

Manejo Participativo de Cuencas Hidrográficas

Úrsula Oswald Spring

Vicepresidenta de Riesgo e Impacto Ambiental, FEMISCA
CRIM-UNAM y El Colegio de Tlaxcala
uoswald @servidor.unam.mx

Introducción

Durante el Siglo XX se triplicó la población y sextuplicó el uso del agua en el mundo. No obstante, más de la mitad de la población viven actualmente en estrés hídrico, sea físicamente por falta de agua potable, sea económicamente por falta de recursos. De acuerdo a PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, 2001), alrededor del 20% de la población no cuenta con acceso a agua potable y 1,200 millones de personas sufren de enfermedades hídricas, que causan la muerte de más de 125 millones de niños menores de cinco años a causa de agua contaminada. La Organización Mundial de Salud (2000) reporta que más de 700 millones de personas sufren de enfermedades relacionadas con el agua (biliarziosis, diarrea, oncocistocercosis, cólera, tifoidea, disentería) y un 81% de las muertes previsible ocurrieron por agua contaminada, a razón de 25 mil muertes por día. La misma fuente estima que 500 millones de enfermos en 90 países están relacionados con agua estancada o contaminada. Sólo el paludismo causa la muerte de más de un millón de personas al año y el dengue se está expandiendo, también por el mal manejo de los desechos sólidos, especialmente los plásticos, que se convierten en sitio de reproducción de sus larvas.

En el mundo entre 3 a 4 millones de personas -2 millones de niños- se mueren anualmente por diarreas y el 15% de la población consume menos de 2000kcl, insuficientes para una alimentación adecuada (FAO, 2000). El monto de los coliformes fecales en los ríos asiáticos asciende 50 veces al nivel permitido por la Organización Mundial de Salud (OMS) y en América Latina sólo un 2% de las aguas negras recibe un tratamiento adecuado (Organización Panamericana de Salud: OPS). A excepción de La Habana, Cuba que maneja integralmente sus desechos líquidos y sólidos en la contaminación del recurso agua por falta de infraestructura de saneamiento es patente en todo el subcontinente, incluidas las grandes ciudades como México, Sao Paulo, Río de Janeiro, Buenos Aires y Santiago de Chile. A las enfermedades hídricas hay que añadir los enfermos y muertes por contaminación industrial y agrícola. Por último, en áreas costeras existe además el peligro de intrusión de aguas marinas a los acuíferos de agua dulce, al sobreexplotarlos.

300 millones de hectáreas, equivalente al 15% de las tierras arables producen el 36% de todos los cultivos y más de la mitad de los granos en el Tercer Mundo. Cerca del 65% de la producción mundial de granos se cultivan en los distritos de

riego (FAO, 1993^a). No obstante, crecientes números de personas en Asia, África y América Latina están acosados por desnutrición materna-infantil y hambre. Países como Iraq, Guatemala, Mongolia, Somalia, Venezuela, Cuba Tanzania, Burundi, Corea del Norte y la República Democrática del Congo han mostrado retrocesos en el nivel alimentario entre 10 a 30%, aumentando sobretodo las enfermedades, el crecimiento sano de los niños y provocando la muerte prematura de los mismos. De acuerdo a la FAO entre 1997-1991, Asia Oriental aumentó su desnutrición en un 9.7%, el Sur de la misma región en un 23.6%, Europa Oriental y Asia Central en un 4.2%, Medio Oriente y Norte de África en un 7.7%, Africa Subsahariana en un 27.8% y Latinoamérica y el Caribe en un 10.6%, comparando los datos de 1990 –92 (reportado por Reuter, 16 de octubre del 2001). Destacan África Negra y Asia del Sur con altos niveles de hambre, resultado no sólo de un crecimiento poblacional sin adecuados incrementos en la producción de alimentos, sino también por tratarse de regiones donde existen guerras que destruyen la producción alimentaria, depredan al ambiente y lo contaminan. Más aún se trata al mismo tiempo de zonas, al igual que Centroamérica, que se ven crecientemente afectados por desastres naturales, relacionados con el calentamiento global y por ende, con las alteraciones del ciclo del Niño, sea por inundaciones, sea por sequía.

Pero también las grandes represas, promovidas durante las tres décadas de desarrollo como una de las soluciones a los problemas de la pobreza, el atraso, la falta de energía eléctrica, deficientes sistemas de riego e insuficiencia de agua potable, no han resuelto las metas planteadas. No sólo han afectado la biodiversidad, eliminando sobretodo población indígena de sus ancestrales tierras, reduciendo la superficie agrícola y de bosques disponible, sino que han incrementado también las enfermedades relacionados con vectores que se reproducen en el agua.

En conclusión, el agua está adquiriendo una creciente importancia no sólo en los procesos productivos como insumo directo, enfriador y coadyuvante al proceso productivo, sino también en la calidad de vida, la salud y el bienestar de la población. Más de 20 países sufren escasez de agua, por no disponer de un mínimo de 1,000 m³ por año y persona. El Programa de la Naciones Unidas, encargado del Medio Ambiente (PNUMA) calcula que dos tercios de los habitantes tendrán en el año 2025 condiciones de estrés hídrico. El Consejo Mundial de Agua (World Water Vision: WWV, Cosgrove y Rijsberman, 2000) diagnostica una “visión compartida del agua en el mundo a largo plazo”. Afirman que todo ser humano:

“debería disponer de suficiente agua limpia para beber y para higiene, y suficiente comida y energía a un costo razonable. Proporcionar agua suficiente para satisfacer estas necesidades básicas debe conseguirse de una manera equitativa que esté en armonía con la naturaleza. Porque el agua es la base de todos los ecosistemas y hábitat vivos y forma parte del un ciclo hidrológico inmutable que debe respetarse para que el desarrollo de la actividad y bienestar humanos sea sostenible. En la actualidad no estamos logrando estas metas, y además caminamos por una senda que conduce a más crisis y problemas para una gran parte de la humanidad y para muchos más pares de los ecosistemas del planeta. Seguir igual nos lleva por una senda insostenible e injusta”. (p. VI)

Estos datos se ven agravados por la falta de agua potable superficial en muchas regiones semiáridas y áridas, así como la contaminación de los acuíferos, deteriorados por la creciente infiltración de aguas negras, industriales y retornos agrícolas, resultado de deficientes sistemas de saneamiento e inadecuado manejo de agroquímicos.

México no se escapa a esta realidad. El 84% de su territorio, el Noreste, Norte y Centro, se localiza en áreas semiáridas y áridas. No obstante, alberga al 77% de la población del país, produce el 84% del PIB, cuenta con el 92% de la superficie de riego y recibe el 28% de las precipitaciones. Al contrario, el Sudeste con abundantes recursos hídricos (el 72% de los escurrimientos) cuenta únicamente con el 23% de la población nacional y el 8% de la superficie regada (CNA, 2000). El crecimiento de las grandes ciudades en el altiplano del Valle de México y sus alrededores cuenta con una población que se enfrenta crecientemente a la escasez de agua. Extracción excesiva de agua proveniente de los acuíferos, infraestructura de drenaje pluvial sin recarga hacia los mantos freáticos, aguas negras sin tratamiento que se infiltran a los acuíferos, la falta de plantas de tratamientos de estas aguas *in situ* y el bombeo de las aguas servidas hacia el Mezquital, aceleran el hundimiento de la capital, agotan al acuífero y lo contaminan. La reducción en el subsuelo arcilloso y su desecamiento ha afectado monumentos prehispánicos y coloniales, además de que incidió negativamente en los efectos de los terremotos en 1985.

