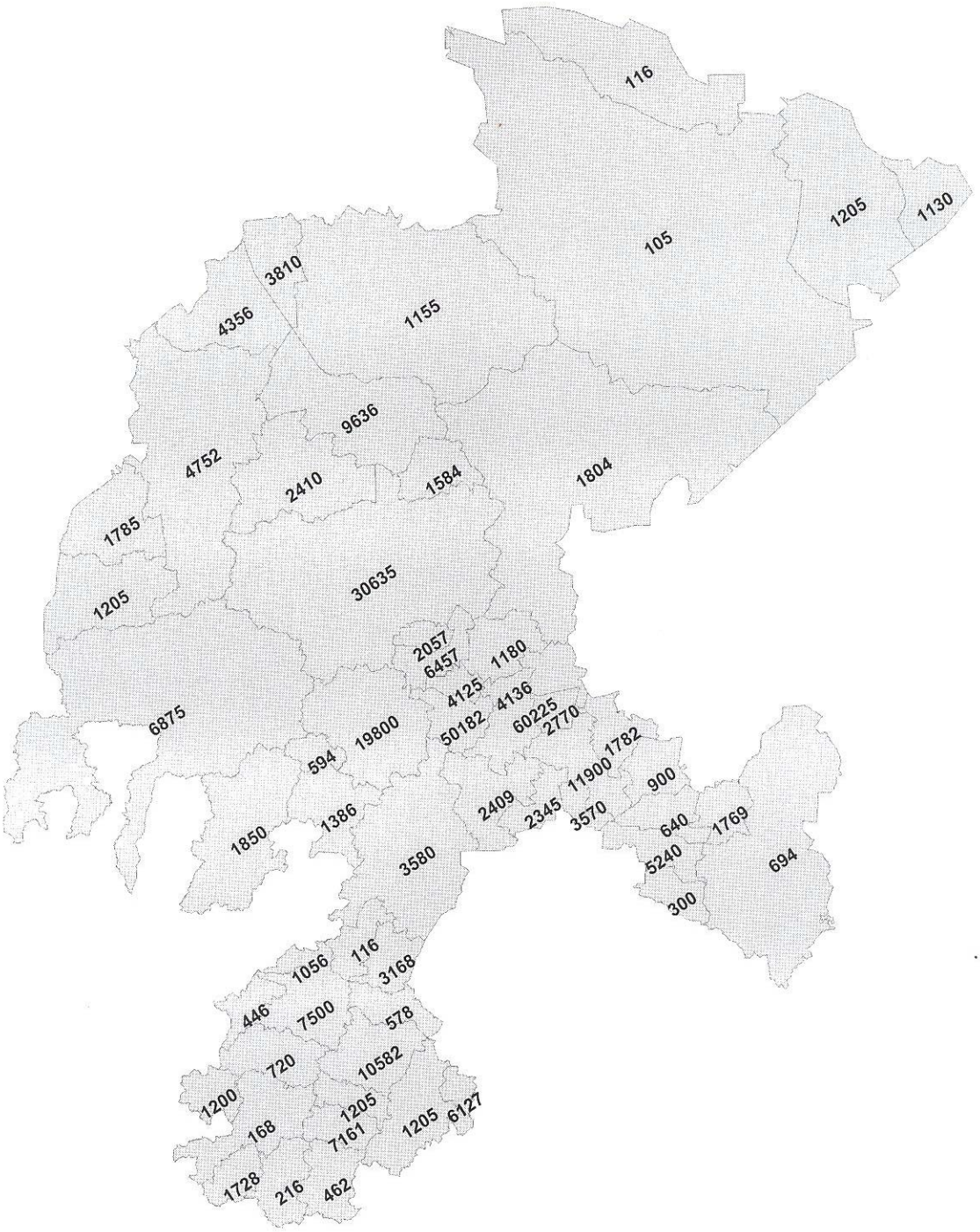
5) El ambiente como depósito de residuos cumple un papel fundamental siempre y cuando sea capaz de metabolizar esos residuos. Este no es el caso en Zacatecas, debido a la concentración de **residuos contaminantes y de metales pesados** (ver en el apéndice 4.1 los problemas de contaminación de suelos y agua de las actividades mineras y sus repercusiones en la salud, figuras 4.8, 4.9 y 4.10), y la inexistencia de tratamiento, en el caso de los residuos urbanos. En su lugar los depósitos de residuos avanzan deteriorando el paisaje (figura 4.11) constituyéndose en fuentes de enfermedades y contaminando las corrientes de agua y el suelo.

Figura 4.11 Tiradero de basura al aire libre en Zacatecas

Foto: Gustavo Cervantes (mayo, 2003).

El problema de la basura se deriva de su volumen (figura 4.12) y de los efectos socio-ambientales para su disposición (figura 4.13). Las características y composición de los residuos sólidos están en función de los patrones de consumo y niveles de ingreso. La basura pasó de ser densa y casi completamente orgánica a voluminosa y parcialmente no biodegradable (CESPEDES, 2001, p. 40).

Figura 4.12 Volumen de recolección de basura en los municipios de Zacatecas (toneladas)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2005.

Figura 4.13 Superficie que ocupan los tiraderos de basura a cielo abierto en los municipios de Zacatecas (hectáreas)

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI; 2005.

Según FIDERCO (2003c, p. 52), para enero del 2002 Zacatecas produce 338,435 ton/año de residuos sólidos, de las cuales sólo un 10 % se concentra en rellenos sanitarios, el resto quedan expuestos en depósitos a cielo abierto. SEMARNAT (2005), por otra parte, para el año 2003 reporta que en Zacatecas se generaron 564,919 toneladas y que sólo 4 cabeceras municipales cuentan con rellenos sanitarios (Villa García, Fresnillo, Miguel Auza y Calera).

Un ejemplo de tiradero abierto es el municipio de Zacatecas, donde Alejo (s/f) señala que la recolección de los residuos sólidos es de 136.7 toneladas al día, produciendo un total de 49,895.5 toneladas al año, misma cantidad que se deposita en estos tiraderos. Además, la problemática de los depósitos de cielo abierto se agrava si añadimos el rasgo común de los tiraderos en el estado, "su ubicación cercana a cauces de arroyos", lo cual provoca contaminación de suelos, aguas superficiales y subterráneas (FIDERCO, 2003c, p. 52; SEMARNAT, 2005).

Según el INEGI (2000b), para 1994 Zacatecas generó 20 mil ton/año de desechos peligrosos.[139] Cuenta con 9 sitios abandonados e ilegales con residuos peligrosos, ocupando el noveno lugar de un total de 20 estados que en su conjunto agrupan 166 sitios abandonados.

FIDERCO (PGA, 2003b, p. 54, con datos del Instituto Nacional de Ecología, 2000), por otra parte, señala que Zacatecas para el 2002 produce 1,882.45 ton/año de residuos sólidos peligros y genera 57,648 ton/año y 228,734 l/año de residuos biológico-infecciosos. A pesar de las disparidades en las cifras generadas por el INEGI y FIDERCO, es preocupante observar que Zacatecas no reporta ninguna empresa con autorización para el manejo de residuos sólidos peligrosos.

6) La **urbanización descontrolada** de la ciudad capital hace inviable la expansión de los servicios públicos debido a su encarecimiento, degrada el paisaje y reduce el nivel de vida de su población, atentando contra un turismo de mayor temporalidad y desvalorizando la ciudad en su conjunto.

[139] Cantidad total de desechos peligrosos generados al año por actividades industriales o por otras actividades que generan desechos, según la definición de desechos peligrosos que figura en el Convenio de Basilea y en otros convenios conexos (INEGI, 2000b, p. 174).

Zacatecas cuenta, actualmente, con mínimos espacios de recreación y turismo que no garantizan la permanencia del turismo interno ni externo más allá del fin de semana, perdiendo así un importante potencial recreativo y económico.

7) **La migración y el despoblamiento**, son rasgos propios del estado que tienen sus orígenes en la población fluctuante empleada en la minería colonial. La migración en el estado de Zacatecas transitó de una "tendencia expulsora" a una tendencia de conversión de "fuerza de trabajo migrante". Zacatecas, para el año 2000 se encuentra en primer lugar a nivel nacional, según el índice de intensidad migratoria (2.58);[140] porcentaje de hogares con migrantes (23.30 %); porcentaje de mujeres migrantes respecto de la población estatal (1.90 %); remesas promedio mensual por hogar (340 dólares); y por último, las remesas representan el 8.2 % del PIB estatal, es decir las remesas superan el 7.6 % de la participación de la agricultura en el PIB estatal (DED, 2004).

Es importante señalar que la migración internacional, a pesar de los ingresos económicos que genera, también produce impactos negativos en diferentes ámbitos de los lugares de origen: a) demográficos, al reducir la presencia de los grupos en mejor edad productiva, y ampliar la proporción de personas de la tercera edad, el éxodo familiar y la jefatura femenina de hogares; b) económicos, al generar una fuerte dependencia de las remesas, inducir tendencias inflacionarias (dolarización), encarecer la fuerza de trabajo local y proporcionar el abandono y deterioro de las actividades productivas; y c) sociales, al producir asimetrías en el ingreso de las familias, alentar la fuga de capital humano y profundizar la diferenciación social entre la población migrante y no migrante (DED, 2004, pp. 16-17).

Como resultado del fenómeno migratorio la entidad registra, sistemáticamente desde 1960, la tasa más baja de crecimiento poblacional del país (DED, 2004, p. 18). En el estado de

[140] El índice de intensidad migratoria es una medida que permite diferenciar entidades federativas y municipios según la intensidad global del fenómeno migratorio. Es calculado por la CONAPO e integra cuatro indicadores: hogares que reciben remesas, hogares con emigrantes en Estados Unidos del quinquenio anterior, hogares con migrantes circulares del quinquenio anterior y hogares con migrantes de retorno. La fuente de estos cálculos es la muestra censal del 2000 (aproximadamente 2.2 millones de viviendas), además, de la inclusión de un cuestionario ampliado sobre migración a Estados Unidos (CONAPO, 2000, Anexo c).

Zacatecas, en la actualidad se vive un proceso de despoblamiento que tiene sus orígenes en los años finales del siglo XIX. Su causa básica es una migración acumulada que, durante los últimos años, se ha intensificado. Esta migración es un rasgo que abarca a todo el estado (regiones), pero que se ha intensificado más en los municipios con altas tasas de despoblamiento histórico. Este proceso de despoblamiento y la migración histórica derivan de la notable incapacidad estructural para ocupar a la fuerza de trabajo local.

4.2 Las variables ambientales y sociales clave en el contexto de Zacatecas

Como resultado de la matriz de funciones ambientales y considerando la información obtenida en el capítulo de historia ambiental, se realizó una agrupación de las variables que consideramos más relevantes en el cuadro 4.5, y que podrían representar la base para una futura medición de sustentabilidad en Zacatecas. Se integraron los elementos más trascendentes de nuestro estudio, sin embargo, es sólo una propuesta y queda abierta a futuras aportaciones.

Cuadro 4.5 Variables ambientales y sociales clave para determinar el avance en Desarrollo Sustentable en Zacatecas

Variable	Elementos a considerar en la variable
Contaminación de suelos	• Jales mineros. • Residuos peligrosos. • Tiraderos al aire libre. • Aguas residuales que contaminan por penetración freática.
Contaminación de agua	• Uso de agroquímicos (fertilizantes nitrogenados, insecticidas y herbicidas). • Concentraciones de estiércol. • Lixiviación de metales. • Tiraderos al aire libre. • Tratamiento de aguas bajo.
Contaminación atmosférica	• Uso de leña. • Ladrilleras. • Aumento en niveles de ozono. • Los camiones urbanos
Recursos hídricos	• Agotamiento y/o mineralización por la profundidad de los pozos y sobreextracción. • Desperdicio en la distribución.
Erosión de suelos (desertificación, erosión eólica e hídrica)	• Consumo de leña, tala de bosques. • Agricultura. • Sobrepastoreo. • Monocultivos. • Pérdida de humedad del suelo. • Disminución de la infiltración del suelo. • Disminución de la cobertura vegetal.
Falta de derrama económica	• Petróleo y energía eléctrica importada de otros estados. • Pérdida de valor de suelos mineros (abandonados). • Encarecimiento de servicios públicos de agua potable (uso industrial). • El turismo en Zacatecas es poco competitivo en el contexto nacional y sólo fomenta un turismo de fin de semana. • El TLC en Zacatecas no protege a los agricultores de la zona, existe una disparidad en las condiciones de negociación.

Cuadro 4.5 (*continúa*)

Riesgos a la salud humana y animal	• Contaminación minera por metales pesados. • Contaminación de productos agrícolas. • Tiraderos al aire libre. • La sobreexplotación de agua genera altos valores de flúor y en otros casos hay presencia de arsénico. • Aguas residuales. • Crecimiento descontrolado de la ciudad (asentamientos sobre zonas mineras). • Expansión de enfermedades infecciosas facilitadas por la alta migración. • Quema de materiales contaminantes por las ladrilleras.
Bajos rendimientos agrícolas y ganaderos	• Desertificación. • Erosión hídrica. • Erosión eólica.
No existe planificación urbana	• Dificultad y encarecimiento de servicios. • Disminución de la oferta turística. • Disminución de la calidad de vida de la población.
Migración y despoblamiento	• Reducción de la Población Económicamente Activa. • Alteración del tejido social. Hay comunidades donde prevalecen los viejos y niños, y una sobreabundancia de mujeres. • Se acentúa el proceso de diferenciación social, entre quienes reciben remesas y quienes no. • La expansión de enfermedades infecciosas se facilita por los procesos migratorios.

Elaboración propia.

