

# Contaminación, Tecnología y Problemática Ambiental



**DR. PEDRO MEDELLÍN MILÁN**

Conferencia Magistral en la VI Semana del Hábitat



Escuela del Habitat, UASLP  
San Luis Potosí, SLP, Jueves 26 de octubre de 1989, 19:00 hs

---



La información y opiniones contenidas en los artículos, publicaciones y demás materiales disponibles en las páginas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) son responsabilidad exclusiva de los autores. Se publican con fines didácticos y de divulgación, con base en el principio universitario de libertad de examen y discusión de las ideas, así como en el derecho estatutario de los profesores de la UASLP a ostentarse como tales.



Este material se encuentra disponible en las páginas de la Agenda Ambiental de la UASLP en Internet:  
<http://ambiental.uaslp.mx>

***Derechos Reservados © 1989 y 2003 por Pedro Medellín Milán. México.***

Este material puede ser copiado, reproducido, modificado y distribuido por cualquier medio físico o electrónico, sólo sujeto a los términos y condiciones establecidos en la *Open Publication Licence*, v 1.0 o posterior (<http://opencontent.org/openpub>). Está prohibida la distribución de versiones sustantivamente modificadas de este documento, sin la autorización explícita del propietario de los derechos. La distribución del trabajo o derivados de este trabajo en cualquier libro estándar (impreso) está prohibida a menos que se obtenga con anticipación el permiso del propietario de los derechos. Los derechos comerciales siguen siendo de el o los autor(es).

***Copyright © 1989 and 2003 by Pedro Medellín Milán. Mexico.***

The material may be copied, reproduced, modified and distributed in whole or in part, in any medium physical or electronic, only subject to the terms and conditions set forth in the *Open Publication License*, v1.0 or later (<http://opencontent.org/openpub>). Distribution of substantively modified versions of this document is prohibited without the explicit permission of the copyright holder. Distribution of the work or derivative of the work in any standard (paper) book form is prohibited unless prior permission is obtained from the copyright holder.' to the license reference or copy. Commercial print sale rights are held by the author(s).

## Presentación

Transcribí esta conferencia a principios de 1990 cuando casualmente me encontré los tres cassettes de 60 minutos cada uno que Pedro tenía en su escritorio cuando era Secretario Académico de la UASLP. Yo colaboraba con él como Directora de Desarrollo Académico. Cuando me puse a escuchar supe de inmediato que debía transcribirla por la riqueza de su contenido. Agregué los títulos de acuerdo a lo planteado por Pedro en el apartado inicial de la conferencia y señalé los segmentos que se perdieron por cambios de, o ruidos en, los cassettes de audio.

En esa época cambié mi computadora personal de *Apple* a *PC*, y durante muchos años pensé que en la mudanza había extraviado el archivo del que sólo conservaba una copia impresa en un borrador muy preliminar. Pero hoy 23 de abril de 2003 me topé con el archivo original. Estaba tratando de reorganizar los montones de archivos electrónicos –exactamente 12,743- que contienen todo mi trabajo desde que uso una PC, y ¡ahí estaba! ¡Completamente corregido en su versión final!

El texto de la conferencia sigue valiendo la pena por muchas razones, pero lo que me parece más importante es que en él veo el guión de ese gran libro que Pedro está escribiendo desde mucho antes y hasta ahora, a través de todos sus generosos aportes a la reflexión sobre contaminación, tecnología, medio ambiente, desarrollo sostenible, economía y política. Me hubiera gustado agregarle notas al pie para relacionar sus comentarios de 1989 con lo que vemos ahora en sus planteamientos y en sus textos, e identificar las ideas que han cambiado o que se han reforzado. Pero eso me retrasaría y seguramente transcurrirían varios años más...

Así que antes de que otra cosa ocurra procedo a editar el archivo, a agregar este comentario y a subirlo a la Internet, a más de 13 años de distancia de que Pedro impartió la conferencia. Él ya sabe que lo hago con todo mi amor.

*Luz María Nieto Caraveo de Medellín*

¡Gracias!

Desde luego quiero agradecer la invitación que me han hecho para participar en la VI Semana del Hábitat. Este es un tema del que me gusta hablar, aunque mi formación original es Ingeniero Químico. Estoy aquí porque dicen que para que la cuña apriete debe ser del mismo palo. Y los Ingenieros Químicos somos quienes hemos hecho más desastres en el medio ambiente, aunque también entendemos por otro lado porque:

Como vamos a ver en esta plática no somos los únicos malhechores. Vamos a tratar de entender las raíces de todo este asunto, sus significaciones profundas. Vamos a ver que esto se conecta muy de cerca con el papel que han jugado los economistas y los políticos en el desarrollo de la sociedad moderna, por ejemplo.

Quisiera **introducir** el tema diciendo que esta cuestión del medio ambiente es una cuestión muy compleja; desde luego esto le da riqueza y pluralidad. Al mismo tiempo esto crea muchas veces confusión, conflicto de enfoques, de posiciones y muy diferentes puntos de vista. Entonces lo que para un ecologista es algo saludable y razonable, para otro no. También hay deformaciones de estos enfoques que en algún momento comentaré de paso.

Esta plática es fundamentalmente para entender por que existe el problema del desequilibrio ecológico de la naturaleza y tratar de ubicarnos, porque a mí me costó mucho trabajo ubicarme en este problema. Creo que hoy tengo una visión razonablemente totalizadora del problema, si bien con deficiencia en el manejo de la biología (que es muy importante para entender los problemas ecológicos).