Costosas obras de infraestructura de agua potable trasvasen el vital líquido de la cuenca del Lerma hacia el valle central y privan al estado de México y recientemente también a Michoacán de un manejo racional del recurso. Inclusive, transfieren agua de la Cuenca del Balsas, que desemboca al Pacífico hacia la Cuenca del Golfo, donde existen ya escurrimientos de 85% del agua rodada (CNA, 2000). Algo similar ocurre en las otras grandes ciudades. La extracción de agua potable en Guadalajara abatió el nivel en el Lago de Chapala y es una expresión más de la sobreexplotación del recurso. La tercera conurbación en importancia, Monterrey, localizado en una situación climática extrema, depende también del abasto de agua de fuentes lejanas y por ende, produce complejos impactos ambientales en las zonas agrícolas que se ven privadas de su recurso.

El crecimiento poblacional, el incremento del agua destinado al uso industrial y su falta de saneamiento, el manejo inadecuado del riego agrícola que ocupa entre el 78 al 82% del agua disponible (CNA 2000) y produce entre un 7 y un 5% del PIB (INEGI, 1995-2001) son algunas de las aristas más sobresalientes del problema de uso, manejo y contaminación del agua en nuestro país. Son fiel reflejo de un modelo mundial de depredación de los recursos naturales, donde la sustentabilidad intra e intergeneracional no se plasma en políticas y prácticas ambientales a largo plazo, menos aún existe una gestión tendiente a remediar las deficiencias y la explotación.

La zona de análisis, la Cuenca del Balsas incluye los estados de Guerrero, Morelos, Tlaxcala, Puebla, gran parte del Distrito Federal, México, Michoacán Jalisco, Oaxaca y una mínima parte de Veracruz. Más específicamente, el trabajo se aboca a la zona más densamente poblada de la región, el Alto Balsas, que abarca la zona conurbada de la capital de Morelos. Esta región, ubicados en la parte central del país, no escapa a los problemas mencionados. Se integran cada vez más a la zona conurbada metropolitana, donde la proyectada autopista Siglo XXI representaría un segundo circuito periférico a la megalópolis, que facilitaría la integración de las ciudades circunvecinas como Puebla, Tlaxcala, Toluca, Querétaro, Pachuca y Cuernavaca. Ante los retos y los problemas delicados del uso y la contaminación del agua, la creciente escasez en un ambiente ecológico y socialmente desfavorable, urge una planeación y gestión ambiental democrática y sustentable en la subcuenca de Balsas, el río Apatlaco.

Metodología: Estructuración de un sistema disipativo

Frente a la compleja tarea de estudiar los procesos de desarrollo en un tiempo y espacio determinado, analizar el acceso diferencial a los recursos naturales y sus repercusiones en el bienestar, la salud y la calidad de vida por parte de los distintos grupos sociales en el Alto Balsas, se propone partir de un concepto general, el de la **totalidad dinámica** o de un **sistema autoregulator o disipativo**¹. Éste se aboca, por un lado, hacia el meollo de las relaciones sociales de producción, incluyendo su acceso a los recursos naturales y, por otro, centra el objeto de estudio tanto en la parte material y en los efectos de un determinado proceso sobre la calidad de vida, como en la interrelación entre todos los aspectos del sistema.

Partir de una totalidad dinámica no quiere decir estudiar minuciosamente todo, no es reproducir una fotografía de la sociedad y su relación con el recurso, ya que esto daría una visión estática, un corte temporal en un momento dado. Estudiar la totalidad como proceso dinámico y estructurado, obliga al estudioso a enfocarse hacia el ámbito de las fuerzas sociales, frecuentemente antagónicas y revisar cuidadosamente su impacto en el medio.

Es evidente que las fuertes transformaciones ocurridas en la capital de Morelos y sus regiones aledañas durante las últimas décadas, pusieron de manifiesto una profunda crisis, tanto del modelo de desarrollo, como de la gestión del ecosistema. ¿Qué significa esta crisis en términos metodológico-conceptuales? El concepto crisis se circunscribe en el presente trabajo a transformaciones de las estructuras existentes en otras más complejas mediante procesos nuevos, en los que el concepto crisis no se aboca únicamente a un problema estructural, sino que incluye también la dinámica de transformación de dichas estructuras, o sea, la creación de nuevos procesos o mecanismos de cambio que generan otras estructuras (se da por ejemplo una estrecha relación entre estabilidad y cambios).

¹ Para mayor precisión sobre sistemas abiertos, autorreguladores y disipativos refiérase al trabajo científico y teórico-metodológico desarrollado por Ilya Prigogine. (1994).

Este doble fenómeno crea una estabilidad, cualitativa y cuantitativamente distinta, que puede implicar a primera vista una paradoja: procesos y estructuras, para garantizar cierta estabilidad, deberían aparentemente uniformarse; pero aquí con el concepto de crisis se puede postular lo contrario, que la estabilidad es sólo posible con mayor diferenciación de las mismas.

Prigogine especifica dos características básicas necesarias para que se dé una estructura disipativa: a) el sistema abierto tiene que alcanzar un estado relativamente lejano del equilibrio donde “puedan aparecer espontáneamente estas nuevas estructuras y tipos de organización”. b) “La otra característica básica necesaria para que aparezcan las estructuras disipativas es la existencia de ciertos tipos de interacción no lineal que actúan en los elementos del sistema” (*idem*. pp.5-6). Por ejemplo, las ecuaciones hidrodinámicas que describen el comportamiento de un fluido sujeto a gradientes de temperatura, presentan esta “no-linealidad”.

Los mecanismos de auto-organización que actúan dentro del sistema disipativo son los flujos. La dinámica generada no es caótica, sino que mediante experimentos y experiencias en distintas ramas de la ciencia (física, química, biología) se ha logrado detectar un orden que genera dos fases específicas: primero, un flujo determinado que provoca un cambio localizado en una microestructura y, posteriormente, si los mecanismos reguladores del sistema no actúan adecuadamente, se genera una segunda fase de inestabilidad que modifica la macroestructura o el sistema en su conjunto, creando un sistema nuevo, apto par asimilar las perturbaciones, pero reintegrando, reubicando y reorganizando elementos del sistema anterior.

Por último, analizar ¿cómo la transformación del sistema ambiental impactó en las últimas décadas al recurso agua y cuáles fueron los efectos sobre la población, en particular sobre los marginales urbanos y rurales? obliga a una visión holística. La articulación de los flujos hace posible detectar, ordenar y analizar los problemas más sobresalientes de la gestión ambiental. En lugar de seguir con los conceptos unidimensionales en las ciencias y siguiendo el enfoque metodológico de la estructuración de los sistemas disipativos, resulta claro que un diagnóstico de los cambios históricos ocurridos en la sustentabilidad regional, no puede partir de una sola rama científica. El punto de arranque se ubicará en la interrelación entre la naturaleza y la sociedad. Ambos se condicionan mutuamente y se influyen. Descifrar y ordenar esta compleja interrelación es un reto que puede resolverse únicamente a través de un trabajo interdisciplinario.