Conclusiones

La migración puede considerarse el principal producto social de la ruptura metabólica de la sociedad humana con la naturaleza externa. Esta migración inició desde finales del siglo XIX, como una válvula expulsora, y se convirtió en la época actual en un factor de producción que, como se mencionó, está convirtiendo a la mano de obra zacatecana en un recurso no renovable. La migración es un rasgo que caracteriza a todo el estado, aunque se encuentra con mayor intensidad en municipios que tienen altas tasas de despoblamiento histórico. Además, ha provocado un despoblamiento intenso. Tanto la migración como el proceso de

despoblamiento son producto de una incapacidad estructural del estado para ocupar su fuerza de trabajo local.

Si nos enfocamos a los elementos ambientales que nos demuestran la ruptura metabólica entre sociedad humana y naturaleza externa, podemos agruparlos en tres características:

La primera y más alarmante característica de la historia ambiental de Zacatecas es la explotación sistemática de sus recursos no renovables. El caso más notorio es el de la minería, pero los bosques también han sido explotados y diezmados en su mayoría.

La segunda característica es que los recursos renovables han sido explotados sin considerar la capacidad natural de reposición. De esa forma se han convertido recursos teóricamente renovables en no renovables. Es el caso del suelo. Cuando se alcanzan niveles de desertificación severos y muy severos, como ocurre en las dos terceras partes del territorio, las posibilidades de recuperación son difíciles y muy costosas. El papel de la erosión eólica e hídrica no es resultado exclusivamente natural, sino que se facilita por sobrepastoreo, deforestación, prácticas agrícolas de monoproducción, mal manejo del suelo, inexistencia de manejo de escorrentías del agua de lluvia y sobrerroturación. A todo esto se le suma el uso de productos químicos que contaminan los cuerpos de agua y el suelo. Llegado el límite de la merma total de la cobertura vegetal y afloramiento de piedra, esas tierras pierden su potencial agropecuario. Lo mismo sucede en el caso de la extracción de agua profunda a ritmos mayores a la reposición de sus acuíferos. El resultado es el agotamiento del acuífero o bien la mineralización del agua, perdiendo su potencial de uso.

La tercera característica de la historia ambiental de Zacatecas es que los principales residuos de la actividad económica y de la vida cotidiana han degradado espacios creando un pasivo ambiental de muy difícil recuperación. La principal responsable es la actividad minera, cuyos residuos son considerados peligrosos y contaminan cuerpos de agua y suelos, facilitan la erosión eólica, hídrica y crean serios problemas a la salud humana.

Tanto por el volumen de material removido, como por su concentración física, han convertido en improductivas enormes áreas, perjudicando inclusive el paisaje y las

condiciones sanitarias del entorno y desvalorizando el suelo una vez que culmina el ciclo productivo. A nivel de los residuos urbanos sucede otro tanto. Los vertederos están a cielo abierto, con lo cual proliferan insectos, roedores, pájaros y demás vectores de múltiples enfermedades; además por el viento se esparcen basura liviana, contaminantes y todo tipo de microbios, que degradan el paisaje y desvalorizan el suelo.

Capítulo 5. CONCLUSIONES

Iniciamos esta investigación haciendo un recorrido por las raíces del moderno pensamiento ambientalista. Destacamos el higienismo y el proteccionismo aristocrático, luego el movimiento de conservación, todos surgidos durante el siglo XIX. Estas iniciativas fueron movimientos y expresiones sociales enfocados a la crítica civilizatoria, a la denuncia de la pobreza y la inequidad provocados por el desarrollo capitalista y a la defensa de una naturaleza que parecía ser arrollada por la industrialización. Pero, estos no fueron más que antecedentes de la moderna conciencia ambiental, que toma cuerpo durante los años sesenta y setenta del siglo XX.

Durante el último tercio del siglo XX, se hacen evidentes problemas ambientales cuyas causas podían ser rastreadas a la época Colonial y sus enclaves mineros, como ejemplificamos en el caso de Zacatecas, y a las relaciones capitalistas generalizadas a partir de la Revolución Industrial. Cuatro son las razones básicas que explican que la moderna crisis ambiental muestre una dinámica, una amplitud y una gravedad diferente a muchas otras crisis ambientales de origen antrópico en la historia de la humanidad. La primera fue la generalización del incentivo de la ganancia como móvil de apropiación de la naturaleza, que orientó toda explotación de recursos naturales en una dinámica sin fin, que antepuso el lucro ilimitado a la satisfacción de las necesidades sociales. La segunda fue la demanda creciente e insaciable de recursos energéticos para la industria, lo que provocó la utilización masiva de combustibles fósiles. La tercera fue la extensión y magnitud de los asentamientos poblacionales, que aglutinaban a las clases trabajadoras, y otros sectores, y que convirtió a las áreas urbanas en un ambiente propicio de contaminación de aire, de agua y de espacios territoriales, provocando la expansión de enfermedades infeccionas y epidemias. La cuarta fue el hecho de que el comercio internacional y la globalización convirtieron y expandieron los problemas ambientales a todos los rincones del mundo con inusitada rapidez. Sin embargo, estas causas no fueron reconocidas por todas las corrientes ambientalistas.

En la historia de la moderna discusión ambiental destacan tres interpretaciones y propuestas. Una fue la posición emitida por el Informe Founex, conocida por el vocablo

“ecodesarrollo” (Suiza, 1971), que proponía un crecimiento económico subordinado a los intereses de la colectividad y el derecho de los países a usar sus propios recursos. La segunda, de la ONU (Suecia, 1972), aceptaba los límites físicos sin catastrofismo y la coexistencia entre crecimiento y cuidado ambiental. La tercera fue el Modelo Mundial Latinoamericano, propuesto por la Fundación Bariloche en Argentina (1974), que promovía la necesidad de un cambio profundo para resolver la crisis social poniendo más énfasis en la planificación que en la lógica del mercado.

Simultáneamente, se fueron conformando corrientes de pensamiento, que tenían diferentes orígenes. El ecologismo, reivindicaba una relación más armónica con la naturaleza, se apoyaba en la ciencia de la ecología y en posiciones éticas de diversas fuentes pero con fuerte contenido en el comportamiento individual como clave para las transformaciones sociales. El ambientalismo moderado, expresión de un desarrollismo preocupado por la escasez de recursos naturales y la contaminación de los espacios, fue siempre hegemónico en los organismos internacionales y los gobiernos nacionales. Por último, diversas corrientes humanistas y marxistas ponían el acento en la manera cómo las relaciones capitalistas impulsaban el comportamiento depredador y contaminante del medio ambiente externo al ser humano.

A mediados de los años ochenta, como producto de una búsqueda continua de un acuerdo, aunque fuese general, que aglutinara los esfuerzos en torno a nuevas políticas que pudieran dar respuesta a la gravedad de la problemática ambiental, surgió el concepto DS. Por ser la expresión dominante del ambientalismo moderado, rápidamente cristalizó en torno suyo la discusión ambiental, aunque no consiguió unificar a las diversas corrientes del pensamiento ambientalista.

El concepto de DS implicaba la posibilidad de un crecimiento económico como camino único para alcanzar los objetivos ambientales y de desarrollo. Además, superó su visión local o nacional mediante un reconocimiento de una economía global que impactaba el medio ambiente. Creció la idea de que los problemas mundiales ambientales necesitaban soluciones internacionales. A partir de la década de los noventa, el concepto de DS comenzó a

cristalizarse con la creación de diversos organismos e instituciones internacionales y regionales, que emprendieron programas y desarrollaron mediciones que incorporaban la variable ambiental.

Así, el concepto de DS se materializó en largas listas de variables e indicadores que proponían "medir" el estado del medio ambiente para obtener insumos con los cuales elaborar políticas ambientales. Como forma de acercarnos a la problemática ambiental en el Estado de Zacatecas, debimos detenernos en las mediciones ambientales realizadas a nivel nacional en México, y promovidas por el Banco Mundial y las Naciones Unidas. Esta revisión resultó muy ilustrativa, ya que encontramos una inclinación general en las metodologías de evaluación de la problemática ambiental. El grueso de éstas privilegía desmesuradamente lo que se conoce como sustentabilidad ecológica o ambiental. Mientras que el discurso del DS insistía en que la cuestión ambiental debía ser analizada en su dimensión ecológica, pero también en su dimensión social y económica, al momento de realizar las metodologías de análisis todo se centró en la depredación de los recursos y en la contaminación, quedando fuera, salvo contadas excepciones, indicadores sobre sustentabilidad económica y social. En el caso en que estas últimas dimensiones fueron contempladas, aparecieron como indicadores accesorios, de manera descriptiva, sin ninguna posibilidad de integrarlos al cuerpo teórico general de la problemática ambiental o de la sustentabilidad. Esta crítica a las mediciones ambientales mexicanas, realizadas por el INEGI (2000b y 2004), constituyó el primer aporte de nuestra investigación, expuesto en el capítulo 2 "De la teoría a la medición", en la sección 2.3 "México y sus avances en las mediciones ambientales".

Estas limitaciones en las metodologías de medición de la problemática ambiental nos obligaron a incorporar en el análisis de la situación ambiental de Zacatecas un elemento comúnmente dejado a un lado en los diagnósticos y metodologías de sustentabilidad: la historia ambiental. El análisis de la historia ambiental de Zacatecas nos condujo a la búsqueda de un criterio ordenador, que nos permitiera seleccionar los actores y elementos clave y, al mismo tiempo, que nos hiciera posible visualizar la dialéctica entre las contradicciones sociales y económicas y las ecológicas. El concepto teórico-metodológico que utilizamos fue el de "ruptura del metabolismo con la naturaleza externa". Este concepto nos impulsó a

entender tanto la relación de la sociedad humana y la naturaleza externa de manera histórica, como esta misma relación en la situación actual.

Este concepto nos permitió analizar la problemática ambiental de Zacatecas desde un enfoque diferente al que comúnmente se desprende de la literatura, donde las relaciones técnicas son las causantes de la degradación ambiental. El concepto de "ruptura del metabolismo con la naturaleza externa" toma una perspectiva integral, que permite establecer causas socio-económicas al comportamiento técnico de la sociedad con la naturaleza externa. Dicho concepto también lleva a un análisis simultáneo y combinado de las dimensiones ecológicas, sociales y económicas, con lo cual se muestra mucho más enriquecedor que el instrumental teórico que gira en torno al concepto de DS.

El concepto de ruptura metabólica es ejemplificado generalmente con la actividad agrícola. Se señala qué nutrientes y materias primas extraídas en el suelo rural se desplazan, en el cuerpo de los productos de la actividad agropecuaria y forestal, a las ciudades y centros productivos (a veces de un continente a otro), impidiendo la re-fertilización natural del suelo, lo que provoca un proceso de degradación continua de éstos. En nuestro caso, se utilizó el concepto de ruptura metabólica para la actividad minera colonial, la cual también generó una división centro-periferia, donde la riqueza material era sacada de la periferia —en el caso de la región de Zacatecas, la plata— y transferida a otro centro, España, y en último término, a Inglaterra, los Países Bajos y Alemania. En este proceso, la tierra fue progresivamente esquilmada bajo el influjo de la obtención de ganancias.

El concepto de ruptura del metabolismo con la naturaleza externa nos señaló que en la explotación mercantil de la minería se encuentran los gérmenes de la ruptura metabólica que luego, el capitalismo extenderá ampliamente. Es decir, la minería colonial inició un proceso interrelacionado de degradación ambiental y social, donde contrastaban la cultura de los pueblos nómadas que vivían en la región antes de la llegada de los españoles a Zacatecas y el posterior desarrollo colonial y postcolonial minero extractivo y degradante. Además, considerando la revisión efectuada sobre el origen y desarrollo de la historia ambiental, se expone a la historia ambiental de Zacatecas como una co-evolución entre la sociedad humana

y la naturaleza, la cual explica que los impactos en el ambiente son resultados de una fase histórica de desarrollo social con raíces en las relaciones de producción. Es decir, el tipo de relaciones de producción condiciona la actitud depredadora hacia la naturaleza. Podemos decir que la aplicación del concepto de ruptura del metabolismo con la naturaleza externa a la historia ambiental de Zacatecas, es el segundo aporte de nuestra investigación.

El tercer aporte de nuestra investigación, fue el utilizar la matriz de funciones ambientales de una forma novedosa, al incluir indicadores sociales. Esta matriz nos permitió continuar el recorrido de la co-evolución sociedad-naturaleza, iniciado con la historia ambiental de Zacatecas, y elaborar un diagnóstico sobre la problemática ambiental en Zacatecas que incluyó, también, aspectos centrales de la sustentabilidad socio-económica. Se trata, hasta donde sabemos, del primer diagnóstico ambiental del estado consolidado en una matriz con criterios ordenadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIMPGN (Asociación Internacional de Médicos para la Prevención de la Guerra Nuclear) (2006). *Health effects of Chernobyl 20 years after the reactor catastrophe.* Fecha de consulta: mayo 29, 2007. Disponible en: http://www.ippnw-students.org/chernobyl/IPPNWStudy.pdf

Alejo, B. *Propuesta para una planta de reciclaje de desechos sólidos*. Tesis de Maestría en Administración (en proceso). Universidad Autónoma de Zacatecas. Datos obtenidos de la DLPMZ (Departamento de Limpia de la Presidencia Municipal de Zacatecas).

Almagro, F. (2004). Medición del desarrollo sustentable, reto de las cuentas nacionales. La experiencia de México en el cálculo del Producto Interno Bruto Ecológico. En *Problemas del Desarrollo,* 35 (39), 93-119.

Amir, S. (1995). The environmental cost of sustainable welfare. En *Ecological Economics,* 13, 27-41.

Anaya, M. (2000). Derivación y distribución de torrentes. México 1. En FAO. *Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia*. Fecha de consulta: octubre 13, 2004. Disponible en: http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/recnat/pdf/capta/siste1.pdf

Aparicio, J. A. (2001). *Protección civil en Andalucía*. Fecha de consulta: mayo 21, 2007. Disponible en: http://www.proteccioncivil-andalucia.org/Documentos/Seveso.htm

Asdal, K. (2003). The problematic nature of nature: the post-constructivist challenge to environmental history. En *History and Theory, Theme Issue,* 42, 60-74.