Hay que entender, por ejemplo, que lo que hoy es la tierra es el producto de un desarrollo de millones de años. Si la tierra tiene fundamentalmente cinco mil millones de años, y hace aproximadamente tres mil millones de años que se desarrollaron los primeros compuestos orgánicos en la superficie de la tierra, y si esta tierra originalmente tenía una composición y una vida muy distinta de la que tiene ahora, es más, no tenía vida, entonces... ¿cómo se desarrolló esto y... Cómo llegamos a lo que, de alguna manera se podría llamar el equilibrio ecológico que hoy tenemos o que tuvimos tal vez en mejores épocas?

Para esto tenemos que hacer un gran esfuerzo, puesto que nuestra formación no se presta para el tipo de conceptualización armoniosa y totalizadora que requiere el concepto ecológico. Estamos acostumbrados a fragmentar nuestra conceptualización, la universidad inclusive nos ha ayudado a esta parcialidad del conocimiento y a esta fragmentación, que en su momento probablemente fue un gran avance en el desarrollo del estudio de la naturaleza; pero que hoy amerita ya superarse. La división de la realidad académica, inclusive del universo, en disciplinas, es una cosa que ya necesita superarse de alguna manera, porque esta fragmentación es la que hasta cierto punto nos ha llevado a cometer errores muy grandes. Considerar la naturaleza en partes, dedicarnos a conocer esta parte e ignorar el resto de la naturaleza, forzosamente nos lleva a cometer grandísimos errores, ecológicamente hablando.

Aquí podemos comentar mucho sobre esta mentalidad, que en lugar de ser participativa de los procesos naturales (como inclusive se ha demostrado que algunas civilizaciones lo fueron) es más bien una posición de explotación. Además el hombre está orgulloso de ser el gran explotador y el gran transformador de la naturaleza. Lo que nosotros estamos viendo es que hay que tenerle mucho más respeto a esa red intrincada de relaciones naturales, es decir, a lo que los ecologistas llaman la ecosfera, que es toda la capa de la corteza terrestre que sostiene los procesos vitales de la tierra. Por ejemplo: originalmente se supone que la tierra era un planeta sin vida, a alta temperatura y que de alguna manera se empezaron a formar los compuestos orgánicos. Desde luego ya hay teorías, como la sopa de Oparim, la “sopa orgánica” que se formó hace dos o tres mil millones de años. En líneas muy generales se supone que con algunos compuestos como metano, agua, amonio, con la luz ultra violeta del sol, a altas temperaturas y con una descarga eléctrica, se pudo haber hecho una síntesis orgánica produciendo aminoácidos, que a su vez, al juntarse formaron proteínas. Ahí puede haber empezado toda la complejidad de la vida orgánica.

Desde luego esos procesos (el primer proceso vivo) no fue un proceso como los que conocemos ahora, puesto que la atmósfera era muy distinta. El primer proceso vivo fue un proceso de fermentación, un proceso de los que ocurren donde no hay oxígeno, que nosotros ahora llamamos anaerobios. Esos procesos de fermentación fueron los primeros procesos de transformación orgánica que ocurrieron en la superficie terrestre formaron grandes cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que es lo que producen los procesos de fermentación junto con materia orgánica. Una vez que se tuvo una atmósfera con una gran cantidad de dióxido de carbono en algún momento empezó la fotosíntesis. Es decir, existiendo grandes cantidades de CO<sub>2</sub> y algo de materia orgánica, con la luz del sol se formó el primer proceso fotosintético, se formó más materia orgánica y se empezaron a formar grandes cantidades de oxígeno. Fue cuando empezó a formarse por primera vez en la corteza terrestre el oxígeno. Se empezó a formar oxígeno y pudieron surgir plantas; pero como había fundamentalmente dióxido de carbono, que es el “combustible” que necesitan las plantas, al principio, durante una época bastante larga de la tierra, hubo cada vez más y más plantas verdes, hasta que hubo lo que ahora consideramos como un gran exceso de vegetación verde.

Cuando esto ocurrió, el propio proceso de fotosíntesis empezó a generar oxígeno, se dejó de haber las grandes cantidades de dióxido de carbono que había antes y naturalmente tuvieron que morir miles y miles de millones de toneladas de plantas. Estas plantas a través de los años, es lo que constituyen los combustibles fósiles: el petróleo, el carbón. Aquí nos damos cuenta que, para empezar, la formación de los depósitos de petróleo se deben a un proceso físico en la historia de la tierra que no se va a repetir. Y desde luego tomó una gran cantidad de tiempo. Por eso definitivamente consideramos a los combustibles fósiles como fuente no renovable de energía.

Cuando se empezó a formar el oxígeno también empezó a formar ozono, que es una molécula de oxígeno con tres de átomos de oxígeno. El ozono protege la vida terrestre de los rayos ultravioletas, (esto tiene que ver mucho con un proceso de contaminación muy grave

que estamos sufriendo ahora). En aquel entonces se formaron grandes cantidades de ozono que también protegieron a la tierra de los rayos ultravioletas del sol y entonces pudieron surgir formas complejas de vida, afuera del agua, en la tierra. Los organismos vivos ya podían exponerse a la luz del sol, antes del ozono no; pero lo más importante es que se formaron las condiciones para que existan plantas, para que exista vida sobre la tierra, para que la luz del sol penetre, pero hay oxígeno para que ocurran todos estos procesos de oxidación que son el sustento de la vida en la tierra. Hasta aquí la vida en la tierra había seguido un proceso lineal (si se dan cuenta); pero en adelante la vida en la tierra empezó a tomar una cierta estabilidad, un cierto equilibrio porque este es un proceso autosoportante: produce lo que necesita para sobrevivir.