Respecto a la “interdisciplinariedad” es necesario aclarar que no se trata de juntar especialistas y lograr a lo mejor un trabajo yuxtapuesto. En este tipo de enfoque se formula desde un principio un objetivo en común, donde la pregunta esencial contenga ya la formulación compleja. Los métodos, las técnicas, el análisis y la conceptualización, respondan íntegramente a los problemas planteados. Investigar una totalidad o un sistema complejo como el ambiental, es estructurar y

seleccionar lo complejo, de modo tal que responda inteligiblemente a los objetivos planteados.

Resultados: Principales Impactos Socio-Ambientales en el Alto Balsas

La región del Alto Balsas está caracterizada por abruptas pendientes, climas extremos como resultados de un gradiente altitudinal pronunciado que inicia en la punta del Popocatepetl y terminan en los valles centrales de Morelos, semiáridos y subhúmedos. Estos contrastes climáticos se reflejan también en las condiciones naturales y una sucesión de ecosistemas desde los árticos hasta la selva baja caducifolia. Las diferencias resultantes ofrecieron a la región diversas vocaciones productivas, pero la ubicación en el corazón del país produjo una serie de procesos socioeconómicos no deseados.

Independientemente de las condiciones naturales, sin duda alguna, el proceso dominante fue impuesto por la megalópolis de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), la más importante del mundo. Afectó a sus ciudades satélites regionales: Puebla, Tlaxcala, Pachuca, Querétaro, Toluca y Cuernavaca no se escapó. Ella marcó la pauta a los procesos poblacionales, a la vez que incidió de manera determinante en el aprovechamiento de los recursos naturales, sobretodo el suelo y el agua, y crecientemente también el aire. La explosión demográfica del valle central de Cuernavaca se acompañó con una creciente escasez y contaminación del recurso. La población aumentó en sólo 5 décadas de 272,842 a 1,545,819 habitantes, resultado no sólo de altas tasas de crecimiento poblacional, sino también de importantes procesos de migración, provenientes del Distrito Federal, de los estados de México, Guerrero y Puebla (ver gráficas 1,2 y 3). Pero también el deterioro de las condiciones de vida y una creciente pobreza marcaron los procesos socioeconómicos de Morelos. De acuerdo a Reina Corona (2001), en el ámbito estatal, el 12.3% está considerada como indigentes, el 34.2% como muy pobre, el 29.2% pobres moderados, el 19.3% con necesidades básicas cubiertas, el 4.6% de clase media y el 0.3% de clase alta. Una comparación entre el medio rural y urbano, los pobres extremos rurales representan un 57.4%, mientras que los urbanos un 39.6%. Sumados los pobres llegan al 84.5% y en el ámbito urbano a 70.2%. En otros términos, la población que satisface sus necesidades es menor en el medio rural: 13.9% contra 22.8%, al igual que la clase media: 1.7% contra 6.5% (Gráfica 4).

Los mayores conflictos ambientales se dieron sobre el aprovechamiento de los recursos naturales, incluido el agua. La concentración de la población y de las actividades industriales en zonas poco aptas -sobre la zona del acuífero más importante, El Texcal- cambió en el uso del suelo agrícola-forestal hacia uno urbano y residencial de fines de semana y una creciente marginalización, son algunos de los procesos más sobresalientes de un crecimiento sin planeación. La destrucción de la cubierta natural forestal y vegetal, la erosión y contaminación de los suelos, la pérdida del equilibrio hídrico, de la biodiversidad y el incremento de la contaminación del aire son algunos de los aspectos más sobresalientes que afectan a la región y su población.

En concreto, la precipitación en Morelos está directamente asociada al gradiente altitudinal y sus condiciones climáticas y generan en promedio 1000 mm por años, que se reparten entre 1,700 mm en las zonas altas de Chichinautzin hasta 650 mm en los valle del sur (Jojutla y Axochiapan). Las precipitaciones en un medio semiárido se concentran entre los meses de julio a octubre, con algunas lluvias en mayo Marisela Taboada. Durante la época fría, al retraerse la zona intertropical de convergencia hacia el hemisferio sur, los alisios se debilitan y el clima se hace más seco y se dispone de poca humedad. Las precipitaciones más altas se presentan en las estribaciones elevadas de la Sierra del Chichinautzin, Lagunas de Zempoala y las faldas del Popocatepetl. En términos generales, el 68% del estado fue considerado como seco, el 15% como intermedia, ubicada al pie de las montañas y el 17% restante como húmedo, gracias a las elevaciones.

Las actividades agrícolas requieren de un pronóstico acertado de la probabilidad de lluvia. Según la misma autora, en las zonas altas se reportan más de 100 días lluviosos, mientras que en la región sur se dan 60 días. Un factor especialmente negativo al respecto es la sequía interestival, que pone en peligro las cosechas de temporal en toda la región. Es resultado de la circulación atmosférica que se da en el Golfo de México y mares adyacentes. Afecta básicamente el mes de agosto, a veces también julio, y su intensidad oscila entre el 10 y el 20%. Las repercusiones en la economía agrícola pueden ser muy importantes y si no se cuenta con riego de apoyo en estos momentos, múltiples cultivos se deterioran. Ello afecta a la población que menos tiene y agudiza la marginalidad entre los campesinos de la región.

Dadas las condiciones climáticas adversas y una prolongada época de sequía con una de lluvia concentrada en pocos meses, donde las agua escurren torrencialmente en lechos de ríos erosionados y azolvados, existen múltiples desastres naturales. Pero tampoco se puede retener el agua en las zonas donde se le requeriría durante el estiaje, de modo tal que caros sistemas de bombeos, ineficientes métodos de infiltración y deficiente infraestructura representen los retos del futuro próximo para evitar que el balance hídrico se convierta en negativo.

Los excedentes y la aparente abundancia de los recursos naturales en Morelos se están agotando, hecho que se acentúa en la zona de Axochiapan, Oaxtepec y Miacatlán, donde existe veda de perforación de pozos, debido a la sobreexplotación del acuífero y su abatimiento. Este panorama no es propio del estado de Morelos, sino se refleja en la mayoría de la región del Alto Balsas. Muestra deficiencia en el manejo, el ahorro y la contaminación sin saneamiento. De una región caracterizada históricamente por su riqueza natural que dieron pie a procesos intensivos de explotación agropecuaria, se está llegando a una con escasez temporal primero, y si no se cuida el recurso, con escasez permanente, acompañada de desastres naturales periódicos sea por inundaciones, sea por sequía.