Austin Community College District (2006). *Walter Prescott Webb´s great plains thesis*. Fecha de consulta: noviembre 17, 2006. Disponible en: http://www2.austincc.edu/lpatrick/his1302/webb.html

Bakewell, P. (1976). *Minería y sociedad en el México colonial. Zacatecas (1546-1700).* México: Fondo de Cultura Económica.

Barbados Country Paper to the Regional Workshop on National Sustainable Development Strategies and Indicators of Sustainable Development (2004). Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en:

http://www.oecs.org/esdu/documents/IDP%20Project/Country%20Report%20-%20Barbados.pdf

Barbier, E., Burgess, J. & Folke, C. (1994). *Paradise lost? The ecological economics of biodiversity.* London: Earthscan.

Bartelmus, P. (1999). Green the national accounts: approach and policy use. En *Economic & Social Affair*, 3, 1-20.

Bartelmus, P. (2003). Dematerialization and capital maintenance: two sides of the sustainability coin. En *Ecological Economics*, 46, 61-81.

BBC NEWS (2004). *Bhopal, India: industrial accident*. Fecha de consulta: mayo 23, 2007. Disponible en: http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4083331.stm

Bifani, P. (1980). *Desarrollo y medio ambiente I. Introducción general – El pensamiento económico y el sistema natural – Medio ambiente, subdesarrollo y dependencia.* Madrid: Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales (CIFCA).

Blanco, H., Wautiez, F., Llavero, A. & Riveros C. (2001). *Indicadores regionales de desarrollo sustentable en Chile: ¿Hasta qué punto son útiles y necesarios?* Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612001008100005&script=sci_arttext&tlng=es

Bolund, P. & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. En *Ecological Economics*, 29, 293-301.

Borrás, G. (2006). *Mareas negras. Centro Tecnológico del Mar - Fundación CETMAR*. Fecha de consulta: mayo 10, 2007. Disponible en: http://www.cetmar.org/documentacion/mareas_negras.htm

Botello, A. Villanueva, S. & García, L. (2006). *Los derrames de petróleo en el ambiente marino en Especies, espacios y monitoreo*. México: INE. Fecha de consulta: mayo 22, de 2007. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/507/cap10.html

Boulding, K. (1989). La economía futura de la tierra como un navío espacial. En Herman E. Daly (Coompilador), *Economía, Ecología y Ética. Ensayos Hacia una Economía en Estado Estacionario* (pp. 262-275). México: Fondo de Cultura Económica.

Brading, D. (1975). *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810).* México. Fondo de Cultura Económica.

Brown, T. (2007). *¿Qué es el día de la tierra? El día de la tierra y el aumento de la conciencia medioambiental.* Fecha de consulta: mayo 10, 2007. Disponible en: http://usinfo.state.gov/xarchives/display.html?p=washfile-spanish&y=2007&m=April&x=20070420140711liameruoy0.2631342

Burnes, A. (1990). *La minería en la historia económica de Zacatecas* (1546-1876). México: El Arco y la Lira.

Burnes, A. (2006). *El drama de la minería mexicana. Del pacto colonial a la globalización contemporánea*. México: Universidad Autónoma de Zacatecas.

Capdevila, L. (1998). *La cobertura y uso de suelo en la sierra de Monte Escobedo (Zacatecas-México). Análisis uso de suelo y vegetación*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona y Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

Carbajal, D. (1999). *El comercio y los comerciantes del Real de Bolaños 1766-1810.* México: Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara.

Carbajal, D. (2002). *La minería en Bolaños 1748-1810 ciclos productivos y actores económicos.* México: El Colegio de Michoacán y Universidad de Guadalajara, Centro Universitario del Norte.

Carson, R. (2001 [1962]). *Primavera silenciosa*. Barcelona: Drakontos.

Caton, W. & Dunlap, R. (1980). A new ecological paradigm for post-exuberant sociology. En *American Behavorial Scientist*, 24, 15-47.

CESPEDES (Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable) (2001). *Infraestructura ambiental: necesidades. Alianza Público-Privada*. Fecha de consulta: octubre 14, 2004. Disponible en: http://www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/Infraestructura_Amb/infraestruc.htm.

Claude, M. (1997). *Cuentas pendientes: estado y evolución de las cuentas del medio ambiente en América Latina.* Fundación Futuro Latinoamericano, pp. 1-144. Fecha de consulta: septiembre, 11, 2003. Disponible en: http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/envext.nsf/44ByDocName/FundacionFuturoLatinoamericano-CuentasPendientesEstadoyEvoluci%C3%B3ndelasCuentasdelMedioAmbienteenAm%

C3%A9ricaLatina1997PDF549KB/$FILE/FundacionFuturoLatinoamericanoCuentas1997.pdf

CNA (Comisión Nacional del Agua) (2002). La Zacatecana. En *Plan de acción de la presa la Zacatecana para la contención de metales pesados, municipio de Guadalupe, Zacatecas*, pp. 24-29.

CNA (s/f). *Calidad del Agua*. Zacatecas: Gerencia Estatal de Zacatecas, Subgerencia de Ingeniería, Saneamiento y Calidad del Agua. Mimeo.

Comisión de las Comunidades Europeas (2004). *Towards sustainability the European Community programme of policy and action in relation to the environment and sustainable development.* Fecha de consulta: noviembre 26, 2004. Disponible en: http://europa.eu.int/comm/environment/eussd/index_es.htm

Comisión Europea (2005). La historia del ozono en Dossier: los polos y los cambios climáticos. Investigación polar. En *Revista de la Investigación Europea,* (Edición Especial) 15-16. Fecha de consulta: junio 2, 2007. Disponible en: http://ec.europa.eu/research/rtdinfo/special_pol/index_es.html

Commoner, B. (1992). A war with the planet. En *Making peace whit the planet* (pp. 3-18). New York: New Press.

CONAPO (Consejo Nacional de Población) (2000). *Índice de intensidad migratoria.* Fecha de consulta: septiembre 11, 2006. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/intensidadmig/anexoC.pdf

CONAPO (2004). *Pérdida neta anual por migración a Estados Unidos por periodo, 1960-2003*. Fecha de consulta: marzo 17, 2005. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/mig_int/series/g06.ppt

Cooper, C. & Thomson, I. (2000). The social and political roles of nacional accounting. En S. Simon & Props, J. (Eds.), *Greening the accounts*, pp. 1-31. Cheltenham, UK y Northmpton, USA: Edward Elgar Publishing.

Cousins, P. (1986). Review history and ecology: studies of the grassland. En *Technology and Culture,* 27 (2), 318-319.

Cronon, W. (1993). The uses of environmental history. En *Environmental History Review,* 17 (3) 1-22.

Cronon, W. (1994). Cutting loose or running aground? En *Journal of Historical Geography,* 20 (1), 38-43.

Crosby, A. (1967). Conquistador y pestilencia: the first new world pandemic and the fall of the great Indian empires. En *The Hispanic American Historical Review,* 47 (3), 321-337.

Crosby, A. (1976). Virgin soil epidemics as a factor in the aboriginal depopulation in America. En *The William and Mary Quarterly,* 33 (2), 289-299.

Crosby, A. (1995). The past and present of environmental history. En *The American Historical Review,* 100 (4), 1177-1189.

Cuevas, Ó. (1991). Tendencias del derecho agrario en Zacatecas (1917 a 1929). En *Vínculo Jurídico,* 5, 1-12.

Dabat, A. & Rivera, M. A. (1994). Las transformaciones de la economía mundial. En Dabat, A. (Coordinador), *México y la globalización* (pp. 15-38). México: Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias.

Daily, G. (2000). Management objectives for the protection of ecosystem services. En *Environmental Science and Policy,* 3, 333-339.

Daily, G., Alexander, S., Ehrlich, P., Goulder, L., Lubchenco, J., Matson, P., Mooney, H., Postel, S., Schneider, S., Tilman, D. & Woodwell, G. (1997). Servicios de los ecosistemas: beneficios que la sociedad recibe de los ecosistemas naturales. En *Tópicos en Ecología*, 2, 1-16.

Dalal-Clayton, B. & Sadler, B. (1999). Strategic environmental assessment: a rapidly evolving approach. International Institute for Environment and Development. En *Environmental Planning Issues*, 18. Fecha de consulta: abril 30, 2005. Disponible en: http://www.poptel.org.uk/iied/docs/spa/epi18.pdf

Daly, H. & Coob, C. (1989). *For the common good*. Boston: Beacon Press.

DED (Doctorado en Estudios del Desarrollo) (2004). *Informe técnico para la elaboración del Plan Estatal de Desarrollo, 2005-2010.* Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas, 1-154.

Delgado, O. (1986). Permanencia del determinismo geográfico en la enseñanza de la geografia en Colombia.En *Revista Colombiana de Educación*, 18. Fecha de consulta: enero 20, 2007. Disponible en: http://www.pedagogica.edu.co/storage/rce/articulos/18_08pole.pdf

Delgado, R., Figueroa, V. & Hoffner, M. (1994). *Zacatecas: sociedad, economía y cultura.* México: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades (CIIH) y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Delgado, R. & Del Pozo, R. (2001). Minería, estado y gran capital. En G. Vidal (Coordinador), *Mundialización, transnacionalización y subdesarrollo, II conferencia internacional red de estudios sobre el desarrollo Celso Furtado* (pp. 203-229). México: Casa Abierta al Tiempo.

Delgado, R., Márquez, H. & Rodríguez H. (2004). Organizaciones transnacionales de migrantes y desarrollo regional en zacatecas. En *Migraciones Internacionales,* 2 (4), 159-181.

Delgado, R. & Márquez, H. (2006). La migración mexicana hacia Estados Unidos a la luz de la integración económica regional: nuevo dinamismo y paradojas. En *Revista Theomai,* 14, 76-91.

Del Pozo, R. (2000). *La gran minería Zacatecana en el contexto neoliberal 1982-1999*. Tesis de Maestría en Ciencia Política. Universidad Autónoma de Zacatecas, pp. 1-126.

Dennis, R. (2002). *Tierra, trabajo y ganado en la región norte de Jalisco. Una historia agraria de Villa Guerrero, Jalisco (1600-1980).* México: El Colegio de Michoacán y Universidad de Guadalajara, Centro Universitario del Norte.

Department for Environment, Food and Rural Affairs (2005), *Sustainable development indicators in your pocket, 2005*. Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://www.sustainable-development.gov.uk/performance/documents/sdiyp2005_a6.pdf.

Demeritt, D. (1994). Ecology, Objectivity and critique in writings on nature and human societies. En *Journal of Historical Geography,* 20 (1), 22-37.

De Waal, A. (1991). Hambrunas y derechos humanos. En *Development in Practice*, 1 (2), 77-83.

Díaz, J., Macías, M. & Robles, H. (2002). *Estudio de tratabilidad de aguas residuales municipales: análisis de la cuenca del Río Juchipila*. Unidad Académica de Ciencias Químicas, UAZ. Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional/Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas.

Díaz, M. (2004). Desarrollo sustentable: pasado, presente y futuro. En *Ingenierías,* 7 (25), 17-23.

Doran, P. (2002). *World summit on sustainable development (Johannesburg) – An assessment for IISD*. Fecha de Consulta: junio 2, 2007. Disponible en: http://www.iisd.org/publications/pub.aspx?id=485

Dore, E. (1992). Debt and ecological disaster in Latin America. En *Race & Class*, 34 (1), 73-87.

Duch, J. P. (2006, abril 25). Chernobyl, desastre nuclear producto de una fatídica combinación de errores. En *La Jornada.*

Durán, G. (2000). Medir la sostenibilidad: indicadores económicos, ecológicos y sociales. En *VII Jornadas de economía crítica. La fragilidad financiera del capitalismo; crecimiento, equidad y sostenibilidad: cómo cerrar el triángulo*, 3 al 5 febrero del 2000. Fecha de consulta: junio 5, 2004. Disponible en http://www.ucm.es/info/ec/jec7/pdf/com1-6.pdf Pág. 1-19.

Durand, J. (2000). Tres premisas para entender y explicar la migración México-Estados Unidos. En *Relaciones,* 21 (83), 17-36.

Durand, J. & Massey, D. (2003). *Clandestinos. Migración México-Estados Unidos en los albores del siglo XXI*. México: Miguel Ángel Porrúa.

Echavarría, F., Medina, G., Gutiérrez, R. & Serna, A. (2003). *Identificación de áreas susceptibles de reconversión de suelos agrícolas hacia agostadero y su conservación en el Ejido Pánuco, Zacatecas.* INIFAP-Zacatecas, pp. 1-29. En prensa.

Egerton, D. T. (1838). *Acueducto de Zacatecas*. Oleo sobre tela, México, 64x 98 cm. Museo Franz Mayer.

Ehrlich, P. & Holdren, J. (1980). Impact of population grow. En *Science,* 171 (3977), 1212-1217

Ekins, P. & Simon, S. (2001). Estimating sustainability gaps: methods and preliminary applications for the UK and the Netherlands. En *Ecological Economics*, 37, 5-22.

Enciso, E. (1999). *Diagnosis ambiental de la sierra de Monte Escobedo (Zacatecas-México) Influencia de la gestión silvopastoral en la estructura y regeneración de los bosques pino-encino*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona y Universidad Autónoma de Zacatecas.

Enciso, J. (1992). La diputación de minas en Zacatecas en el siglo XVI. En *Vínculo Jurídico*, 11-12, 1-28.

Enciso, J. (1995). Historia del derecho. Repúblicas de españoles en la Nueva Galicia en el siglo XVI. En *Vínculo Jurídico,* 22, 1-14.

Enciso-De la Vega, S. (1994). Crecimiento urbano de la ciudad de Zacatecas y sus asentamientos humanos en zonas mineralizadas polimetálicas. En *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 11 (1), 106-112.