Antes no existía este sistema, y en el momento en que se crea la fotosíntesis empieza a ocurrir este proceso en donde la vida sobre la tierra es autosoportante y se empiezan a formar los ciclos de vida naturales. Entonces aquí viene algo que es definitivo para entender el problema ecológico de hoy: y la vida sobre la tierra es una red muy compleja de interrelaciones entre los organismos vivos, que forman ciclos, y esos ciclos a su vez están interrelacionados los unos con los otros. Esto lo quiero enfatizar porque vamos a compararlo con lo que significa un proceso industrial.

Yo espero **cubrir en esta plática** 6 puntos:

1. Comparar los ciclos fundamentales con las líneas industriales (necesitamos entender esto). Después...
2. Como ocurren algunos ejemplos de contaminación industrial, de aire, agua y suelo. Esto sería el punto 2.
3. El punto 3 de la plática haré un análisis de la tecnología. Aquí vamos a hablar de lo que podríamos llamar la vieja tecnología versus la nueva tecnología versus la tecnología del futuro.
4. En el punto 4 vamos a hacer un poco de énfasis sobre la energía; cómo se genera, cómo se utiliza y cuál es el significado de todo esto para la ecología y para el medio ambiente de la tierra.
5. En el quinto punto vamos a tratar algo sobre los problemas actuales más graves y más difíciles de resolver.
6. Y finalmente vamos a hacer una pequeña reflexión sobre ecología, economía y política; para ver que efectivamente todo está interrelacionado y que los Ingenieros Químicos no somos los únicos causantes de todo este embrollo.

## CICLOS NATURALES VS. LINEAS INDUSTRIALES

Bueno, si ustedes han observado un poco la naturaleza creo se han dado cuenta de estos procesos cíclicos por los que tan poco respeto tenemos ahora; pero que son fundamentales si vamos a sobrevivir. Por ejemplo: vamos a pensar que sucede con el nitrógeno del aire, el nitrógeno del aire es absorbido por la tierra, porque está en contacto con ella, y una vez absorbido, es fijado por algas y bacterias que existen en el humus. A su vez algunos microorganismos del humus convierten este nitrógeno ( $N_2$ ) en nitrato ( $NO_3$ ). Después el  $NO_3$  es absorbido por las raíces de las plantas. La planta lo convierte en proteínas. Las plantas para hacer este proceso generan energía por un proceso de oxidación biológica. Las plantas producen energía utilizando este nitrógeno y muchos otros nutrientes de la tierra. Las plantas a su vez son comidas por los animales. Los animales producen excremento y este excremento contiene sustancias orgánicas que a su vez regresan a la tierra. Entonces la tierra puede absorber nitrógeno por deshechos orgánicos y por nitrógeno del aire. Ahí se cierra el ciclo. Uno de los tantos ciclos del nitrógeno.

Sin embargo, mientras esto es un ciclo en sí tiene interrelación a su vez con otros ciclos. Por ejemplo: para que la planta crezca se necesita que se realice el proceso de la fotosíntesis, y para eso se necesita energía solar, (que es otra cosa que no participa directamente en este ciclo). Después el oxígeno del aire se absorbe en la tierra a través de la porosidad del humus. Este es el oxígeno que necesitan las plantas para que sus raíces generen la energía necesaria para hacer todo su proceso de absorción de nitrógeno, de nitratos y de otros nutrientes esenciales para el crecimiento de la planta.

El oxígeno también participa de otros ciclos; pero que algo que une (por ejemplo) estos dos ciclos distintos sería el humus precisamente porque el humus tiene que ser suficientemente poroso, tiene que tener ciertas características, tiene que tener ciertos nutrientes para absorber el nitrógeno, ciertos microorganismos, etc., tanto para absorber el nitrógeno, como para absorber el oxígeno. Entonces el humus resulta una parte crítica de todo este ciclo natural, puesto que participa en varios. Es decir, es la conexión entre varios ciclos naturales. Aquí ya podemos comentar muchas cosas en más detalle, pero yo no tengo ni la capacidad para hacerlo, ni el tiempo para hacer otros comentarios. Pero por ejemplo: la formación de nitrato por descomposición por microorganismos es un paso limitante, porque es lento. Y la cantidad de nitrato que hay, (que es obviamente un parámetro importante para la calidad de la tierra) depende de la formación de nitrato y la absorción por las raíces de las plantas. Esto que nos ayuda para formarnos una idea general del problema de la ecología; pero también nos da algunas ideas sobre cuales son los problemas de la fertilización, que vamos a comentar más adelante.

Aquí por ejemplo, como comentábamos en el asunto de las disciplinas, la universidad a lo mejor forma Biólogos especialistas en suelo y Biólogos especialistas en nutrición de plantas y resulta que para entender todo el asunto, necesitamos saber de las dos cosas, no separarlas.

El ciclo del agua es un poco distinto porque el agua no puede almacenar nitrógeno en la forma que se necesita, si no que simplemente se está generando y desapareciendo. Vamos a

suponer que un pez está generando desechos orgánicos ya sea porque los descompone, desaparece o porque muere. Esos desechos orgánicos se toman por microorganismos y liberan nitrógeno, que a su vez con el oxígeno forma nitratos estos son reconvertidos otra vez a forma orgánica por algas. De las algas se alimentan los peces. Ahí se cierra el ciclo del agua. Esto también tiene interrelación con otras cosas, ya que también se necesita luz del sol para que ocurran los procesos de oxidación y fotosíntesis. Debajo del agua, por eso el agua también necesita absorber oxígeno del aire: si no hay oxígeno en el agua tampoco pueden ocurrir los procesos de oxidación. Eso lo vamos a ver un poco en la contaminación del agua, porque cuando nosotros le echamos un montón de aguas negras o desechos del Ingenio Azucarero Plan de Ayala al Río Valles, se deteriora drásticamente la calidad del agua y la vida en el propio río.