Los mapas de vulnerabilidad hidrogeológicos pueden prevenir la contaminación originada en fuentes superficiales y evitar que futuros proyectos de desarrollo destruyan o afectan el recurso agua. En el caso de Cuernavaca, Gail Bendig (1995) encuentra que la roca de basalto, altamente fracturado y la infraestructura deficiente en la zona conurbada, se convierten en potenciales riesgos para el acuífero del valle central y de su flujo hacia el sur, al arrastrar contaminantes urbanos, industriales y agrícolas. Analiza el flujo geo-hidroológico mediante el análisis de la fuerza iónica y con el método DRASTIC y establece las condiciones de vulnerabilidad a la contaminación en el Valle de Cuernavaca. Mediante estudios isotópicos determina que las principales fuentes de recarga de la zona se localizan en el norte del estado, correspondientes a la Sierra del Chichinautzin. Las concentraciones de tritio indican que la edad del agua subterránea es joven y no excede los 42 años.

Con base en estos datos, la autora elabora un catastro de fuentes contaminantes y las interrelaciona con las condiciones del subsuelo y su permeabilidad. Mientras que se avanza hacia el sur, el flujo se torna más lento y la calidad del acuífero se deteriora más, no sólo por los contaminantes provenientes de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), sino también por las zonas urbanas que arrojan sus desechos líquidos y sólidos hacia las barrancas y ríos y finalmente, por los lixiviados provenientes de los agroquímicos. Determina nueve zonas que muestran diferentes grados de vulnerabilidad, de acuerdo a las condiciones del suelo. La región más delicada es la de El Texcal, donde contradictoriamente, se asentó la zona industrial CIVAC y donde queda un área reducida de protección ambiental, permanentemente acosada por la presión demográfica. Por la cercanía con la capital e insertada en la zona conurbada, es urgente proteger además las norias de Chapultepec. Adicionalmente, hay que vigilar de cerca los posibles contaminantes que pudieran deteriorar este acuífero que abastece a más del 60% de la población estatal. Aunque existe alta vulnerabilidad de contaminación en la zona capital, sin embargo, la relativamente joven agua y sus flujos subterráneos permiten también cierta recuperación natural. Ello significa, no obstante, que se requiere proteger mejor las cabezas de los pozos y en general, desarrollar un manejo integral de los desechos sólidos y líquidos en toda la región.

Mediante un modelo matemático Felipe Arreguín y Víctor Alcocer (2002) proponen evitar el deterioro y el manejo irracional del recurso agua en Cuernavaca y su zona conurbada. Analizan las tecnologías existentes, destinadas al sector urbano, al agrícola y al industrial y evalúan el uso eficiente del agua en el contexto de la subcuenca del río Apatlaco. Aunque las condiciones naturales de Cuernavaca son favorables por la precipitación media anual de 1,500 mm, el acuífero ha sufrido un acelerado proceso de deterioro y de explotación. La degradación es resultado de aguas residuales sin tratamiento, agroquímicos y desechos sólidos tirados a orilla de calles y barrancas. El abatimiento responde a la creciente extracción, producto de una población urbana que se ha septuplicado durante los últimos 50 años y cuyos asentamientos urbanos no obedecieron a un plan de ordenamiento, sino se dieron de manera caótica.

Los autores analizan la eficiencia de las 19 plantas de tratamiento, 9 industriales y 10 municipales, que trabajan en promedio al 35.4% de su capacidad instalada. Con la construcción adicional de dos planta y un mayor uso de las existentes, se pudieran surtir a la agricultura con agua de buena calidad, que apoyaría la siembra de hortalizas. En cuanto al ahorro por fugas, se pudiera bajar la extracción del agua en un 14.5%, hecho que redujera los costos del sistema de agua potable y permitiera un mejor servicio a la población. Combinando las dos políticas, plantas de tratamientos eficientes y reducción de fugas, se pudieran ahorrar más de 34 millones de m³ por año, lo que aumentaría la disponibilidad del acuífero en el valle y mejoraría las condiciones no sólo en la capital, sino en los municipios más al sur, que se surten del mismo acuífero.

Por último, Morelos tampoco se libra de la contaminación del lirio acuático en una de las zonas de mayor escasez de agua, en la sierra sur. El lirio acuático fue traído de Brasil y las malezas acuáticas destruyen en poco tiempo grandes lagos (véase Chapala, Pátzcuaro) y los pueden llegar a secar. El empleo de pesticidas no ha resuelto el problema y al contrario ha contaminado cuerpos de agua. Bioherbicidas, biocontroladores específicos y hongos ofrecen una alternativa ambiental a uno de los problemas más apremiantes en ríos y cuerpos de agua en toda la república. El IMTA experimentó con mecanismos biológicos para combatir a esta plaga.²

Ante una creciente escasez y contaminación del recurso agua, urge un ordenamiento en los sistemas de distribución que potencializan un manejo más racional de los recursos naturales. La alta incidencia de enfermedades hídricas, que surgieron a partir de un inadecuado manejo de las aguas servidas y su impacto en el surgimiento de malezas, requieren de un manejo integral de la subcuenca hidrológica. Mediante métodos naturales y biológicos se pudiera mejorar la calidad del agua, además de fomentar los sistemas de tratamientos de aguas negras y la rehabilitación de suelos salinizados y contaminados por desechos industriales.

Conclusiones

1. Manejo socioeconómico sustentable

Los programas de manejo de agua a partir de las microcuencas requieren de un proceso de democratización en su planeación, ejecución, determinación de las

² Maricela Martínez, IMTA (2002) combatió al lirio acuático en Cruz Pintado con una combinación entre insectos (*Neochetina eichhorniae* y *Neochetina bruchi*) y dos hongos: *Cercospora piaropi* y *Acremonium zonatum*. En un cuidadoso experimento analizó el desarrollo de la *Neochetina* y de los fitopatógenos, provenientes de la zona y de ambientes exóticos. Durante la aplicación de los biocontroladores determinaba antes, durante y después, una potencial toxicidad con el método MICROTOX. No se arrojó toxicidad alguna con este método. A un mes de la aplicación, se observó una reducción del 71.4% en el peso fresco del lirio, un 42.1% en el número de planta por m² y un 17.9% en el número de hijos. Tres meses más tarde, la superficie de la presa se encontró libre de lirio acuático. El método desarrollado es altamente eficiente, no deteriora al ambiente, ni intoxica al cuerpo de agua y puede ser empleado en otros sitios, plagados por lirio acuático.

prioridades y vigilancia. Ante una creciente escasez de recursos financieros o ambientales y un proceso de grave deterioro, es necesario adaptar las prioridades gubernamentales hacia el bienestar y la calidad de vida de todos los habitantes. Ello significa renegociar las deudas externas e internas por plazos e intereses más favorables, de modo tal que un sustancial presupuesto se puede destinar a la meta planteada.

Este proceso no se puede llevar a cabo de manera aislada. Experiencias en Ferrara, Italia, enlaces de microempresas en el País Vasco y en Francia muestran claramente que no es suficiente otorgar créditos para impulsar la economía regional, sino que estos deberían articularles entre sí en un esquema de desarrollo de conjunto. Las empresas integradora cumplen estos fines, al prestar una serie de servicios como planeación, mercado local, regional, nacional e internacional, presentación de los productos, mejoramiento de su calidad, manejo administrativo-fiscal, consolidación y crecimiento de las empresas, capacitación de su personal y otros. Dado que una microempresa por si sola no puede costear estos servicios, este modelo de organización se consolida en un contexto más amplio. Aporta a la sociedad regional un producto de alta calidad, a un precio accesible y competitivo con los del mercado mundial, pero orientado básicamente a la satisfacción de las necesidades locales, donde sólo los excedentes se destinan al mercado exterior.