Enríquez, R. (2001). Introducción al análisis económico del medio ambiente y los recursos naturales. En *Apuntes de economía ambiental, versión 2.0* Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada.

Environment Canada (2003). *Environmental signals: Canada's national environmental indicator series 2003*. Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://www.ec.gc.ca/soer-ree/English/Indicator_series/esignals.pdf

Escalona, F., Suárez, C., Pérez, A., Ortiz, O., Bañuelos, C., Nava, J. & Bañuelos, V. (2002). *Identificación de zonas de riesgo geológico-geomorfológico en la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe: un insumo para el ordenamiento ecológico local*. Unión Geofísica Mexicana, A. C. Publicaciones. Fecha de consulta: mayo 18, 2005. Disponible en: www.ugm.org.mx/pdf/geos02-2/RP02-2.pdf

Esty, D., Levy, M., Srebotnjak, T. & Sherbinin, A. (2005). *2005 Environmental sustainability index: benchmarking national environmental stewardesarrollo sustentablehip.* New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy.

Fernández, F. (2007). *Ética y filosofia política- A. Tema 3. Crisis ecológica y ética medioambiental.* Fecha de consulta: mayo 31, 2007. Disponible en: http://www.upf.edu/materials/fhuma/facultat/11565/tema3.htm

FICR (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja) (2000). *Informe mundial sobre desastres 2000*. Fecha de consulta: mayo 30, 2007. Disponible en: http://www.ifrc.org/publicat/wdr2001/chapter1.asp

FIDERCO (Fideicomiso para el Desarrollo de la Región Centro Occidente) (2003a). *AGE (Análisis de la Gestión Energética en la región centro-occidente)*. Fecha de consulta: septiembre 11, 2004. Disponible en: http://centroccidente.org.mx/programa_des.html#

FIDERCO (2003b). *PDR* (*Programa para el Desarrollo Rural de la región centro-occidente*). *Anexo 3. Producción Agrícola de la Región Centro Occidente*. Fecha de consulta: septiembre 11, 2004. Disponible en: http://centroccidente.org.mx/programa_des.html#

FIDERCO (2003c). *PGA* (*Programa para la Gestión Ambiental de la región centro occidente). Anexo 10 y Anexo 23*. Fecha de consulta: septiembre 11, 2004. Disponible en: http://centroccidente.org.mx/programa_des.html#

Field, B. (1995). ¿Qué es la economía ambiental? En *Economía ambiental, Una introducción*, (pp. 1-24) Bogota: McGraw-Hill.

Florensa, A. & Pena C. (1998). *Diagnóstico ambiental de la laguna de El Pedernalillo y su entorno inmediato.* Tesis de Maestría en Ciencia de la Salud, Universidad Autónoma de Zacatecas y Universidad Autónoma de Barcelona. Zacatecas, México.

Foladori, G. (1999). Sustentabilidad ambiental y contradicciones sociales. En *Ambiente & Sociedad,* 2 (5), 19-34.

Foladori, G. (2001a). *Controversias sobre sustentabilidad. La coevolución sociedad-naturaleza*. México: Miguel Ángel Porrúa y Universidad Autónoma de Zacatecas.

Foladori, G. (2001b). Una tipología del pensamiento ambientalista. En N. Pierri y G. Foladori (Ed.), *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (pp. 81-128). Uruguay: Baltgráfica.

Foladori, G. & Tommasino H. (2001). El enfoque técnico y social de la sustentabilidad. En N. Pierri y G. Foladori (Ed.), *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (pp. 129-137). Montevideo: Baltgráfica.

Foster, J. (1994). *The vulnerable planet. A short economic history of the environment*. New York: Monthly Review Press.

Foster, J. (2000). *Marx's ecology. Materialism and nature*. New York : Monthly Review Press.

Foster, J. (2005). Organizing ecological revolution. En *Monthly Review,* 57 (5), 1-10.

Galafassi, G. (2001). Las preocupaciones por la relación naturaleza-sociedad. Ideas y teorías en los siglos XIX y XX. Una primera aproximación. En *Revista Theomai* (edición electrónica), 3.

Gallini, S. (2002). Invitación a la historia ambiental. En *Cuadernos Digitales: Publicación Electrónica en Historia, Archivística y Estudios Sociales*, 6 (18), 1-21. Fecha de

consulta: junio 2, 2006. Disponible en: http://www.ts.ucr.ac.cr/~historia/cuadernos/c18-his.pdf

Gallopin, G. (2004). El modelo mundial latinoamericano ("Modelo Bariloche"): tres décadas atrás. En A. Herrera, H. Scolnick, G. Chichilnisky, G. Gallopin, J. Hardoy, D. Mosovich, E. Oteiza, G. de Romero, C. Suárez y L. Talavera, *¿Catástrofe o nueva sociedad? MML 30 años después*. (pp. 13-26). Buenos Aires: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

García, F. (2000). *Familia y sociedad en Zacatecas. La vida de un microcosmos minero novohispano, 1750-1830*. México: El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos/Universidad Autónoma de Zacatecas.

García, R., Pérez, O., Foladori, G., Delgado, R., Moctezuma, M., Reyes, E., Márquez, H., & Rivera, P. (2007). Paradojas de la migración internacional y el medio ambiente. En *Economía, Sociedad y Territorio,* 6 (24), 975-994.

Gerhard, P. (1993). *The north frontier of New Spain*. Norman & London: University of Oklahoma Press.

Gilabert, C. & Camerena, M. (2004). *El alteño global. Trayectorias evolutivas de los altos de Jalisco: evolución política y sociocultural en la era de la sociedad global.* México: Universidad de Guadalajara y El Colegio de Jalisco.

Gligo, N. (1991). Las cuentas del patrimonio natural como instrumento de un desarrollo ambientalmente sustentable en América Latina y el Caribe. En *Inventarios y cuentas del patrimonio natural en América Latina y el Caribe*. pp. 11-23. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas, libros de la CEPAL.

Gligo, N. & Morello, J. (1980). Notas sobre la historia ecológica de América Latina. En *Estudios Internacionales,* 13 (49), 112-148.

Gondra, J. (2003). Las enfermedades de transmisión sexual y la prostitución en Bilbao en los siglos XVIII-XIX. Regulación de la prostitución. En *Euskonews & Media*. Fecha de consulta: mayo 31, 2007. Disponible en: http://www.euskonews.com/0196zbk/gaia19601es.html

Greenpeace (2002). *Exposición fotográfica*. Fecha de consulta: mayo 23, 2007. Disponible en: http://www.greenpeace.org/espana/campaigns/t-xicos/bhopal/exposici-n-fotografica

Greenpeace (2004). Bhopal, India: La mayor catástrofe química de la historia continua. En *Rebelión.* Derechos Humanos. Fecha de consulta: mayo 23, 2007. Disponible en: http://www.rebelion.org/ddhh/040120bhopal.htm

Greenpeace (2006). *The Chernobyl catastrophe. Consequences on human health*. Fecha de consulta: mayo 29, 2007. Disponible en: http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/chernobylhealthreport.pdf

Grey, W. (1993). Antropocentrism and deep ecology. En *Australiasian Journal of Philosophy*, 71 (4), 463-475.

Guzmán, E. (2000). *La pequeña minería en Zacatecas, retrospección y perspectivas*. Tesis de Maestría en Ciencia Política. Universidad Autónoma de Zacatecas, pp. 1-150.

Hanley, N., Moffatt, I., Faichney, R. & Wilson, M. (1999). Measuring sustainability: a time series of alternative indicators for Scotland. En *Ecological Economics*, 28, 55-73.

Hartwick, J. (1990). Natural resources, national accounting and economic depreciation. En *Journal of Public Economics*, 43, 291-304.

Hausberger, B. (1993). Una iniciativa ecológica contra la industria minera en Chihuahua (1732). En *Estudios de Historia Novohispana,* 13, 115-134.

Hernández, R. (2005). Comunicación personal. 30 de mayo de 2005 y 6 de junio del 2005. Director del Centro Regional de Estudios Nucleares (CREN).

Herrera, A., Scolnick, H., Chichilnisky, G., Gallopin, G., Hardoy, J., Mosovich, D., Oteiza, E., de Romero, G., Suárez, C. & Talavera, L. (2004 [1975]). *¿Catástrofe o nueva sociedad? MML 30 años después*. Buenos Aires: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

Hillerkuss, T. (2006). Comunicación personal 4 de abril del 2006. Dr. en Etnología por la Universidad Libre de Berlín. Adscripción: Doctorado en Historia Colonial, Unidad Académica de Docencia Superior, UAZ.

Hoffman, A. & Sandelas, Ll. (2004). Getting right with nature: anthropocentrism, ecocentrism and theocentrism. En *Ross School of Business Working Paper Series*. Working Paper, 902, 1-39. Fecha de consulta: junio 7, 2007. Disponible en: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=901660

Hoffner, M. (1988). *Elementos para una interpretación de la historia de Zacatecas. Siglos XVI al XIX.* México: El Arco y la Lira.

Holtz, U. (2003). *La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y su dimensión política*. Fecha de consulta: junio 10, 2007. Disponible en: http://www.unccd.int/parliament/data/bginfo/PDUNCCD(spa).pdf

Humboldt, A. (2004 [1822]). *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*. México: Porrúa.

IEMAZ (Instituto de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Zacatecas) (2000). *Situación ambiental del estado de Zacatecas.* 26 diciembre. Mimeo.

IISD (International Institute for Sustainable Development) (1997). *Sustainable development timeline.* Fecha de consulta: abril 26, 2007. Disponible en: http://www.iisd.org/rio+5/timeline/sdtimeline.htm.

IISD (U.S. Interagency working group on sustainable development indicators, Washington, D.C.) (2001). *Sustainable development in the United States: an experimental set of indicators*. Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://www.sdi.gov/lpBin22/lpext.dll/Folder1/Infobase7/1?fn=main-j.htm&f=templates&2.0

IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) (1998). *Reunión nacional de investigación en salud en el trabajo Instituto Mexicano del Seguro Social Dirección de Prestaciones Medicas, información proporcionada por la Coordinación de Salud en el Trabajo Centro Médico Nacional Siglo XXI, 22 y 23 de enero 1998*. Fecha de consulta: octubre 16, 2004. Disponible en: http://www.stps.gob.mx/312/publica/tematica.html

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (1992). *XI Censo general de población y vivienda*, *1990*, México: INEGI.

INEGI (1997). *Conteo de población y vivienda, 1990*, México: INEGI.

INEGI (1999). *Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México: 1988-1996*, México: INEGI.

INEGI (2000a). *Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México: 1993-1999.* Marco conceptual y metodológico. México: INEGI

INEGI (2000b). *Indicadores de desarrollo sustentable en México,* pp. 1-203. Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en:

http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/especiales/indesmex/2000/ifdm2000F.pdf

INEGI (2002). *XII Censo general de población y vivienda, 2000*, México: INEGI.

INEGI (2004). S*istema de cuentas económicas y ecológicas de México 1997-2002*. México: INEGI. pp. 1-172.

INEGI (2005). *Anuario estadístico de Zacatecas*. México: INEGI.

INEGI (2007a). *Mapa de agricultura y vegetación en Zacatecas.* Fecha de consulta: mayo 10, 2007. Disponible en: http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/zac/agr_veget.cfm?c=456&e=32&CFID=1495110&CFTOKEN=86998391 http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/zac/agri.cfm

INEGI (2007b). *Estadísticas históricas de población*. Fecha de consulta: marzo 22, 2007. Disponible en http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mpob91&c=3837&e=32

Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (2005). Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://www.ibge.gov.br

Jiménez, G. (2005). ¿Coatza? Evoca tragedia del Ixtoc. En *Diario Olmeca*. Fecha de consulta: mayo 21, 2007. Disponible en: http://www.diarioolmeca.com.mx/articulo.php?nid=4381&sid=14

Kessler, J. (2003). *Strategic environmental analysis* (SEAN). –Short version- AIDEnvironment (Advice and research for development and environment). Fecha de consulta: octubre 10, 2004. Disponible en: http://www.aidenvironment.org

Klein, N. (2002, septiembre). La cumbre que no se pudo salvar a sí misma, Suplemento Masiosare, En *La Jornada*, México.

La Jornada. (2005). Aumentaron 24% en 2004 las remesas de mexicanos en el extranjero: Ídem. Fecha de consulta: febrero 14, 2005. Disponible en: http://www.jornada.unam.mx/2005/feb05/050201/023n1eco.php.

Langue, F. (1999). *Los señores de Zacatecas. Una aristocracia minera del siglo XVIII novohispano.* México: Fondo de Cultura Económica.

Leibhardt, B. (1998). Interpretation and causal analysis: theories in environmental history. En *Environmental Review,* 12 (1), 23-36.

Leopold, A. (1970 [1949]). A *sand county almanac. Whith essays on conservation from round river*. New York: Ballatine Books.

Leopold, A. (1998 [1966]). La ética de la tierra. En T. Kwiatkowska y J. Issa (Compiladores), *Los caminos de la ética ambiental. Una antología de textos contemporáneos.* (pp. 61-77). México: Plaza y Valdes.

Magnini, E. & Martínez J. (1999, febrero 20). Higienismo, urbanismo y política. En *Futuro*. Fecha de consulta: mayo 31, 2007. Disponible en: http://www.catedras.fsoc.uba.ar/moledo/articulos/baires.htm

Malin, J. (1961 [1947]). *The grassland of North America prolegomena to its history with addenda*. Lawrence: Malin.

Manzanares, E., Vega, H., Letechipía, C., Guzmán, L., Hernández, V., & Salas, M. (2002). *Determinación de mercurio y plomo en la población de la Zacatecana.* Cuerpo Académico de Radiobiología. Unidad Académica de Estudios Nucleares. Universidad Autónoma de Zacatecas, pp. 1-45.