En el aire tenemos ciclos un poco distintos y en cierto modo más complejos. Ocurren más bien procesos físicos que Químicos; pero la física del aire, la meteorología es muy compleja, muy difícil de caracterizar sobre todo. Les voy a dar una idea de esto no sé si ustedes han oído hablar del invierno atómico. Bueno, pues este asunto es una teoría que desarrollaron unos científicos en Noruega. En una revista noruega se publicó un artículo donde dos científicos (que no eran noruegos, creo que eran un alemán y un norteamericano) lanzaban la teoría de que el problema principal de una explosión nuclear, en caso de una guerra nuclear, no era la radioactividad (claro que es un problema gravísimo, ahorita vamos a ver también un poco de eso). El problema más serio por el que la vida sobre la tierra desaparecería en su totalidad, y más o menos rápidamente, sería porque estas explosiones atómicas (una serie de incendios), generarían una tal cantidad de productos de combustión alrededor de tierra, una especie de capa de hollín, que tataría la posibilidad de que entrara la luz del sol, y eso disminuiría la temperatura de la tierra drásticamente a temperatura bajo cero, donde moriría toda la vida terrestre. Entonces, para poder lanzar esta teoría ustedes tienen que hacer un modelo matemático atmosférico, meteorológico. Desde luego ellos hicieron un modelo muy complejo, pero relativamente sencillo. Cuando algunos otros científicos quisieron comprobar esto, concretamente un grupo de científicos del MIT desarrollaron un modelo más exacto después de mucho tiempo de trabajo, de trabajo matemático. Lo metieron en una super computadora (que son las computadoras de más capacidad que existen hoy), y la tal super computadora no tuvo suficiente capacidad para manejar ese modelo matemático de simulación de los fenómenos atmosféricos. Espero que eso realmente les de una idea de la complejidad de los fenómenos atmosféricos y desde luego esta complejidad aumenta.

Y esta es una de las cosas que nosotros estamos viendo en general en la vida. La complejidad de la vida aumenta, la complejidad en todo aumenta, debido a todas estas cosas que nosotros estamos insertando, que son fenómenos artificiales, extraordinarios al propio contorno natural, y que por supuesto vienen a complicar absolutamente todo. Por ejemplo: la química de la atmósfera se ha vuelto increíblemente complicada, los médicos ya no entienden que es lo que está pasando, porque a ellos les enseñaron higiene, sanidad y fisiología y anatomía; pero no les enseñaron que pasaba con una persona cuando respira una cantidad alta de contaminantes de 100 tipos distintos. Tampoco les enseñaron, ni se los podrán enseñar por mucho tiempo (porque obviamente eso es tan complejo que está en estudio?,



Qué es lo que pasa cuando un ser humano empieza a ingerir alimentos durante un largo tiempo, que tienen una gran cantidad de sustancias químicas.

Obviamente todo esto añade complejidad a la vida actual. Eso de que tengamos que ir al supermercado, y cuidarnos de lo que tenemos que comprar, leer el contenido del frasco o una lata, realmente es una aberración. Eso quiere decir que los ciudadanos nos tenemos que estar protegiendo de nuestro sistema productivo, porque el sistema productivo no está diseñado para el beneficio de los ciudadanos. Claro, es la comida que tenemos disponible, pero resulta que tenemos que estar leyendo a ver si no tiene glutamato monosódico o demasiado propionato de sodio como conservador, o demasiada glucosa, etc. etc. porque sabemos que esto nos va a hacer mal. A lo mejor el asunto es peor, el ciudadano no sabe o no tiene la paciencia de estar leyendo las etiquetas. Aquí poco a poco nos vamos a ir preguntando, si ese sistema productivo no está diseñado para beneficiar al hombre... ¿entonces para que está diseñado?:

Volviendo al ciclo del aire, nosotros tenemos que después de todos estos procesos naturales alcanzamos un cierto equilibrio en la composición de la atmósfera con aproximadamente 80% de nitrógeno, 20% de oxígeno, 0.03% de dióxido de carbono y algunas cantidades ya más pequeñas de helio, neón, argón y casi siempre vapor de agua (afortunadamente). Entonces estos son ciclos físicos, más que biológicos, que conforman, lo que nosotros llamamos el clima, o la meteorología. Todos estos procesos climáticos y físicos de la atmósfera son generados por el sol. Y aquí conviene empezar a ver un poco esto porque vamos a entender creo, en algún momento, que toda energía viene del sol. Además, termodinámicamente, también es interesante explicar cual es la naturaleza de la energía solar.

Bueno, dijimos que había una capa de ozono. ¿Por que arriba y no abajo? Porque aquí el ozono reacciona muy febrilmente con muchas cosas y afortunadamente desapareció y nada más se quedó arriba. Arriba nos sirve para protegernos de la luz ultravioleta, abajo es un grave problema, porque es un oxidante demasiado potente. Entonces, vamos a pensar por ejemplo que sucede con el agua: nosotros tenemos un río, un lago, el mar, etc. viene luz solar evapora algo de agua, esta agua sube y forma nubes. Cuando llega arriba, por la estratosfera hay temperatura muy frías que provocan la precipitación es decir, la lluvia. La lluvia como es un proceso de condensación, a lo mejor está liberando ciertas cantidades de energía que sube la temperatura de la atmósfera arriba; entonces el aire tiende a subir más y se forma una corriente de aire ascendente ya que hay vientos fríos que van y ocupan el lugar que dejaron los vientos que subieron. Entonces se empiezan a formar los vientos y así se pueden formar hasta huracanes. Este es el origen y la naturaleza del clima. Todo está movido por el sol.