Representa un modelo de democratización desde abajo que conjunta los esfuerzos gubernamentales, privados y sociales, con el fin de mejorar la calidad de vida de todos los habitantes, incluida a los más vulnerables. Gesta desde la comunidad un esquema de mayor equidad e incide en la reducción de la brecha socioeconómica, a la vez, que todos los habitantes, incluidas las mujeres, mejoran sus condiciones de vida y por ende, cuentan con recursos para participar en un desarrollo endógeno de la región. El manejo de los recursos naturales, sobretodo los escasos, aprovecharía la tecnología al alcance y evitaría el abuso y el acaparamiento.

Los programas de democratización de la gestión hídrica se vieron reflejados en la región con diversos programas en manos de los ciudadanos y apoyados por ONG y dependencias gubernamentales. Vale destacar el proyecto “Salvemos al Río Apatlaco” que conjuntó a 11 municipios de Morelos en un manejo alternativo de cuenca. Las inversiones fueron gubernamentales, sociales e industriales. El modelo de gestión democrática fue llevada por SEMARNAP a la evaluación de Río +5, donde recibió el apoyo del BID y otras instancias multilaterales. Otro proyecto es “Juntos al Río Cuautla” o “Todos por la Recuperación del Río Zahuapán”, en el estado de Tlaxcala. Falta que la rígida estructura gubernamental estatal y federal impulsen mayormente estos esfuerzos, ya que sólo mediante la democratización en la toma de decisiones, una planeación regional afín a las necesidades y un proceso riguroso de evaluación y seguimiento, en manos de los directamente afectados, México y la región del Alto Balsas pueden revertir los ancestrales rezagos sociales y ambientales y conservar una de las regiones más biodiversas del mundo.

Dada la complejidad del manejo intervienen diversos agentes, cuya coordinación es imperante. La nación es dueño del recurso y la federación emitió la Ley Nacional del Agua. En el ámbito de Morelos, a partir de la promulgación de la Ley de Agua Potable, los Sistemas de Agua y Saneamiento municipales se encargaban del manejo del agua. Algunos municipios otorgaban concesiones a industriales (CIVAC), particulares y organismos sociales. No obstante, la Ley prohibía usar los recursos recaudados a fines ajenos al agua, con lo que se pretendía mejorar la calidad y el servicio del agua potable. Sin embargo, esta recaudación era insuficiente para desarrollar la infraestructura necesaria que satisficiera las demandas de una población en crecimiento y menos aún para crear la de saneamiento. Era necesario que el gobierno federal, estatal y municipal interviniera en apoyo de la construcción de la infraestructura, hecho que se observa en casi todo el mundo (Cosgrove *et al.*, *op.cit.*).

Queda entonces la difícil tarea de crear una tarifa que permita mantener y mejorar la existente infraestructura, a la vez que proporcione agua de buena calidad y desaloje las agua servidas de manera segura y las tratase posteriormente. Una definición de tarifas obliga a una cuidadosa revisión con todos los implicados y afectados: habitantes de los municipios, usuarios más importantes y ciudadanos organizados. Independientemente, se tienen que superar los intereses partidarios, temerosos de perder votos por haber aprobado una Ley Tarifaria que afecta a toda la población. Esta debería tomar en cuenta los criterios ecológicos (quién poco consume, poco paga); los sociales (subsidios cruzadas de las zonas económicamente consolidadas y las industriales hacia las regiones marginales) y los criterios regionales (bombeo o agua rodada tienen costos diferenciales).

Buscar mecanismos de saneamiento *in situ* que abarata obras de infraestructura, siguiendo el principio de Schumacher “pequeño, pero bello (tratamiento primario avanzado en plantas con tecnología mexicana, mucho más barata, reuso el agua en enfriamientos u otros procesos, conscientización de que las barrancas y ríos no son cloacas y basureros, descentralización de las funciones de vigilancia a los municipios y estados, etc.)

2. Manejo regional de los procesos de urbanización y conurbación y balances hidrológicos

Elaborar en el ámbito de la microcuenca balances hídricos de aguas subterráneas y superficiales. La diferenciación entre aguas verdes y azules permite una primera aproximación al uso sustentable del recurso, determina las deficiencias estacionales de las aguas verdes y programa el uso complementario de aguas azules durante el estiaje.

El abasto de las zonas urbanas está dado en gran parte por bombeo del agua subterránea. Esta práctica, acompañada por drenajes pluviales y falta de métodos de infiltración de agua pluvial a la recarga, hacen peligrar los equilibrios hidráulicos. Una planeación riguroso de la expansión urbana, de acuerdo al uso óptimo del recurso y no en función a intereses especulativos de fraccionadores y políticos, cambia tanto la protección del acuífero, garantiza su recarga y protege

su contaminación, debido a que las zonas de reserva habitacional contarán con servicios de drenaje y de tratamiento.

En las zonas de mayor asentamiento humano es necesario promover normas que permiten la recarga de los acuíferas. Esto es posible mediante nuevos permisos de construcción que obligan a generar zonas de infiltración de agua pluvial y obras públicas que drenan los excedentes de agua hacia el subsuelo con simples trampas de retención de sólidos. Simultáneamente, ningún conjunto habitacional se puede construir sin la factibilidad municipal de agua potable, la garantía de un seguro desalojo y saneamiento de las aguas negras y los sólidos domésticos.

La basura sigue siendo uno de los mayores problemas de contaminación del acuífero, de las aguas superficiales, de las barrancas y del paisaje en general. Falta una normatividad que coordine con los establecimientos comerciales mecanismos de reducción de los desechos y con miniempresas procesos de reciclamiento de los desechos sólidos. Esto significa la promoción de una nueva cultura ambiental, donde se separa desde el hogar los orgánicos de plásticos, vidrios, papel y cartón y otros desechos. Este procedimiento reduce la generación de la basura, pero obliga a los ayuntamientos a recogerla de manera separada. Las zonas agrícolas permitieran compostear semi-industrialmente los desechos orgánicos generados en jardines y casas, así como manejar los lodos de las plantas de tratamiento con esquilmos agrícolas. Todo este proceso de cambio hacia una cultura ambiental, requiere de muchos esfuerzos, concertación y capacitación, pero pocas inversiones. En cambio, garantizaría un manejo sustentable de los recursos y de los desechos.

3. Establecer escenarios deseables de desarrollo regional en condiciones semiáridas y alta presión demográfica

Una política de ordenamiento urbano debería estar integrada en un Plan de Ordenamiento Ambiental y Territorial de la microcuenca. Falta incluir el valor de los servicios ambientales, no sólo en cuanto a aportación de agua y aire puro, sino también en las funciones de rompeviento, estabilización climática, generación de humedad y por evaporación y evapotranspiración, paisaje, atrapamiento del CO₂ y múltiples otros factores relacionados con la biodiversidad y la calidad de vida.