Manzanares, E., Vega, H., Díaz, B., Martínez, A., Letechipía, C., Guzmán, L., Hernández, V., & Salas, M. (2003). *Determinación de plomo en sangre de niños, embarazadas y en etapa de lactancia y su relación con el plomo del suelo en Vetagrande, Zacatecas*. UAZ, Unidad Académica de Estudios Nucleares. Fecha de consulta: junio 1, 2005. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/Zacatecas/Resultados_zacatecana.pdf

Marichal, C. (1999). *La bancarrota del virreinato. Nueva España y las finanzas del imperio español, 1780-1810*. México: Fondo de Cultura Económica.

Marsh, P. (1874). *The earth as modified by human action*. Fecha de consulta: julio 10, 2006. Disponible en http://www.gutenberg.org/etext/6019.

Martínez, A. (2000). La información del sistema de cuentas económicas y ecológicas en México: algunos usos y desafíos en la elaboración de estadísticas ambientales. Instituto Nacional de Ecología, En *Papeles de población,* 24, 95-112.

Martínez, A. (2002). Indicadores de sustentabilidad ambiental de la economía mexicana. En *Comercio exterior*, 52 (3), 246-253.

Martínez, U. (1999). *Las haciendas en Zacatecas, un tesoro arquitectónico de tres siglos.* México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Fecha de consulta: febrero 8, 2007. Disponible en: http://www.cnca.gob.mx/cnca/nuevo/diarias/260399/haciezac.html

McDonald, B. (2001). Considering the nature of wilderness reflections on Roderick Nash's wilderness and the american mind. En *Organization & Environment*, 14 (2), 188-201.

McEvoy, A. (1981). Economy, law, and ecology in the California fisheries to 1925. En *The Journal of Economic History*, 41 (3), 195-197.

McNeill, J. (2000). *Something new under the sun. An environmental history of the twentieth-century world.* New York: W. W. Norton & Company, Inc.

Meadows, D., Randers, J. & Meadows, D. (2004). *Limits to growth. The 30-year update*. Vermont: Chelsea Green.

Merchant, C. (1990). Gender and environmental history. En *The Journal of American History,* 76 (4), 1117-1121.

Ministerio de Medio Ambiente, Colombia, (2005). *Sistema de indicadores de sostenibilidad ambiental*. Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/sisa.

Ministerio de Medio Ambiente, España (2005). Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://www.mma.es/info_amb/indicadores/bancoindicadores.htm

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, Costa Rica (2005). S*istema de indicadores sobre desarrollo sostenible*, Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://www.mideplan.go.cr/sides/index.html?63,58

Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación / Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Argentina (2004). Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://www.medioambiente.gov.ar/documentos/agenda_ambiental/acciones/indicadores_desarrollo_sostenible/documento_proyecto.pdf

Moctezuma, M. (s/f.). *Reestructuración productiva y expulsión de fuerza de trabajo: 1893-1910*. Documento inédito, pp. 1-33.

Moctezuma, M. (1989). *Estructura económica de Zacatecas de la expulsión a la producción de fuerza de trabajo (1893-1950).* Tesis de Maestría en Ciencia Política. Universidad Autónoma de Zacatecas, Facultad de Derecho.

Moctezuma, M. (1999). *Redes Sociales, comunidades filiales, familias y clubes de migrantes. El circuito migrante Sain Alto, Zac.–Oakland, Ca*. Tesis de Doctorado en Ciencias Sociales. El Colegio de la Frontera Norte.

Moctezuma, M. & Pérez, O. (2007). La juventud de Zacatecas en un contexto de alta migración y bajas oportunidades En *Encuesta Nacional de Juventud 2005*. (pp. 29-91). México: Instituto Mexicano de la Juventud.

Moore, J. (2000). Environmental crises and the metabolic rift in world-historical perspective. En *Organizatión & Environment*, 13 (123), 123-157.

Mumford, L. (1979 [1934]). *Técnica y civilización.* Madrid: Alianza.

Naciones Unidas (1998). *Protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. New York: United Nations. Fecha de consulta: junio 10, 2007. Disponible en: http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Naciones Unidas (2000). *We the peoples. The role of the United Nations in the 21st century.* New York: United Nations. Fecha de consulta: septiembre 11, 2006. Disponible en: http://www.un.org/millennium/sg/report/key.htm

Naciones Unidas (2003). *Programa 21; capítulo 40*. U. N. Departament of Economic and Social Affaire. Division for Sustainable Development. New York: United Nations. Fecha de consulta: septiembre 11, 2005. Disponible en: http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21spchapter40.htm

Naredo, J. M. (1996). Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. En *La construcción de la ciudad sostenible*. Madrid: Ministerio de Obras Publicas, Transportes y Medio Ambiente.

Nash, R. (1982 [1967]). *Wilderness and the american mind*. New Haven and London: Yale University Press.

Navarro, V. (2005). Comunicación personal 15 de junio de 2005. Fue empleado de la mina en Vetagrande y actualmente es docente de la Escuela de Minas, UAZ.

Nebel, B. & Wright, R. (2000). *Environmental science: the way the world works.* Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall,

Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (2005). Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://international.vrom.nl/pagina.html?id=7358

Nierynck, E. (s/f). S*trategic environmental assessment*. Project no. VNM/B7 - 6200/IB/96/05 European Commission DG1B "Environment in developing countries" programme. Fecha de consulta: octubre 10, 2004. Disponible en: http://minf.vub.ac.be/~gronsse/Vietnam/EU/EIAws1_12.html

Nieto, L. (2002). ¿Cómo sabemos si tenemos avances hacia el desarrollo sostenible? En *Pulso, Diario de San Luís,* pp. 1-15. Fecha de consulta: junio 3, 2004. Disponible en http://ambiental.uaslp.mx/docs/LMNC-AP000799.pdf

Núñez, J. (2002). Metales pesados en la Zacatecana. En *Plan de acción de la presa la Zacatecana para la contención de metales pesados, municipio de Guadalupe, Zacatecas*, pp. 33-38. Peñoles (2005). Fecha de consulta: junio 5, 2005. Disponible en: http://www.penoles.com.mx/penoles/index.php

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2005). Fecha de consulta: enero 19, 2005. Disponible en: http://www.oecd.org/document/58/0,2340,en_2649_201185_1889402_1_1_1_1,00.html

Official Government Reports, Suecia (1998 y 1999). *Green headline indicators–monitoring progress towards ecological sustainability*. Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://www.sou.gov.se/mvb/english/pdf/green_hdl_indictrs.pdf.

OIT (Organización Internacional del Trabajo) (2007). Fecha de consulta: marzo 14, 2007. Disponible en: http://www.ilo.org/public/spanish/bureau/inf/download/factsheets/pdf/wdshw05.pdf

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2005). *Chernóbil: la verdadera escala del accidente. Veinte años después, un informe de las Naciones Unidas da respuestas definitivas y formula sugerencias para reparar las vidas dañadas*. Comunicado conjunto OMS/OIEA/PNUD. Fecha de consulta: mayo 29, 2007. Disponible en: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2005/pr38/es/index.html

Oosthoek, J. (2005). *What is environmental history?* Environmental history resources. Fecha de consulta: marzo 26, 2006. Disponible en: http://www.eh-resources.org/environmental_history.html

Ortega, N. (2005, junio 21). Autorizan desazolve de la Zacatecana. En *Periódico Imagen*. Fecha de consulta: junio 21, 2005. Disponible en: http://www.imagenzac.com.mx/2005/06/21capital3.htm

Oteiza, E. (2004). El modelo mundial latinoamericano: scriptum-post scriptum en A. Herrera, H. Scolnick, G. Chichilnisky, G. Gallopin, J. Hardoy, D. Mosovich, E. Oteiza, G. de Romero, C. Suárez y L. Talavera, *¿Catástrofe o nueva sociedad? MML 30 años después*. (pp. 7-12). Buenos Aires: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

Patterson, M. (2002). *Headline indicators for tracking progress to sustainability in New Zealand.* Fecha de consulta: agosto 7, 2005. Disponible en: http://www.mfe.govt.nz/publications/ser/tech-report-71-sustainability-mar02.pdf

Pearce, D. &Atkinson, G. (1993). Capital theory and the measurement of weak sustainable development: an indicator of "weak" sustainability. En *Ecological Economics*, 8, 103-108.

Pearce, D. & Turner, R. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. New York: Harvester Wheatsheaf.

Pepper, D. (1994). *The roots of modern environmentalism*. London: Routledge.

Pérez, A. (2004). Plomo y muerte en Vetagrande. En *Revista Contralinea.* Fecha de consulta: mayo 30, 2005. Disponible en: http://www.contralinea.com.mx/archivo/2004/diciembre/html/8col/, pp. 1-8

Pérez, J. (2000). Naturaleza y sociedad en perspectiva histórica: la historia ambiental americana. En *Historia Agraria*, 22, 207-227.

Pérez, J. (2003). Entre la explotación y la conservación de los recursos naturales: el movimiento conservacionista americano en la segunda mitad del siglo XIX. En *Historia Actual Online,* 1 (primavera 2003), 57-65. Fecha de consulta: noviembre 13, 2006. Disponible en http://www.historia-actual.com/HAO/Volumes/Volume1/Issue1/eng/v1i1c5.pdf

Pierri, N. (2001). El proceso histórico y teórico que conduce a la propuesta del desarrollo sustentable. En N. Pierri y G. Foladori (Eds.), *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (pp. 27-80). Montevideo: Baltgráfica.

Piqueras M. (2003). *La fuerza y la penetración de las ideas: Rachel Carson y Lynn Margulis*. Fecha de consulta: diciembre 13, 2006. Disponible en: http://www.prbb.org/Quark/26/026062.htm

Powell, P. (1996 [1975]). *La guerra chichimeca (1550-1600).* México: Fondo de Cultura Económica.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (1999). *Informe sobre desarrollo humano 1999*. Fecha de consulta: mayo 29, 2007. Disponible en: http://hdr.undp.org/reports/global/1999/sp/hdr_sp_1999.pdf

PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2002). Capítulo 1 Integración del medio ambiente y el desarrollo: 1972-2002. En PNUMA *Perspectivas del medio ambiente mundial 2002 GEO-3* (pp. 1-28). Fecha de consulta: septiembre 11, 2006. Disponible en: http://www.unep.org/GEO/geo3/spanish/index.htm

PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) (2002). Análisis de la problemática presente en la presa la Zacatecana. En *Plan de acción de la presa la Zacatecana para la contención de metales pesados*, municipio de Guadalupe, Zacatecas, pp. 30-32.

Puig, F. (2002). *El bosque tropical caducifolio de Monte Escobedo: nuevo argumento para la propuesta de Área Natural Protegida*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona, ITESM Campus Zacatecas y Universidad Autónoma de Zacatecas.

Quadri, G. (1997). Reforma agraria y conservacionismo en México. En G. López (Coord.), *Sociedad y medio ambiente en México* (pp. 207-234). México: El Colegio de Michoacán.

Quiroga, R. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas.* División de medio ambiente y asentamientos humanos. Santiago Chile: Naciones Unidas-CEPAL-ECLAC, pp. 101-116.

Radhakrisna, R. (1992). Bhopal: historia de impunidad. A 5 Años de la catástrofe, todavía muere una víctima por día. En *Nueva Sociedad*, 122, 197-198.

Ramachandra, G. (1991). Lewis Mumford, el olvidado ecologista norteamericano: um intento de recuperacion. En *Capitalism, Nature, Socialism*, 8. Fecha de consulta: noviembre 16, 2006. Disponible en: http://hps.infolink.com.br/peco/mum_b01.htm

Ramonet, I. (2004). Recordando Bhopal. En *Rebelión.* Fecha de consulta: mayo 23, 2007. Disponible en: http://www.rebelion.org/noticia.php?id=8876

Ramos, J. (2002) Un precedente lejano del debate sobre la sostenibilidad: el movimiento conservacionista americano (1890-1920). En *Revista ICE Desarrollo Sostenible,* 800, 31-46. Fecha de consulta: noviembre 13, 2006. Disponible en: http://www.revistasice.com/Estudios/Documen/ice/800/ICE8000103.PDF

Ramos-Arroyo, Y. R., Prol-Ledesma, R. M., & Siebe-Grabach, C. (2004). Características geológicas y mineralógicas e historia de extracción del distrito de Guanajuato, México. Posibles escenarios geoquímicos para los residuos mineros. En *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 21 (2), 268-284.

Repetto, R., Mcgrath, W., Wells, M., Beer, C. & Rossini, F. (1989). *Wasting assets, natural resources in the national income accounts.* Washington, DC: World Resources Institute.

Reyes, E., García R., Pérez, O. & Foladori, G. (2007). Los impactos del TLCAN en la producción de frijol de Zacatecas. En *Región y Sociedad*, 19 (39), 77-103.

Riechmann, J. (1999). Ecologismo, proteccionismo, ambientalismo: una aproximación histórica. En J. Riechmann & R. Fernández, *Redes que dan libertad. Introducción a los nuevos movimientos sociales* (pp. 103-116). Barcelona: Paidós.

Riechmann, J & Fernández, R. (1999). *Redes que dan libertad. Introducción a los nuevos movimientos sociales*. Barcelona: Paidós.

Rincón, E. (1999). Estado del arte de la investigación sobre energía solar en México. En *Cuadernos Fica*. Fecha de consulta: octubre 14, 2004. Disponible en: http://www.fundacion-ica.org.mx/CUADERNILLOS/estado_arte_invest.pdf

Rivera, P. & Foladori, G. (2006). Reflexiones sobre la contabilidad ambiental en México. En *Economía, Sociedad y Territorio*, 6 (21), 177-217.

Roberts, B. & Cohen, M. (2002). Enlacing sustainable development by triple value adding to the core business of goverment. En *Economic Development Quartery*, 16 (2), 127-137.

Robert, L. M. (1998). *Poblaciones mexicanas. Planos y panoramas, siglos XVI al XIX*. México, Smurfit, p. 338.