Es interesante entender esto por razones que también vamos a ver después en relación a la energía. Así por ejemplo, la luz del sol es una energía muy dispersa pero de altísima calidad. Eso nos va a ayudar a entender porque a pesar de ser dispersa se puede usar para muchas cosas y de hecho la usamos diariamente. ¿Cómo usamos la energía del sol? Pues es que todo es energía solar. Las plantas crecen porque tienen energía solar, sintetizan materia orgánica porque tienen energía solar, los procesos de oxidación, fotosíntesis, la lluvia como

vimos, los vientos. Entonces cuando nosotros obtenemos energía eólica, desde luego cuando obtenemos energía solar directa por radiación o cuando operamos una planta hidroeléctrica también estamos operando energía solar porque el agua que está bajando en algún momento subió, se repartió como lluvia, fue recogida por una cuenca, se juntó como río en una cierta altura, y ahora está bajando en grandes masas y puede generar energía. Entonces es energía solar obviamente. Todo esto podría formar un poco lo que llamamos el ciclo del aire.

La inversión térmica (para aclarar un poco aquí sobre el problema aquel de la situación de la Ciudad de México), es un fenómeno natural. Lo que no es natural es que bajo esas condiciones de estratificación del aire (el aire no se mueve), soltemos un montón de contaminantes que por esa misma razón no circulan para ningún lado y se concentran cada vez más. Esto puede generar episodios bastantes graves de contaminación. Por eso la Ciudad de México tiene un problema más grave de lo normal de contaminación. La ciudad de Los Angeles también tiene una conformación topográfica y climática, etc. que le ayuda un poco a que de repente se acumule y se detenga la circulación del aire. Por eso ocurrió por ejemplo el episodio de Londres, donde murieron 4,000 gentes intoxicadas en un fenómeno de inversión térmica.

También esto nos puede explicar un poco el efecto de invernadero del que se está hablando tanto ahora con el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Nosotros estamos hablando de un 0.03% de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera. El  $\text{CO}_2$  tiende a mantener más caliente la tierra porque tiene la misma propiedad que el vidrio, que se usa en invernaderos, precisamente porque la radiación infrarroja no puede atravesar el vidrio. Entonces si ustedes tienen un invernadero, entra la luz solar, no entra la luz infrarroja; pero entran todos los otros tipos de luz que representan energía, esa energía incide sobre los sólidos, sobre las plantas, lo que sea que esté abajo y les aumenta la temperatura, les entra energía, o los calienta (como decimos). Entonces estos tienden a irradiar calor hacia fuera nuevamente, pero el vidrio ya no deja salir ese calor. Entonces por eso la temperatura en un invernadero aumenta constantemente. El bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) tiene el mismo efecto, el  $\text{CO}_2$  también es un filtro de rayos infrarrojos. Ahora se está hablando de que la temperatura de la tierra puede estar aumentando. Desde luego se está hablando de fracciones de grado, es decir, de aumentos muy pequeños de temperatura; pero que globalmente tienen un significado muy importante en el equilibrio ecológico de la tierra.

Además esto tiene relación con el problema que también se ha comentado últimamente mucho, que es el problema del ozono, de la capa de ozono que está siendo diezmada por los clorofluorocarbonos que se usan en los sistemas de acondicionamiento de aire.

Bueno, esos tres ciclos protegen toda la red de organismos vivos. Y por lo tanto podemos empezar a entender que la ecología es el estudio de las relaciones de estos organismos vivos con el ambiente físico y Químico que los rodea. Desde luego la ecología no es una ciencia muy antigua, es una ciencia que se está haciendo, que se está formando y que no tiene leyes tan definidas como las leyes de física o las leyes de química, o la termodinámica pero poco a poco se están viendo ciertas constantes que son muy importantes y que ahorita nos resultan

muy obvias; pero que poco a poco nosotros nos empezamos a dar cuenta que la gente las desprecia, actúa como si estas cosas no fueran reales.

Una de estas leyes es que todo está interconectado entre sí, cualquier efecto en un organismo tiene impacto en otro y en el medio ambiente. Aquí podemos comentar como se relacionan algunos ciclos. En Canadá, por ejemplo, estudiaron como varía la población de conejos y de linces. Como los linces se alimentan de conejos y los conejos se alimentan de hierba, entonces hay una interrelación entre los ciclos de población, o la población de conejos y de linces. Entonces se estuvo estudiando durante mucho tiempo como fluctuaban las poblaciones de conejos y de linces en Canadá. Y se vio que efectivamente ambas fluctuaban, oscilaban sinusoidalmente, y que además esas fluctuaciones estaban relacionadas. Las dos curvas de población estaban desfasadas eso es lógico, porque de repente vamos a suponer que empieza a haber muchos conejos, eso quiere decir que hay mucha comida para los linces, entonces los linces empiezan a tener mucha comida y empiezan a reproducirse más. En cuanto los linces empiezan a reproducirse un tanto más allá de un cierto estado de equilibrio, empiezan a comer más conejos de la cuenta, empieza a bajar el número de conejos y eso hace que los linces se empiecen a morir de hambre. En cuanto a la población de conejos, como la población de linces no aumenta muy rápido, la población de conejos aumenta más de la cuenta y empieza de nuevo a haber mucha comida para los linces y así se siguen los ciclos. Entonces estas son el tipo de interrelaciones que existen en la naturaleza y hay que tomarlas en cuenta.