Dado el gradiente altitudinal en toda la zona del Alto Balsas, desde la punta del Popocatepetl hasta los valles subtropicales, es factible aprovechar las precipitaciones y deshielos. Es conveniente construir infraestructura de retención de aguas pluviales, bordos, cisternas y presas derivadoras que aumentan la infiltración. El cuidado del bosque impide la erosión y en caso de grave deterioro un proceso masivo de reforestación³,

³ Una tecnología de punta como la de charolas de poliestireno extendidas empleando micorrizas y fijadores de nitrógeno del aire al suelo, ofrecen alternativas a bajo costo para reforestar masivamente zonas críticas. El conjunto de la región boscosa tendría que contar con una política de combate a los incendios forestales, donde los cazadores furtivos y quemas agrícolas, junto con la inconsciencia de turistas provocan el 95% de los incendios forestales.

En el campo agropecuario es conveniente mejorar las variaciones de cultivos aptos a menor consumo de agua, sustituir aquellos productos que requieren altas láminas de riego por otros de menor uso, aplicar riegos deficitarios y promover prácticas culturales que reducen el uso de agroquímicos y los sustituyen por procesos de asociación de cultivos, de fijación de nitrógeno de aire a suelo y de agricultura mixta, donde los desechos agrícolas y animales se convierten en nutrientes naturales del ciclo agrícola. Una gestión hídrica razonable incide en proyectos rectores de manejo de agua que generan mayores cosechas por cada gota de riego.

4. Desarrollar el servicio de carrera profesional de funcionarios públicos y técnicos capaces de promover una gestión ambiental sustentable

Funcionarios capacitados técnica y socialmente en el cuidado y manejo de los recursos hídricos de la región arrojarían una planeación sustentable en términos ambientales y sociales que elimina los desequilibrios regionales y supera la pobreza y los rezagos entre la mayoría de la población.

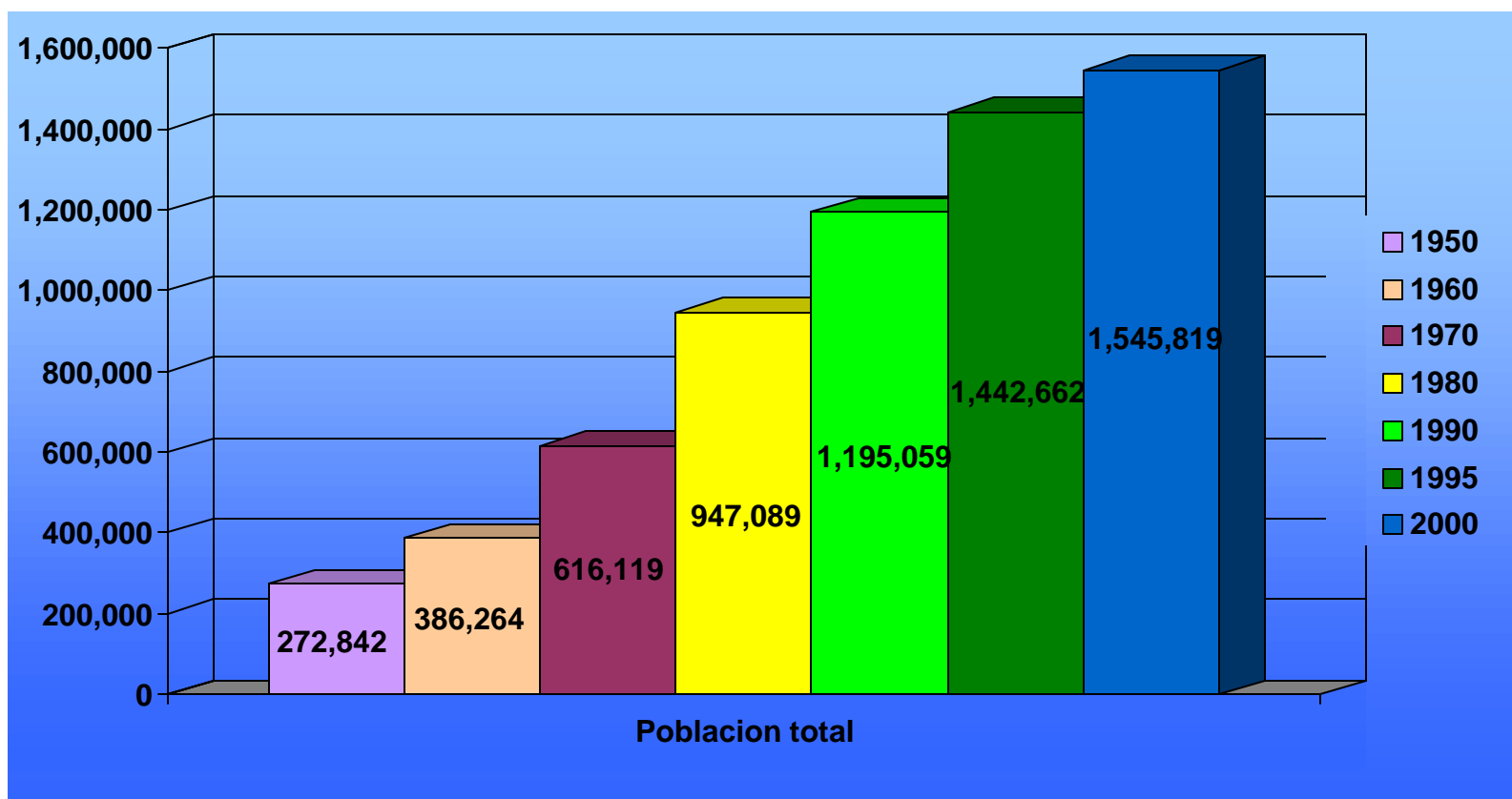
Una Organización no Gubernamental en Francia propuso crear un Carta Social del Agua, donde las comunidades se comprometen consigo mismo y con sus vecinos de la microcuenca en gestar democráticamente el manejo del agua en beneficio de todos, aprovechar los conocimientos científicos y tecnológicos en manejo, la conservación y la recuperación del recurso y promover una gestión en beneficio de la sustentabilidad, de la equidad y de la vulnerabilidad social y ambiental.