Rodríguez, E. & Menéndez A. (2005). Salud, trabajo y medicina en la españa del siglo XIX. La higiene industrial en el contexto antiintervencionista. En A*rch Prev Riesgos Labor,*

8 (2), 58-63. Fecha de consulta: mayo 31, 2007. Disponible en: http://www.ugr.es/~amenende/publicaciones/APRL_02.pdf

Sachs, I. (1981). Ecodesarrollo: concepto, aplicación, beneficios y riesgos. En *Agricultura y Sociedad,* 18, 9-32.

Sadler, B. (1996). SEA-experience, status and directions for improved effectiveness, (139-182) En *Environmental assessment in a changing world: evaluating practice to improve performance, final report of the international study of the effectiveness of environmental assessment,* Ministry of Supply and Services Canada.

SAGARPA, Zac. (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca).

Salinas, E. M. (1998). El desarrollo sustentable desde la ecología del paisaje. En E. Salinas & J. Middleton (Eds.), *La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina*. Fecha de consulta: junio 9, 2007. Disponible en: http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html

Schedler, A. (2004). ¿Qué es la rendición de cuentas? En *Cuadernos de transparencia,* 3, México: Instituto Federal de Acceso a la Información Pública (IFAI).

Scolnik, H. (2004). Una perspectiva histórica personal del Modelo Bariloche. En A. Herrera, H. Scolnick, G. Chichilnisky, G. Gallopin, J. Hardoy, D. Mosovich, E. Oteiza, G. de Romero, C. Suárez y L. Talavera, *¿Catástrofe o nueva sociedad? MML 30 años después* (pp. 27-37). Buenos Aires: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). *Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del convenio sobre la diversidad biológica*. Fecha de consulta: junio 10, 2007. Disponible en: http://www.cbd.int/doc/legal/cartagena-protocol-es.pdf

SE DGM (Secretaría de Economía - Dirección General de Minas) (2002).

Seht, H. (1999). Requirements of a comprehensive strategic environmental assessment system. En *Landscape and Urban Planning,* 45, 1-14.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2000a). *Indicadores de desarrollo sostenible.* México.

SEMARNAT. (2000b). *Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental. Reporte 2000.* México.

SEMARNAT. (2002a). *Compendio de estadísticas ambientales*. Fecha de consulta: octubre 16, 2004. Disponible en: www.semarnat.gob.mx/estadisticas_2000/compendio_2000/03dim_ambiental/03_06_Residuos/index.shtml#residuos

SEMARNAT (2002b). Presencia de metales pesados en la presa la Zacatecana. En *Plan de acción de la presa la Zacatecana para la contención de metales pesados, municipio de Guadalupe, Zacatecas*, pp. 10-23.

SEMARNAT (2005). Fecha de consulta: junio 1, 2005. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/zacatecas/medamb/residuos.shtml

SEMARNAT, INE & Gobierno del Estado, (2002). *Contención de residuos de bifenilos policlorados en la comunidad de San Felipe Nuevo Mercurio, Mazapil, Zacatecas. Una experiencia en el estado*. Fecha de consulta: mayo 30, 2005. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/dgicurg/download/Proyectos-2002/bifefinalZAC.pdf.

Serna, A. & Echavarría, F. (2002). Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. I. Pérdidas de suelo. En *Tec Pecu Méx,* 40 (1), 37-53.

Sistema de Información Empresarial Mexicano (2007). Mapa de Zacatecas. Fecha de consulta: septiembre 11, 2006. Disponible en: http//www.secofi-siem.gob.mx/portalsiem/Mapa/xmunasp?edo=32

Simmons, I. (2003). *Environmental history: a concise introduction*. Cambridge, MA: Blackwell.

Simonian, L. (1999 [1995]). *La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de la conservación en México*. Fecha de consulta: enero 21, 2007. Disponible en http://www.ine.gob.mx/publicaciones/descarga.html?cv_pub=118&tipo_file=pdf&filename=118

Sorhuet, H. (2002, octubre, 2). Puntos positivos de la cumbre de Johannesburgo. En *El País*. Montevideo.

Soto, L. & Gracia, A. (1986). Evaluación de los efectos de hidrocarburos fósiles sobre las poblaciones de camarones peneidos en el banco de Campeche. En *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Fecha de consulta mayo 21, 2007. Disponible en http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1987-2/articulo270.html

Spagnolo, A. & Foladori, G. (1979). *Desarrollo del capitalismo en Zacatecas. Primera fase: la producción mercantil 1940-1970*. Zacatecas: Offset Azteca.

Steward, M. (1998). Environment history: profile of a developing field. En *The History Teacher*, 31 (3), 351-368.

Stine, J. & Tarr, J. (1999). At the intersection of histories: technology and the environment. En *Technology and Culture*, 39 (4), 601-640.

Taks, J. & Foladori, G. (2002). La antropología frente al desafío ambiental. En *Local history: social and ecological inheritance*. Disponible en: http://rehue.csociales.uch

Thoreau, H. (1976). *Walden. La desobediencia civil*, Barcelona: Cotal.

Tommasino, H. & Foladori, G. (2001). (In) certezas sobre la crisis ambiental.

En *Revista Theomai*, 4. Red Internacional de Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo.

Torres, E. & Ávila, J. G. (2003). *Diagnóstico y pronóstico energético del consumo de leña y carbón en la región centro occidente 1960-2030*. Guanajuato: Universidad de Guanajuato. Instituto de Investigaciones Científicas. Anexo Fiderco (AGE).

Torres, E. & Navarrete, J. J. (2003). *Evaluación preliminar de la radiación solar incidente en la región centro occidente con la información disponible*. Guanajuato: Universidad de Guanajuato. Instituto de Investigaciones Científicas. Anexo Fiderco (AGE).

Turner, J. (1906). *Rise of the new west, 1819-1829*. Fecha de consulta: noviembre 29, 2006. Disponible en: http://www.gutenberg.org/etext/3826.

Turner, P. & Tschirhart, J. (1999). Green Accounting and the welfare gap. En *Ecological Economics*, 30, 161-175.

Ugalde, L. C. (2002). *Rendición de cuentas y democracia. El caso de México*, México: Instituto Federal Electoral.

UNEP (s/f), *Topic 14. Strategic environmental assessmen*. Fecha de consulta: octubre 10, 2004. Disponible en: en http://www.unep.ch/etu/publications/EIA_2ed/EIA_E_top14_body.PDF

Vega, E. (1996). *Un sistema de cuentas ambientales: ¿para qué?* Fecha de consulta: septiembre 11, 2007. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/gaceta39/pma45.html

Venetoulis, J & Cobb, C. (2004). *The Genuine Progress Indicator (GPI) 1950-2002* (2004 update) Redefining progress measuring the real state of the economy. Fecha de consulta: abril 15, 2004. On-line publications at a glance, 1-16. Disponible en: info@redefiningprogress.org. http://rprogress.org/publications/glance.html

Victor, P. (1991). Indicators of sustainable development: some lessons from capital theory. En *Ecological Economics*, 4, 191-213.

Vitousek, P., Ehrlich, P., Ehrlich, A. & Matson, P. (1986). Human appropiation of the products of photosynthesis. En *Bioscience*, 3, 368-373.

Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Callejas, A., López, I.S., Méndez, J., Suárez, A.I. & Suárez, M. G. (1999). National natural capital accounting with the ecological footprint concept. En *Ecological Economics,* 29, 375-390.

Webb, W. (1981 [1931]). *The great plains*. Lincoln y London: A Bison Book.

WECD (World Commision on Environment and Development) (1987). *Our common future.* Nueva York: Oxford University Press.

Weiner, D. (2006). A death attempt to articulate a coherent definition of environmental history. En *Environmental History*, 10 (3), 1-15.

White, L. (1967). The historical roots of our ecologic crisis. En *Science,* 155 (3767), 1203-1207.

Wikimedia Fundation (2007). *Trascendentalismo*. Fecha de consulta: enero 19, 2007. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Trascendentalismo

Williams, M. (1994). The relations of environmental history and historical geography. En *Journal of Historical Geography*, 20 (1), 3-21.

WISE (World Information Service on Energy) (1979). Low level radiation. special theme. En *WISE Bulletin*, 5, 3-4. Fecha de consulta: mayo 21, 2007. Disponible en: http://www10.antenna.nl/wise/

WISE (2004). Impacto internacional de three mile island. En *Monitor Nuclear de WISE/NIRS*. Fecha de consulta: mayo 21, 2007. Disponible en: http://www10.antenna.nl/wise/index.html?http://www10.antenna.nl/wise/esp/605-6/5591.php

World Resources Institute (2002). *Sustainability introduction*. Fecha de consulta: junio 4, 2007. Disponible en: http://pathways.wri.org/index.asp?Topic=1

Woster, D. (1995 [1977]). *Nature´s economy. A history of ecological ideas*. Cambridge: Press Sindicate of the University of Cambridge

APÉNDICES

Apéndice 1.1 Proyecto de investigación: la problemática ambiental en Zacatecas

1. Antecedentes y formulación del problema

La problemática ambiental contemporánea gira en torno de la discusión del concepto unificador Desarrollo Sustentable (DS), entendido como "aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades" (WECD, 1987, 43). Este concepto refleja la necesidad de incorporar la preocupación ambiental al desarrollo económico y social e incluye en el debate ambiental tres elementos: 1) el desarrollo económico como único camino para efectuar los objetivos ambientales; 2) supera la visión local y nacional, mediante el reconocimiento de una economía global desigual; y por último, 3) presenta la concepción del "ambientalismo moderado" (capitalismo capaz de solucionar los problemas ambientales mediante políticas adecuadas) (Pierri, 2001).

La implementación del concepto DS ha conducido a la elaboración de mediciones que pretenden evaluar el estado de avance hacia el desarrollo sustentable, contemplando las tres dimensiones (económica, ecológica y social). Estas mediciones requieren crear indicadores y, en algunos casos, hacer modificaciones a los Sistemas de Cuentas Nacionales.[141] A grosso modo, las podemos agrupar en mediciones económicas, sociopolíticas y físico-ecológicas. La primera agrega la valoración monetaria de la naturaleza con y sin precio; la segunda agrega indicadores sociopolíticos; y la tercera mide en términos físicos sin agregar (Hanley *et al*., 1999). Sin embargo, no existe una sola medida que capture todos los ejes de la sustentabilidad,

[141] En las modificaciones a los sistemas de cuentas nacionales el PIB es criticado desde una perspectiva ambiental por tres aspectos trascendentales: a) no mide el valor de los recursos que no logran entrar al mercado, como la biodiversidad; b) la depredación aparece como un ingreso, como en el caso de la deforestación de selva tropical, la captura de peces y otras especies marinas, o la explotación minera; y, c) la contaminación no se contempla, como en el caso de la atmosférica, la contaminación de cursos de agua, la erosión del suelo, etc. En otras palabras, el PIB no tiene relación explícita con la conservación de los recursos sino que, por el contrario, puede aumentar inclusive consumiendo el patrimonio natural (Gliglo, 1991; Amir, 1995; Venetoulis y Cobb, 2004). Esto es de especial importancia en países o regiones como Zacatecas, que basan sus economías en la explotación de recursos naturales.

por tanto, podemos señalar que todas las medidas adoptan su propio significado del concepto y reciben críticas por sus limitaciones.

A partir de la problemática ambiental se pueden elaborar largas listas de indicadores. Sin embargo, el elemento o característica común de estos indicadores es el impacto humano degradando las funciones que cumple la naturaleza. Para facilitar el análisis y agrupamiento de los indicadores es útil referirse a las actividades humanas de degradación y contaminación. La degradación ambiental incluye, a la vez, la *depredación de los recursos* ó sobreexplotación, que ocurre cuando se trata de recursos no renovables (por ejemplo, los minerales), o cuando la explotación de los renovables es mayor a la capacidad del ecosistema de reponerlos (por ejemplo seres vivos que se extinguen a ritmos mayores a su propia reproducción); y la *contaminación,* como el caso de residuos que no se reciclan naturalmente ya sea porque no son biodegradables, o porque su concentración en el tiempo o espacio no puede ser absorbida por el ecosistema. Por otra parte, las actividades humanas pueden repercutir degradando su propia naturaleza interna, lo que cristaliza en la pobreza, la desigualdad y marginación.

En suma, es necesario incorporar variables que señalen los cambios que sufren los recursos naturales como resultado de las actividades productivas y la vida cotidiana, de tal manera que se pueda medir el desarrollo real que tienen las economías y solucionar, en parte, el sesgo que implica utilizar los indicadores de desarrollo económico como reflejo de prosperidad.

2. Objetivo

Elaborar una propuesta metodológica que determine el marco conceptual y las variables que permitan medir los avances en materia de DS en el Estado de Zacatecas, México, y discutir la posibilidad de una medición de desarrollo sustentable.

Objetivos particulares

1. Elaborar un marco teórico basado en la literatura sobre DS y en el análisis de la realidad zacatecana, que permita identificar dimensiones y variables claves para construir una metodología de medición del proceso de DS en Zacatecas.
2. Elaborar un diagnóstico ambiental, basado en el marco teórico anterior, que dé cuenta del estado general del medio ambiente.
3. Valorar en base al marco teórico y al diagnóstico, la medida en la cual las diferentes variables pueden ser convertidas en indicadores cuantitativos o solamente cualitativos, y que ilustren sobre la posibilidad de elaborar una metodología más precisa sobre DS en Zacatecas.

3. Hipótesis

El análisis de la situación ambiental en Zacatecas, tanto en su momento actual, como a lo largo de su historia, requiere entender la manera en que las contradicciones sociales se expresan en comportamientos degradantes y depredadores de la naturaleza externa. O, dicho de otra forma, las contradicciones al interior de la sociedad humana explican las contradicciones a su exterior, con el resto de la naturaleza.

4. Metodología

Se propone una metodología acorde a los datos y al contexto de Zacatecas, a partir de una revisión de las metodologías existentes. Se considerarán las recomendaciones de los organismos internacionales, las propuestas de otros países, las experiencias en América Latina y las mediciones ambientales en México.