La otra observación muy general es que todo va a dar a algún lado. Y efectivamente nosotros muchas veces nosotros actuábamos como si las cosas no fueran a dar a ningún lado. Generábamos desechos, basura, desechos de una fábrica, etc., humo del automóvil, y lo que menos nos preocupaba era a donde iba a dar. Adip sabag nos comentaba que el mar es el basurero del mundo. Y bueno, una forma de reforzar esta idea de que no nos importa a donde vayan las cosas es echarlo a donde no se vea. Y esto lo tenemos que tomar siempre en cuenta. Un ejemplo muy gráfico es lo que pasa con el mercurio de las baterías. Nosotros usamos una batería en una lámpara, una grabadora, etc. esa batería tiene mercurio. Cuando nosotros lo desechamos y lo tiramos a un basurero eso muy probablemente puede ir a dar a un incinerador. Cuando el incinerador quema la batería el mercurio se evapora; pero ese mercurio que se evapora no se queda allá arriba, ni se desaparece, vuelve a caer (los políticos saben muy bien esto), esto es parte del proceso de limpieza y de autorenovación de la atmósfera. Lo que pasa es que nosotros hemos ido al extremo de aventar cosas a la atmósfera más allá de su capacidad de autorenovación. Ese mercurio por lo tanto cae. Vamos a suponer que cae en la tierra, y es arrastrado por el agua a un lago. Ese mercurio que cae en el lago arrastrado por el agua, sufre una descomposición bacteriana, microbiológica y se transforma en un compuesto soluble sucede esto y es tragado por los peces. Los peces tienen que tragar agua con un montón de cositas y luego echan el agua para afuera y se comen esas cositas. Ahí empiezan a tragar mercurio; pero el mercurio es una de las sustancias que los organismos vivos acumulan. Entonces poco a poco los peces empiezan a tener más mercurio. Después, otra cosa que se sabe es que es que conforme se va haciendo más compleja la cadena biológica, este tipo de compuestos que se acumulan en las especies

menores tienden a acumularse también más y más en las especies mayores. Quiere decir que nosotros comeremos un montón de peces, y comeremos además otros organismos que han absorbido mercurio, y finalmente nosotros tendremos más mercurio almacenado que todos esos organismos.

La otra observación general, es que (y eso lo tenemos que aprender muy bien) la naturaleza es más sabia que nosotros. Y aquí viene una cierta prepotencia de nuestra civilización que ha dicho “no, nosotros vamos a mejorar la naturaleza”. Entonces tenemos que entender que la naturaleza es bastante más sabia que nosotros y que casi todo lo que hagamos va en detrimento a la naturaleza. Esta es otra cosa que de entrada molesta a mucha gente, dicen “bueno no, eso no puede ser cierto”; pero el mecanismo de la naturaleza es tan, tan complejo, que nosotros necesitaríamos una extrema, una extraordinaria sabiduría, para hacer algo que impacte la naturaleza, pero la mejore. Esto es realmente imposible, probabilísticamente imposible, es prácticamente imposible.

Entonces aquí nos enfrentamos a un problema inherente a la civilización actual, que también comentaba Adip sabag y es que en el momento en que el hombre dejó de ser móvil, de andar para todos lados, y empezó a quedarse en algún lugar, a sembrar, a practicar la agricultura, en ese momento empezó a impactar seriamente la naturaleza. Antes era tan ecológico como cualquier otro animal de la naturaleza. En ese momento empezó a impactar seriamente la naturaleza; pero aun así hubo civilizaciones bastante más sabias respecto a su relación con la naturaleza que la actual.

Redondeando la idea sobre este problema, lo que quiero enfatizar es que todos los procesos naturales son cíclicos, se interrelacionan, se equilibran, son armoniosos, todo lo que alguien produce es alimento para otro, absolutamente y en la cantidad necesaria, y si esto no es así, el organismo que está de sobra empieza a morir y autoequilibra el sistema. Junto a estos sistemas nosotros empezamos a meter procesos industriales. Un proceso industrial es precisamente lo opuesto a un proceso natural en este sentido: un proceso industrial es un proceso lineal, agarra algo, lo transforma, produce algo que supuestamente es un bien para la utilización de la comunidad; pero también produce algo que se llama desecho. Y por primera vez se genera el concepto de desecho, porque la naturaleza no contempla el concepto de desecho, para la naturaleza no hay desecho, todo es útil, todo es alimento para otro, todo es necesario para algún organismo vivo. Entonces los procesos industriales rompen definitivamente con esto y empiezan a crear desecho. Un automóvil, una gasolina, da el servicio de transporte; pero genera escapes, gases de escape, gases de combustión que contienen dióxido de carbono de azufre, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, que de alguna manera ayudan a la generación de ozono. Dependiendo de que tan buena o que tan mala sea la combustión (por eso, ustedes vieron que en el Distrito Federal, cuando empezaron a bajar el contenido de plomo de la gasolina, lo cual sí es algo bueno, empezó a aumentar el contenido de ozono de la atmósfera, la combustión ya no era tan buena; entonces es un problema tecnológico de otro orden, hay que crear mejores combustibles y mejores motores, (de esto vamos a hablar rápidamente después). Decía que este bióxido de azufre, este óxido de nitrógeno, etc. que nosotros lanzamos a la atmósfera, ya no tiene nada que hacer ahí, son

elementos extraños. Lo mejor que pueden hacer es desaparecer cuanto antes; pero insisto, hemos tirado tantas cosas que ya la atmósfera no tiene la capacidad suficiente de renovación y de auto limpiarse; y aunque lo hiciera, resulta que si baja, que si precipita el dióxido de azufre lo precipita como ácido, genera lluvia ácida o precipitación ácida y eso daña la tierra, la vegetación, la gente y los lagos. Y si precipita el mercurio ya sabemos a donde va a dar. Entonces estamos poniendo cosas donde no pertenecen. Estamos creando desechos.