Bibliografía

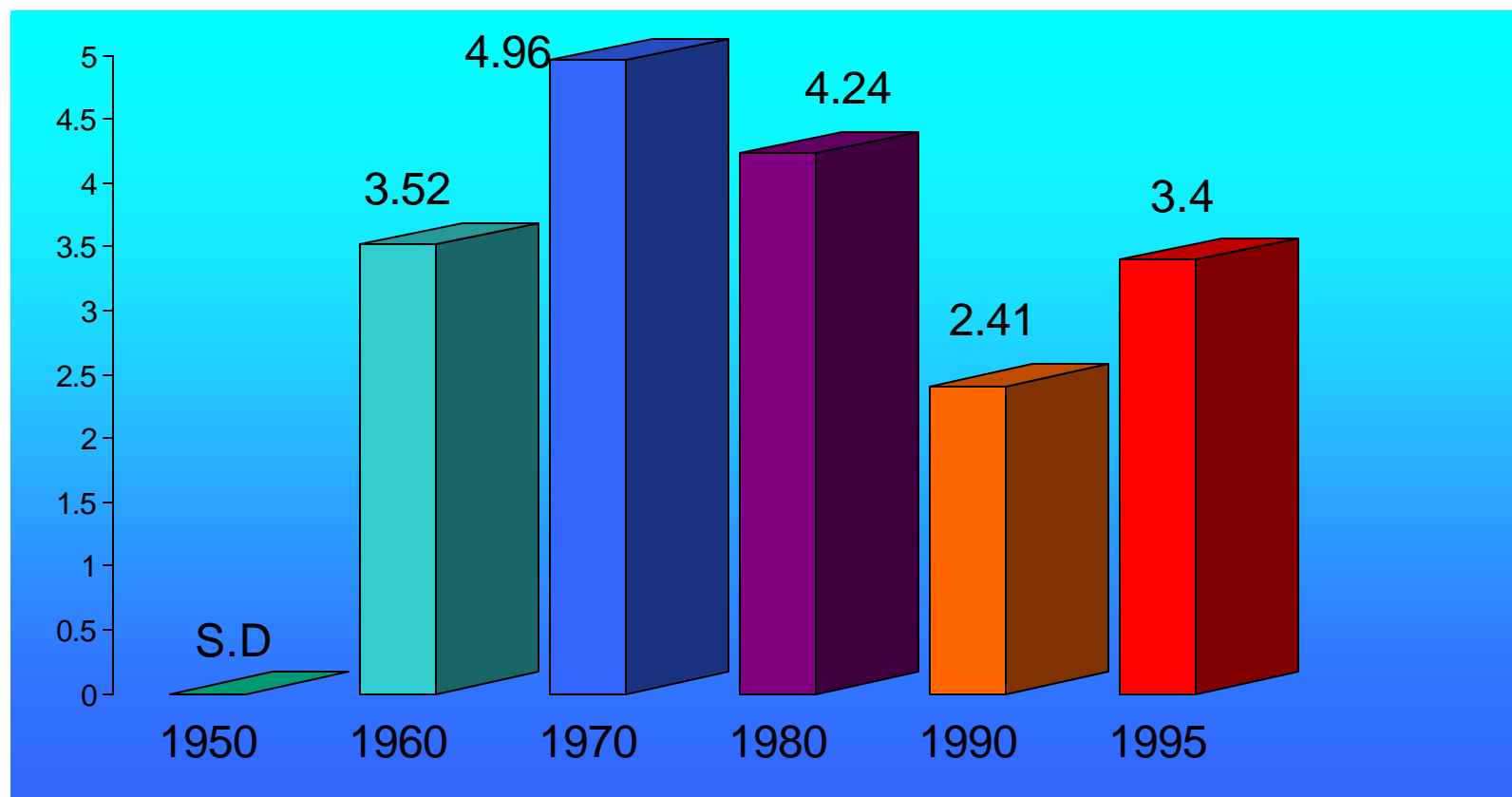
- Alexandratos, N. (editor, 1995). *World Agriculture: Towards 2010, a FAO study*, John Wiley And Sons, Chichester and Nueva York.
- Barraclough, S, K. Ghimire and H. Melczek (1997). *Rural development and the environment*, Ginebra, UNRISD and UNEP.
- Cernea, Michael M., editor, *Putting People First, Sociological Variables in Rural Development* (1985). Oxford University Press, Nueva York, Oxford y Londres.
- Club of Rome, *Limits to Growth*, London and New York: Earth Island and Universe Books, 1972
- CNA (2000). El recurso agua en México, CNA, México, D.F.
- Cosgrove, William J. and Frank R. Rijsberman, *World Water Vision*, London: Earthscan Publications Ltd., 2000
- Cosgrove, William J. y Frank R. Rijsberman (2000). *World Water Vision*, Earthscan Publications Ltd. Londres.
- FAO, <http://www.fao.org/DOCREP/x00198e/x0198e02.htm>, 2000a
- FAO, <http://www.fao.org/sd/fsdirect/FSP001.htm>, 2000b
- FAO, *Strategies for Sustainable Agriculture and Rural Development* (1994). FAO, Roma.
- FAOSTAT, *Statistic Database*, Rome: FAO, 1997
- Forster, Stephan *et al.* (2000). *Groundwater in rural development*, Technical Paper No. 463, World Bank, Washington, D.C.

- Gail Bendig (1985). *Susceptibilidad Regional de la Contaminación y Estrategias de su Protección en el Valle de Cuernavaca*, Tesis de Maestría, Universidad de Waterloo, Canadá.
- Gleick, Peter H. (2001). "Making every drop count", *Scientific American*, Febrero: 28-33.
- Hume, Patricia (1991). Guía para los Niños, Diana, México D.F.
- Ilya Prigogine, "Introducción", en: Federico Mayor Zaragoza (1994). *La nueva página*, UNESCO, París:
- INEGI (1995-2001). "Datos Estadísticos", *internet*
- Lappe, F.M., J. Collins, P. Rosset (1998). *World Hunger: Twelve Myths*, Grove Press, Nueva York.
- Maria Mies (1998). *Patriarchy and Accumulation on a World Scale*, Zed Book, Melbourne.
- Matton, Ashley *et al.* (2001). *El estado del Mundo*, World Watch Institute, Washington, D.C.
- OECD (1994). *Towards Sustainable Agricultural Production-Cleaner Technologies*, OECD, París.
- OMS (2000). Anuario Estadístico, OMS, Ginebra.
- Oswald Spring, Úrsula (2001). "Sustainable Development with Peace Building and Human Security", en: EOLSS/UNESCO, *Our Fragile World: Challenges and Opportunities for Sustainable Development*, Encyclopedia on Life Support System (EOLSS), Section 2, Londres.
- Postel, Sandra (1999). *Pillar of sand: Can the irrigation miracle last?*, W.W. Norton, Nueva York.
- Postel, Sandra (2001). "Growing more food with less water", *Scientific American*, Febrero: 34-37.
- Prigogine, Ilya (1994). "Introducción", en: Federico Mayor Zaragoza. *La Nueva Página*, UNESCO
- Reina Corona y apoyado por Fidelo Olivera (investigación en curso, 2002), se estudiaron las condiciones de pobreza en Cuernavaca durante la década de los 90.
- Schumacher, E.F., (1973). *Small is Beautiful*, Eds. Hermann Blume, Alemania.
- Sen, Amartya (1992). *Inequality Reexamined*,: Russell Sage Foundation y Harvard University Press, Nueva York.
- Shiva Vandana (1988). *Staying Alive: Women, Ecology and Development*, Zed Books, Londres.
- UNDP (PNUD), *Human Development Report 1997-1999*, London: UNDP, 1997 a 1999.
- UNEP, *Global Environmental Outlook*, New York: UNEP, 2000.
- UNESCO, *World Culture Report 1999*, Paris: UNESCO, 1999.
- UNICEF, *The State of World's Children*, New York: UNICEF, 2000.