Tomaremos el concepto de funciones ambientales como punto de partida para el análisis de las dimensiones críticas para Zacatecas. Este concepto ha sido utilizado mediante la elaboración de una matriz de funciones ambientales, donde se identifican las actividades humanas que afectan de manera significativa o resultan potencialmente importantes para cada una de las principales funciones ambientales (Barbier *et al.,* 1994).

El marco de referencia de información lo constituye el *Anuario Estadístico del Estado de Zacatecas* e información complementaria de diferentes instituciones: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Zacatecas, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado. Además, se revisará toda la información secundaria disponible para Zacatecas.

Con la información obtenida se propondrá una metodología que permita medir los avances en materia de DS en el estado de Zacatecas

5. Contribución

A pesar de los esfuerzos a nivel internacional y nacional en las mediciones de DS, domina una jerarquización de bienes y recursos del patrimonio natural que no integra mediciones estatales. Por tanto, es importante impulsar una propuesta de medición de DS en el Estado de Zacatecas, que incluya las características específicas del Estado y sus requerimientos en materia ambiental, así como su relación con aquellas variables económicas y sociales significativas a los fines del DS.

Este estudio permitirá conocer la evolución del patrimonio natural del estado de Zacatecas. Compilando antecedentes estadísticos, elementos físicos y socioeconómicos, mediante los cuales se obtendrán importantes conclusiones cualitativas, que pueden contribuir en la elaboración de políticas en general y ambientales en particular, o marcar una pauta en los planes y programas de desarrollo del Estado.

Apéndice 2. 1 Marcos Ordenadores

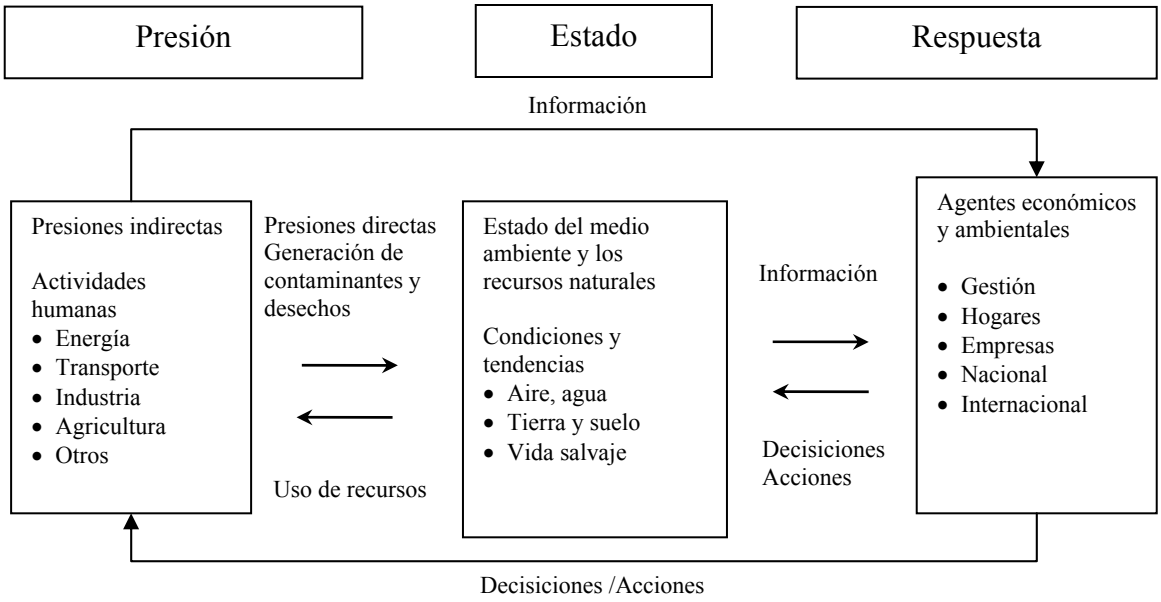
Para la formulación de indicadores es necesario contar con marcos ordenadores, éstos tienen el objetivo de capitalizar la potencia de los indicadores en las políticas públicas. Existen diferentes marcos ordenadores, según la clasificación de Quiroga (2001), podemos encontrar: el Presión-Estado-Respuesta (PER); el Fuerza-Estado-Respuesta (FER); el Presión-Estado-Impacto/Efecto-Respuesta (P-E-I/E-R); los marcos jerárquicos: Principios, Criterios e Indicadores (PCI), etc; estos son marcos ordenadores lineales. También, encontramos marcos ordenadores cíclicos, tal es el caso de los ciclos ordenadores de las Familias. Los marcos ordenadores cíclicos se diferencian de los lineales porque los cíclicos proporcionan de manera más ilustrativa los vínculos entre ecosistemas y las actividades humanas.

El marco ordenador PER es uno de los más aplicados por su utilidad en la toma de decisiones. Su generalización parte de haber sido desarrollado y recomendado originalmente por la OECD (1993), Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), y compartido por agencias internacionales, como UNSTAT o EUROESTAT. Este marco estructura los indicadores en tres categorías, como su nombre lo indica: los indicadores de Presión tratan de responder sobre las causas del problema, por ejemplo, emisiones o acumulación de desechos; los indicadores de Estado responden sobre la situación del ambiente, como ejemplo tenemos la calidad del aire urbano, la concentración de sustancias tóxicas o el número de especies en peligro; y, por último, los indicadores de Respuesta revelan lo que se hace para resolver o enfrentar el problema, tales como compromisos internacionales, tasas de reciclaje o eficiencia energética (Quiroga, 2001).

El marco Fuerza Motriz-Estado-Respuesta es sólo una modificación del PER, ya que en 1995, las NU reemplazan el término Presión por el de Fuerza Motriz, ya que consideran que la palabra Presión tiene connotaciones de negatividad; de tal manera que Fuerza Motriz representa actividades humanas, procesos y patrones que tienen un impacto positivo o negativo en el DS. Pueden incorporar desarrollo a nivel de empresas, industrias o sectores económicos, así como tendencias sociales, tales como tasa de crecimiento de la población, emisión de gases de efecto invernadero, etc. (Quiroga, 2001).

El marco PER fue concebido como un sistema solamente enfocado a las cuestiones ambientales, por lo tanto, tiene limitantes al relacionarse con ámbitos sociales y económicos. De ahí que surja el marco P-E-I/E-R como modificación —al PER—, que trata de incluir, además de los impactos en el medio ambiente, los impactos a la sociedad. Este marco incluye indicadores de Presión —causa del problema—; Estado —estado del medio ambiente—; Impacto/Efecto —impacto sobre el medio ambiente y efecto sobre la sociedad—; y, medidas y Respuestas sobre el medio ambiente. Además, este marco incluye prospectivas que intentan medir los progresos hacia la sustentabilidad (Quiroga, 2001).

Cuadro 2.4 Modelo Presión-Estado-Respuesta[142]



Fuente: OECD (1998 en INEGI, 2000b).

Los Marcos jerárquicos describen niveles de Principios, de Criterios y de Indicadores de manera piramidal, que facilitan la formación de parámetros en una forma consistente y coherente, describiéndose la función en cada nivel, así como las características comunes de los parámetros que aparecen en un nivel particular (Quiroga, 2001).

[142] Este esquema fue diseñado por Statistics Canada, en 1979, sin embargo, la OECD lo modificó y adaptó en 1993 para definir un grupo medular de indicadores ambientales y evaluar su desempeño (INEGI, 2002, p. 18)

Cuadro 2.6 Algunos marcos ordenadores, según Quiroga, 2001

Nombre, Descripción e Institución	Ventajas	Desventajas
PER Indicadores de Presión (causas del problema), de Estado (situación del ambiente), Respuesta (actividades para resolver el problema). OECD, 1993.	Comparatividad internacional; manifestación clara y simple de los problemas; se trabaja con el síntoma de los indicadores siendo comunicables y accesibles.	No aportan metas a la sustentabilidad; no incluye las funciones ecológicas; no incluye capacidad de carga de los ecosistemas; políticas de corto plazo; linealidad y causalidad.
FER Indicadores de Fuerza Motriz (cambios en el estado tanto positivos como negativos), de estado (indicación del estado del DS), de respuesta (opciones de política y otras respuestas sociales a los cambios en el estado del DS). Naciones Unidas, 1995 (Dep. Coordinación y Políticas de DS de las Naciones Unidas).	Igualar las dimensiones económicas, sociales e institucionales de la sostenibilidad con aquellas de carácter ambiental.	Linealidad y causalidad; marco de referencia poco generalizable y no confiable al no establecer la relación causas, síntomas y soluciones (no interdependencia); focalización a países industrializados.
P-E-I/E-R Indicadores de Presión (causas del problema), de Estado (estado del medio ambiente), de Impacto/Efecto (Impacto sobre el medio ambiente y la sociedad), Respuesta (medidas y respuestas sobre el medio ambiente); Prospectivos (progresos hacia la sostenibilidad). CIAT[143] Colombia, BM y PNUMA.	Base de datos espacial de indicadores económicos, sociales y ambientales continentales y de nivel nacional. Se trata de enfatizar la importancia de las potencialidades y limitaciones.	Parcializado por el enfoque a tierras y recursos naturales.

[143] CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical).

Cuadro 2.6 (*continúa*)

Nombre, Descripción e Institución	Ventajas	Desventajas
Marcos jerárquicos PCI Se basan en el supuesto de linealidad causal, donde los fenómenos, criterios, indicadores y normas se unen linealmente para formar verdaderas pirámides lógicas (Principios, Criterios e Indicadores). Fundación Tropenbos, 1994.	Confluyen distintos niveles de elaboración, especificidad y operacionalidad; facilita la formulación de parámetros de forma consistente y coherente.	
Familias Primera familia: extracción de energía y materiales; segunda: transformación del transflujo en bienes y servicios aunado a sus problemas y dinámicas distributivas; tercera: soporte vital que agrupa fenómenos de contaminación y manejo de residuos; y cuarta: dinámicas culturales e institucionales. Chile.	Procesos dinámicos y complejos con una retroalimentación continua.	
Ciclo ordenador Driving forces, pressures, state, impact, responses. Agencia Ambiental Europea 2000.	Visión crítica y señalamiento de tendencias.	No se ha pretendido diseñar indicadores para cada uno de los momentos del ciclo ordenador.
Marco ordenador cíclico Environmental conditions, ecological and socioeconomic efects, social response, human activity, stress. Canadá desde 1989 (indicadores ambientales).	Potencia en la comunicación (simple y fundamentada) y señalamiento de tendencias.	Enfoque exclusivamente ambiental.

Elaboración propia.

Los marcos ordenadores cíclicos tienen una mayor vinculación entre sus partes, como ejemplo de ellos encontramos al marco Ciclo ordenador y al marco Familias. Estos marcos sugieren una mayor retroalimentación y una visión de sistema general. Además, el marco Ciclo ordenador incluye —al igual que el modelo P-E-I/E-R— tendencias, las cuales son muy útiles para relacionar potencialidades y limitaciones del uso de la tierra y los recursos, así como la elaboración de políticas y acciones concretas.

Apéndice 4. 1 La minería y la degradación ambiental de Zacatecas

La actividad minera a lo largo de la historia ha generado degradación ambiental. Esta degradación se traduce en mayor medida en contaminación de suelos y cuerpos de agua, añadiendo, consecuentemente los efectos sobre la salud. El caso de Zacatecas no es la excepción. En el cuadro siguiente presentamos estos tres problemas manifestados en cinco casos concretos.

Cuadro 4.3 Casos de contaminación derivados de la actividad minera en Zacatecas

Problema	Descripción del problema
Contaminación de suelos	Contaminación de suelos en la Zacatecana. Contaminación de suelos en Vetagrande. Residuos peligrosos abandonados en San Felipe Nuevo Mercurio.
Contaminación de cuerpos de agua	Contaminación de cuerpos de agua, caso Minera Real de Ángeles.
Efectos sobre la salud	Plomo en infantes y mujeres en periodo de gestación en Vetagrande.

Elaboración propia.

Contaminación en la Zacatecana

La comunidad la Zacatecana se desarrolló junto a la laguna llamada el Pedernalillo.[144] El suelo del valle de la Zacatecana contiene jales mineros que han sido deslavados de los trabajos realizados en las minas y que datan del periodo de la colonización española. En el pasado, ocurrieron severas inundaciones en esa región, y el valle fue cubierto con jales mineros ricos en metales que fluyeron hacia la laguna; los jales se acumularon en grandes cantidades sobre los escurrimientos de los arroyos de Zacatecas y posteriormente, se dispersaron en la llanura que iba desde Guadalupe hasta Tacoaleche, Zóquite, Lampotal y El Bordo, en una extensión

[144] La laguna el Pedernalillo es también conocida como la Zacatecana, por tanto se utilizará ambos nombres para referirnos al mismo lugar.

longitudinal de aproximadamente 30 kilómetros. La gran mayoría de estos jales provenían de plantas mineras donde la recuperación de metales preciosos se llevó a cabo utilizando el mercurio para amalgamar los elementos (Manzanares *et al.,* 2002; Núñez, 2002; PROFEPA, 2002; SEMARNAT, 2002b).

Los jales mineros de la Zacatecana tienen gran interés de beneficio, ya que el proceso de recuperación de metales en los jales tiene una eficiencia tal que el contenido de oro y plata los hace económicamente atractivos, no obstante, estos jales también son ricos en mercurio. El cuadro 4.4 muestra algunos estudios que han efectuado estimaciones acerca de la viabilidad de beneficiar los jales de la Zacatecana, determinando tanto la cantidad de jales disponibles como las concentraciones de otros elementos, como plata, plomo, arsénico, mercurio y bario.