## **CONTAMINACION INDUSTRIAL DE AIRE, AGUA Y SUELO.**

Entonces, vamos a hablar más directamente de la contaminación industrial del agua, aire y suelo. Aquí cuando digo industrial estoy hablando también de lo que llamamos la agricultura industrializada, porque no es una agricultura como existía antes, es un nuevo tipo de agricultura que se puede llamar agricultura industrializada.

En el aire de los Angeles, California, de 1940 a 1946 la cantidad de polvo que se emitía a la atmósfera pasó de 100 toneladas diarias a 400 toneladas diarias. Si nosotros tomamos ese tipo de indicadores (los vamos a encontrar en todas partes), se pueden imaginar la cantidad de toneladas diarias que se lanzan a la atmósfera de la Ciudad de México, nada más de polvos, de partículas, etc. obviamente aquí la diferencia es un proceso industrial, una industrialización que no tenía antes la ciudad de Los Angeles. Aquí en San Luis Potosí... ¿que contaminación del aire tenemos?, bueno pues la gente dice que el 80% de la contaminación surge del automóvil. Eso es cierto por un lado, pero es una gran mentira por otro, es decir es muy desinformativo también. Generalmente así se manejan todas las campanas de anticontaminación. Aparentemente informan; pero en realidad desinforman seriamente. Es cierto, porque, si nosotros tomamos tonelaje tal vez no el 80 de la contaminación, pero si entre el 60 y el 80% es bueno, ya lo dije, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos sin quemar que provocan la generación de ozono y otros contaminantes que con la luz o con la luz ultravioleta generan smog, que es una especie de sopa atmosférica rara que tiene una química muy compleja. Eso lo tenemos obviamente aquí en San Luis Potosí. Desde que tenemos la termoeléctrica de Villa de Reyes tenemos otro contaminante muy serio, porque se suponía que iba a trabajar con gas natural (el gas natural que calculó Petróleos Mexicanos que iba a sobrar y que le íbamos a vender a todo el mundo no existe). El gasoducto que pasa por San Luis Potosí es un elefante blanco, no lleva gas y por lo tanto la termoeléctrica no puede trabajar con gas. Entonces... ¿que está quemando la termoeléctrica? Pues está quemando derivados del petróleo. Derivados del petróleo y además de baja calidad. Y esto... ¿que significa? Significa desde luego el contenido energético, la calidad con que se quema; pero también significa la cantidad de azufre que contiene el combustible. Entonces este combustible que está quemando la termoeléctrica contienen grandes cantidades de azufre que van a dar a la atmósfera. Y cuando digo grandes cantidades no estoy hablando de cualquier cosa. Cuando yo trabajé en mi tesis de doctorado tuve que buscar información sobre cuánto azufre se enviaba a la atmósfera en Estados Unidos se tira tanto azufre a la atmósfera por automóviles, y por generación de energía (por quemar combustibles fósiles), como el que se produce en todas las minas para todos los otros usos. Estamos hablando de algo así como 37 millones de toneladas de azufre que van a dar a la

atmósfera cada año. En ese país nada más. Entonces, la contaminación del aire pues es muy seria por ese lado; pero no todo el dióxido de azufre lo producen los automóviles, también las plantas de generación de energía y sobre todo.

Por otro lado, no todos los males de contaminación que nosotros padecemos son producidos por el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, etc. nosotros también tenemos problemas muy serios por otras cosas: metales pesados. Bueno, los automóviles también producen plomo, y hay serios problemas de plomo en San Luis Potosí, que nosotros ya hemos detectado; pero las fundidoras producen plomo, cadmio, antimonio, arsénico y todo eso se va al aire. Una planta idéntica a la Industrial Minera México aquí en San Luis Potosí fue cerrada en los Estados Unidos porque enviaba 300 toneladas de arsénico al año al aire, entonces la Agencia de Protección Ambiental, decía que nada más podían tirar 180 toneladas. Por eso la cerraron. Y es idéntica a la que funciona aquí en San Luis Potosí. Utiliza el mismo tipo de material también.

Además, los automóviles no producen los clorofluorocarbonos. La gran contaminación de los clorofluorocarbonos la producen los países industrializados. Los clorofluorocarbonos al subir a la atmósfera y llegar a la capa de ozono la destruyen. Esto lo advirtió por primera vez un científico mexicano que estaba de sabático en los Estados Unidos, junto con la gente con que estaba trabajando allá. Entonces ahora se está hablando del agujero de la capa de ozono. Y se está hablando de que la disminución de la capa de ozono que existe actualmente (que es aproximadamente de un 5-6%) puede incrementar en tantos cientos o miles de muertos al año por cáncer, las aflicciones que ya tenemos.

Y así hay muchos contaminantes que no producen los automóviles. En San Luis Potosí, creo que lo principal que tiene en contaminación del aire es esto: el transporte, la termoeléctrica de Villa de Reyes, las plantas fundidoras (Industrial Minera México, principalmente y las otras de la zona industrial). Y además un poco de industrias químicas. Tal vez el resto de las industrias producen más contaminación en los otros medios y no en el aire.

En contaminación del aire me faltó hablar de otra cosa como son los plaguicidas. Se están usando más y más en la agricultura. Los plaguicidas son muy interesantes por este asunto de los ciclos ecológicos. Cuando nosotros empezamos a usar fuertemente plaguicidas en un cultivo, efectivamente matamos a la plaga; pero también matamos al depredador de la plaga, es decir, al que se comía a la plaga y lo mantenía más o menos controlado. Quiere decir que el siguiente año ya no va a haber depredador de la plaga. Entonces cuando tengamos plaga vamos a necesitar (ya sin la ayuda del depredador) más plaguicida. Comercialmente es el sistema perfecto, porque cada vez tenemos que consumir más y más, y tenemos que comprarle más a los que nos lo venden. Pero económicamente y ambientalmente es una tontería. Obviamente tenemos que ir, tender más y más hacia los sistemas biológicos de control de plagas. Eso no quiere decir que jamás vamos a usar plaguicidas; pero no vamos a sobre usarlos tan dramáticamente y tan erróneamente como lo estamos haciendo ahora.