Evolución Poblacional en Morelos



Tasa de Crecimiento Poblacional



Migración al Estado de Morelos

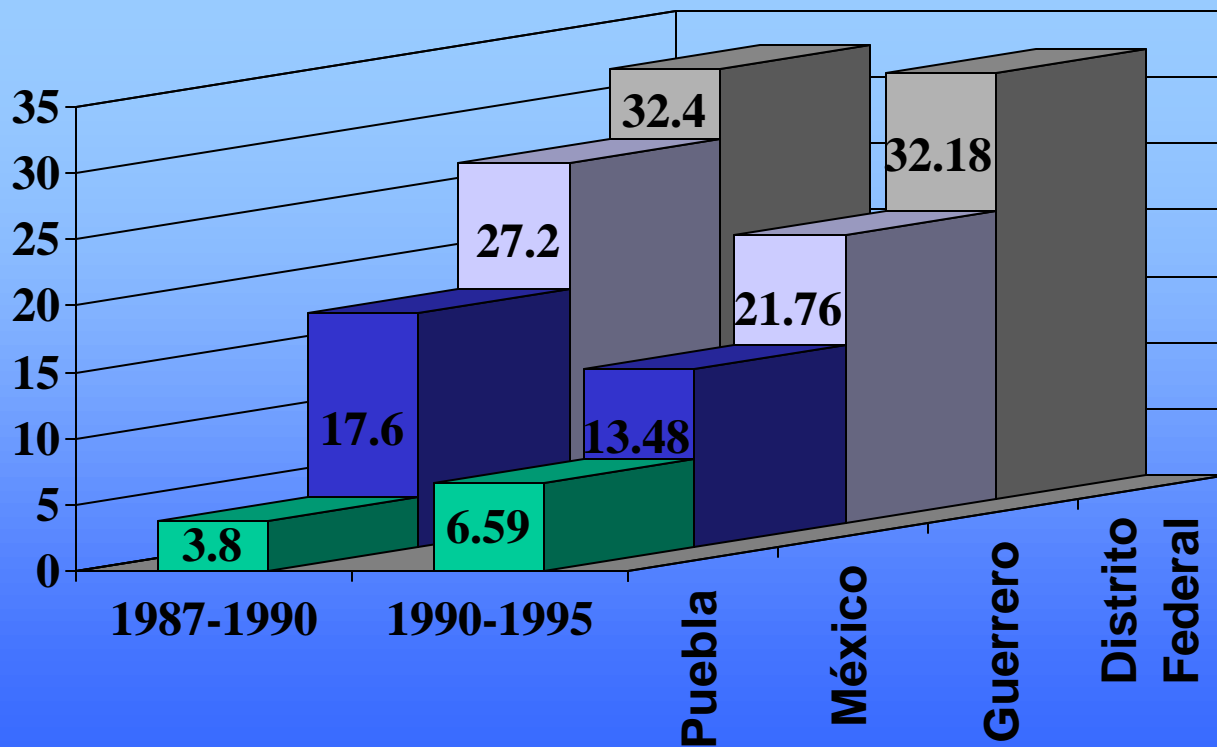
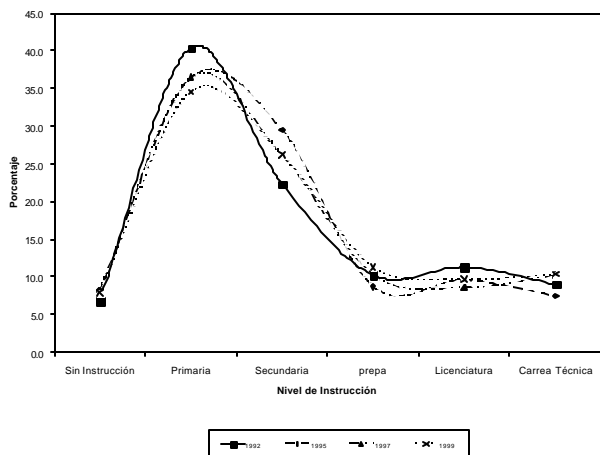


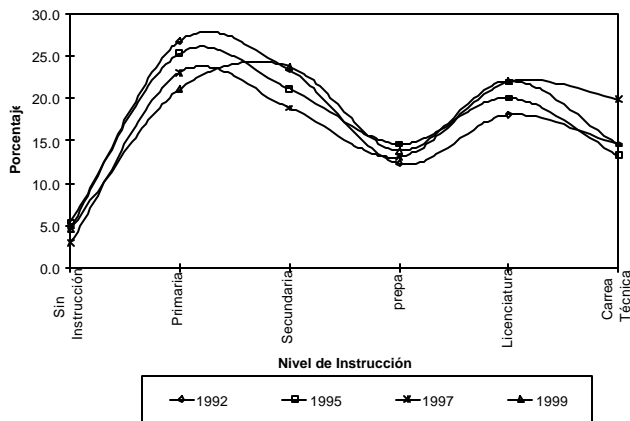
Gráfico 4

Distribución Porcentual Del Personal Ocupado en la Zona Metropolitana de Cuernavaca según Nivel de Instrucción y Estrato de Pobreza para la década de los 90

Pobres Extremos



Pobres Moderados



No Pobres

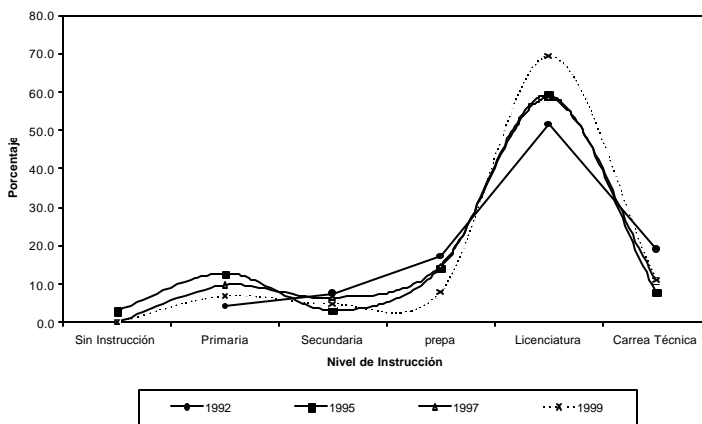


Tabla 1 Distribución de las regiones del estado y principales actividades

REGIÓN	% PARTICIPACIÓN ESTATAL VBP¹ 1993	PRINCIPALES PRODUCTOS	ACTIVIDADES Y
Cuernavaca Conurbada	90.93	Industrias automotriz, farmacéutica, industria de las bebidas, hilados, tejidos y acabados; tejidos de punto; industria de las sustancias químicas; alfarería, cerámica; extracción y materiales de cemento, cal, yeso y otros productos; ensamble de maquinaria y equipo de uso general	
Norte	0.08	Industria forestal	
Cuatla	5.55	Agroindustrias, alimentos para animales, industria azucarera	
Este	0.18	Industria automotriz (llantas)	
Sur	0.37	Beneficio y molienda de cereales	
Sur-Poniente	0.12	Alfarería y cerámica	
Jojutla	2.77	Agroindustria e industria azucarera	
TOTAL ESTATAL	100.00		

Fuente: INEGI, 1995