Cuadro 4.4 Estudios y análisis de jales mineros en el área de la Zacatecana

Año y Responsable	Área	Jales ton	Plata	Plomo	Arsénico	Mercurio	Bario
1916 Mr. E. H. Stihlknecht		5´950,000	650 gr/t				
1931 C. E. Wuench	96 ha	9´100,000	346 gr/t				
1981 Comisión de Fomento Minero	El Pedernalillo	4´210, 290	500 gr/t	2,580 gr/t	350 gr/t		
1994 Kilgorn Engineering Pacific Ltd.	96 ha	9´100,000	350 gr/t				
	Márgenes de la presa	10´900,000					
1994 Vega, R. y E. Manzanares					991 mg/kg	0.79 mg/kg	304 mg/kg
1995 Cía de Plata Panamericana	Suelos abajo del Pedernalillo			Δ	Δ	Δ	Δ

Δ Concentraciones por encima de la concentración máxima permisible por la EPA de E.U.
Elaboración propia, con datos de Núñez, 2002.

La Zacatecana se convirtió en una zona polémica por los diferentes resultados de los estudios efectuados. En 1986, la Zacatecana generó discusión cuando la Cía. de Jales de Zacatecas intentó explotar la plata contenida en los jales. El proyectó presentado mostró serias

irregularidades técnicas, pero además, la empresa se confrontó con la comunidad de la Zacatecana al no cumplir los acuerdos económicos propuestos (SEMARNAT, 2002b).

A inicios de los años noventa, investigadores universitarios de Zacatecas determinaron la existencia de grados relevantes de contaminación en suelos y peces. Para el año de 1995, estudios exploratorios de la Cía. Plata Panamericana, S. A. de C. V., confirmaron la presencia de metales pesados en sedimentos de la presa y sus alrededores (en superficie el plomo y el arsénico rebasaron los límites permisibles y mercurio sólo en algunas muestras efectuadas) (Hernández, 2005; SEMARNAT, 2002b).

La polémica sobre el área continuó y para el año de 1998, la situación en la laguna se politizó por la muerte de un gran número de peces. Según informes de la SEMARNAT (2002b), este suceso era simplemente producto de "la extracción del agua —oxigenación en los peces por la falta de agua en la presa—", y no tenía ninguna relación con contaminantes mineros. Esta situación demandó la atención de las autoridades ambientales a nivel nacional, y en consecuencia, la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte intervino, impulsando la elaboración de un diagnóstico de la presa que inició a mediados del año de 2000. Para el 2002, se elaboró un *Plan de acción de la presa la Zacatecana para la contención de metales pesados, municipio Guadalupe;* intervinieron el Gobierno del Estado, SEMARNAT, UAZ, SS, IMSS, ISSSTE, CNA, PROFEPA e INE.

Derivado de este plan se concluyó lo siguiente:

1. Realizar el ordenamiento ecológico de la región de influencia de la Zacatecana
2. Realizar un muestreo representativo de metales pesados en sangre, con énfasis en mercurio y plomo, en habitantes de la localidad de la Zacatecana
3. Realizar un muestreo de suelos y cultivos en el área agrícola adyacente a la laguna
4. Compactar los jales dispersos alrededor de la laguna, cubrirlos con material inerte, y después con suelo fértil sobre el cual se sembrarán especies vegetales propias de la región y con características de formadoras de suelo.

5. Cerrar el dique de la presa con la finalidad de permitir el llenado de la laguna durante la época de lluvias para que el espejo de agua funcione como "cubierta de agua" para los sedimentos impactados con metales pesados.

A pesar del avance que representó esta consolidación de esfuerzos de diferentes instituciones, en el *Plan de acción de la presa la Zacatecana*, algunos estudios exponen problemas ambientales no resueltos. Tal es el caso de lo expuesto por la CNA y la PROFEPA en su propio plan:

La CNA (2002) comparó las características fisicoquímicas del agua de la Zacatecana —tres muestras: parte poniente, centro y parte oriente— con los Criterios Ecológicos de Calidad de Agua para usos pecuario, agrícola y protección de la vida acuática de agua dulce. Encontró cuatro parámetros que sobrepasaban la norma: fosfato total (desperdicios orgánicos y fertilizantes que llegan a la laguna por medio de los drenes de riego); sulfatos (comúnmente se presenta en aguas de drenaje de minas); sólidos disueltos; y sólidos suspendidos. Por otra parte, también efectuó una caracterización del agua de acuerdo a la clasificación de Wilcox, y determinó que el agua de la Zacatecana era altamente salina con poco sodio. Con estos resultados obtenidos, es contradictorio que no se sancione y que se permita aún el uso que se le da al agua, considerando que la región es una zona agrícola donde los principales cultivos son maíz y fríjol.

La PROFEPA (2002) identificó otro problema relacionado con los minerales en la Zacatecana. Efectuó un análisis CRETIB (Corrosivo – Reactivo – Explosivo – Toxico – Inflamable - Biológico Infeccioso) de los residuos de la zona utilizados como materia prima para la elaboración de tabique. Detectó que el plomo se encontraba fuera del límite máximo permisible establecido en la Norma Oficial Mexicana (NOM-052-ECOL-1993). Sin embargo, a pesar de la evidencia que representan estos hallazgos no se ha implementado de manera formal medidas que controlen el uso de recursos contaminados en el área.

Con el paso de los años se han minimizado los problemas y se han beneficiado los intereses económicos. El plan de acción quedó relegado el 12 de abril del 2005, al entregar la

SEMARNAT el resolutivo a Minera Orca para el proyecto "Planta de Beneficio de Minerales La Zacatecana" (Ortega, 2005).

El plomo en Vetagrande

Vetagrande ha sido un área minera trabajada por siglos. Las primeras casas de la comunidad se construyeron sobre los propios jales mineros que las compañías dejaban a su paso —alrededor de la mina Albarrada de San Benito de Vetagrande—. Estos jales eran un enorme tiradero de residuos de metales pesados, como mercurio, plomo, zinc y arsénico (Pérez, 2004). Para Navarro (2005), los problemas de Vetagrande provienen tanto de una contaminación natural por ser suelos mineros, como por la poca cultura que prevaleció en la pequeña industria minera. [145]

En un estudio realizado por Manzanares *et al.* (2003), en la comunidad de Vetagrande, se obtuvieron muestras sanguíneas de niños y mujeres en periodo de lactancia ó embarazadas. Además, se analizaron veintiún sitios para medir el plomo en el suelo. Los autores encontraron que de las muestras de sangre en niños, un 77 % de ellos rebasó el límite permisible (10 µg/dL); y de las mujeres en periodo de lactancia o embarazadas, un 17 % rebasó el límite. Por último, de las muestras de suelo, un 71 % supera los 300 µg/dL, que de acuerdo a la EPA es un suelo no apto para uso residencial.

La intoxicación de metales, como el plomo en el cuerpo humano, se da por ingestión, y aunque los efectos son a largo plazo, en el caso de los infantes se acelera si la transmisión es de madre a hijo. Las madres que tienen contaminación de sangre por plomo, inevitablemente lo trasmiten al feto desde los primeros meses de embarazo a través del cordón umbilical y durante la lactancia. Los efectos del metal van desde el lento aprendizaje hasta el retraso mental, problemas de crecimiento y luego padecimientos crónicos (Manzanares *et al*., 2003).

[145] Navarro (2005) fue empleado de esta mina en los años sesenta. Señala que las secuelas y problemas derivados de la minería son resultado de que los pequeños mineros se mostraban reacios a implementar los cambios relacionados con el cuidado en la explotación minera. Aunado a este elemento es necesario considerar que los residuos o jales mineros se utilizaron en la construcción de las viviendas en la comunidad.

El problema de contaminación en Vetagrande afecta a la población más empobrecida del municipio. El estudio de Manzanares *et al.,* (2003 pp. 30-31) indicó que "el mayor riesgo de intoxicación por la ingestión o inhalación de plomo proviene del suelo de las casas" y señaló que "para aliviar los problemas de la gente y resarcir los efectos del plomo y mercurio en la sangre, que sin duda se irán presentando a largo plazo, bastaría [con] pavimentar las calles y los patios de las casas para que la gente dejara de aspirar y dormir con los residuos de los jales mineros, que consuma agua limpia, pero sobre todo, que esté bien alimentada". Es decir, el problema en Vetagrande se agudiza por la falta de servicios urbanos, por los altos niveles de desnutrición y por la falta de hábitos de higiene.

Residuos peligrosos en San Felipe Nuevo Mercurio

En 1936 se descubrieron los yacimientos de la mina Nuevo Mercurio. Entre 1940-1944, la empresa Mercurio Mexicano inició los trabajos de explotación y beneficio del mineral. Después de la suspensión de actividades, reaperturas y cambios de concesionarios, la *Minera Rosincler* fue la última empresa que operó la mina. Esta minera cerró sus operaciones a finales de los años setenta (SEMARNAT, INE y Gobierno del Estado, 2002). En 1980 se identificó, a través de la inspección de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, un depósito ilegal de sustancias peligrosas a cielo abierto formado por: diesel, cloro, bifenilos policlorados (BPC)[146] (42 tambos de 200 litros c/u) (figura 4.8), alcohol de verduras (6 tambos de 200 litros c/u), jales, cenizas catalizadoras de mercurio, desechos sólidos (300-400 t), sustancias corrosivas (12 tambos de 200 litros c/u) y desechos sólidos y líquidos (569 tambos de 200 litros c/u). En el año de 1981 se denunció a la Minera Rosincler por este hallazgo, sin embargo, en 1983 se dictó sentencia absolutoria por no existir jurisdicción ambiental sobre el caso (SEMARNAT, INE y Gobierno del Estado, 2002).

Después de veintiún años se retomó el caso de los residuos peligrosos depositados en San Felipe Nuevo Mercurio, e intervino SEMARNAT a nivel estatal y nacional, y el Gobierno

[146] Los bifenilos policlorados, elementos sumamente peligrosos, tienen efectos dañinos para la salud y el ambiente. En el caso de la salud, provocan irritación en la piel, cloroacné, daños al hígado, efectos sobre la reproducción y el desarrollo, inmunosupresión y causan cáncer. En el ambiente, tienen efectos ecotóxicos sobre diferentes organismos, son persistentes, bioacumulables en cadena alimentaria y se transportan en aire, agua y suelo (SEMARNAT, INE y Gobierno del Estado, 2002).

del Estado. La solución a este problema, según las autoridades, consistió en la concentración, recubrimiento con tierra y reforestación del área afectada. Para SEMARNAT, INE y Gobierno del Estado (2002), "se logr[ó] contener la disposición riesgosa de los residuos de BPC consistentes en 80 contenedores metálicos de 200 litros, y 750 m^3 de cenizas y tierra impregnada de aceite, encontrados como remanente de los depósitos originales, evitando el contacto con las personas de la comunidad y la posibilidad de contaminación al ambiente por estar expuestas sobre el suelo y al aire libre. Se evit[ó] la posible percolación hacia los mantos freáticos por dos razones; la primera, por ser la formación Indidura una unidad litológica compuesta por lutitas y calizas arcillosas escasamente permeable; y segundo, por haberse aislado con recubrimiento plástico las zonas de depósito de cenizas".

Figura 4.8 Tambo que muestra la etiqueta de contenido de los PCB

Fuente: SEMARNAT, INE y Gobierno del Estado, 2002

Este caso nos señala la negligencia y la poca atención que se le otorga a problemas ambientales graves, como es el caso de los residuos peligrosos (Hernández, 2005).

Minera Real de Ángeles

Un ejemplo del deterioro ecológico en Zacatecas es la filial en Zacatecas de la *Minera Real de Ángeles,* que desde el inicio de sus operaciones en 1982 y hasta 1987 fue la mina de plata a tajo abierto más importante del mundo (figura 4.9 y 4.10). Sin embargo, después fue desplazada por la Compañía Fresnillo, en 1988. Los ritmos de explotación a los que se

sometió fueron verdaderamente acelerados, se aplicó la tecnología disponible más moderna, lo cual generó que en 16 años se agotara virtualmente el yacimiento (Del Pozo, 2000, p. 93). En la corta vida de Real de Ángeles, se extrajeron 4,355 toneladas de plata; 562,331 toneladas de plomo; y 576,514 toneladas de zinc (Del Pozo, 2000, pp. 93-94).

Figura 4.9 Minera Real de Ángeles

Foto: Patricia Rivera (enero, 2006).

Además de los problemas que acarrea la explotación de una mina a tajo abierto, Navarro (2005) señaló que el principal problema que surgió en esta mina fue la omisión de una capa de arcilla en la presa de jales que se construyó (la cual evitaría la lixiviación de los jales), lo cual generó que el pozo cercano a la mina se contaminara con metales. Navarro respaldó un informe donde demostraba que este pozo tenía un "alto contenido de sales y que no era apto para uso agrícola". A pesar de ello, el Instituto Politécnico (con influencia de los accionistas) realizó un estudio y determinó que la contaminación en el pozo provenía del mercurio y que no había elementos para encontrar ningún responsable en la actualidad, ya que esta contaminación provenía desde la colonización española. Para Navarro, los efectos contaminantes de esta mina fueron acallados por razones políticas —se tenía como accionista oculto a López Portillo—, por lo tanto el gobierno de Zacatecas y las instituciones

relacionadas facilitaron su operación sin reparar en los impactos ambientales generados —se cambió de lugar a una pequeña comunidad perteneciente al municipio porque se encontraba en la zona de la minera, se dieron facilidades para la excavación de pozos, la mina contaba con una planta eléctrica propia, etc.—.

Figura 4.10 Excavación a tajo abierto de la Minera Real de Ángeles

Foto: Patricia Rivera (enero, 2006).

Los casos de contaminación de suelos y cuerpos de agua mencionados, así como sus efectos sobre la salud en el caso de Vetagrande, confirman que la actividad minera del estado es responsable de un gran pasivo de contaminantes que inició desde la colonización española y que siguió produciendo daños significativos al ambiente y a la salud humana hasta la actualidad.