En la contaminación de la tierra una de las cuestiones principales son los desechos industriales sólidos. Para darles una idea de cómo está el manejo, porque la gente cree que los países industrializados manejan muy bien esto, en 1970 y tantos Estados Unidos producía aproximadamente 80 millones de toneladas de desechos sólidos tóxicos. Según el Club sierra, que es un club ecologista de Estados Unidos, solamente el 10% de estos desechos se guardaban (supuestamente) de una manera correcta. El 90% de estos desechos de estos desechos sólidos se tiraban irresponsablemente, es decir, en tiraderos clandestinos. Y si es difícil manejar desechos tóxicos en un tiradero controlado, obviamente en un tiradero clandestino nosotros sabemos que van a pasar desastres. Bueno, así está todo el mundo y el mar, como estábamos comentando, también en grandes cantidades.

Otro problema de contaminación de la tierra es la cuestión agrícola. Cuando nosotros empezamos a añadir grandes cantidades de fertilizantes inorgánicos a la tierra, para aumentar la masa de producción de los cereales por ejemplo, estamos añadiendo los nutrientes limitantes. Esto nos genera más masa, efectivamente, pero necesariamente empobrece el suelo en los micronutrientes. Lo que nosotros logramos es una gran masa de cereales, por ejemplo, de baja calidad, con pocos nutrientes. Los cereales por ejemplo tienen cada vez menos magnesio, que es elemental para la vida, para muchos procesos orgánicos de nosotros. En algún estudio que hicieron, por ejemplo, sobre la Llanura del Medio Oeste de los Estados Unidos se supone que ésta es la fuente de agua más grande del mundo. Entonces ellos nada más hacen un agujerito, bombean hacia afuera y riegan la tierra más fértil del mundo. Así no tiene chiste ser el granero más grande del mundo; pero lo que si tiene chiste es cuidar esa tierra. A los europeos siempre les ha llamado la atención lo descuidados que son los norteamericanos con la tierra. Lo que se ha descubierto es que la capa fértil de la Llanura del Medio Oeste, que tenía 60 centímetros, ahora ya nada más tiene 30. Y eso se ha generado en solamente unos cuantos años, probablemente 50 años de agricultura industrial. Todos los millones de años anteriores no pasó nada, todos los cientos de años se cultivó de otra forma tampoco pasó gran cosa; pero en 40 o 50 años nosotros estamos reduciendo la capa fértil, empobreciendo la tierra, generando desiertos, porque ahí se han generado gran cantidad de desiertos. Por no respetar los ciclos naturales y sembrar cuando venía un ciclo de sequía, el aire voló toda la tierra y quedó desierta una gran extensión de terreno en la Llanura del Medio Oeste.

¿Aquí en San Luis Potosí que tenemos en contaminación de tierra? Pues lo mismo: desechos industriales. No hay tratamiento de desechos industriales sólidos en San Luis Potosí. El único lugar para tratamientos de desechos industriales es un lugar que está en Mexquitic, que está siendo muy cuestionado y que no almacena desechos industriales de San Luis Potosí: almacena desechos industriales de la Ciudad de México y transnacionales.

En contaminación del agua... ¿cuáles son algunas de las cosas que están pasando? El agua se está contaminando sobre todo por los desechos de ciudades: los municipales y los desechos industriales. Los ríos y el mar han sido nuestro tiradero, nuestro basurero. Cuando nosotros descargamos grandes cantidades de desechos de una ciudad, de aguas negras de

un río, pasa una cosa muy importante, que tienen que ver con el ciclo del agua del que hablamos anteriormente.

Nosotros vimos que en el agua es natural que existan desechos orgánicos. Estos desechos son biodegradados a nitrógeno, y el nitrógeno forma otra vez desechos orgánicos y eso alimenta pequeños organismos y eso alimenta peces y eso cierra el ciclo. Aparentemente si nosotros añadiéramos solamente desechos orgánicos al agua no debería pasar nada, puesto que es parte del ciclo natural. Sin embargo, nosotros podemos contaminar no solamente por toxicidad, o porque lo que estamos poniendo es ajeno al lugar (no le corresponde estar ahí), si no también por exceso. Si nosotros ponemos un exceso de desechos orgánicos en el agua, resulta que podemos agotar el oxígeno, es lo que llaman eutroficación de los lagos. Si nosotros tenemos un exceso de materia orgánica de repente, esa materia orgánica no va a poder ser degradada a la velocidad que debería. Cuando se degrade probablemente agotará el oxígeno que existe en el lago o en el río. Pueden flotar grandes masas, por ejemplo de lirio, como ustedes han visto en la superficie de los lagos, que en todo caso debería estar abajo del lago pero no en la superficie, porque en cuanto nosotros la cubrimos ya no entra el oxígeno ni la luz del sol. Entonces ya no hay oxígeno ni fenómenos de fotosíntesis abajo del agua y destruimos totalmente el ciclo natural.

Esto es lo que ocurre con los ingenios azucareros de la Huasteca por ejemplo. Y esto es doblemente trágico porque no hay ninguna necesidad de hacer eso. La industria azucarera del país contamina porque está subdesarrollada y cuando contamina pierde recursos. Cuando nosotros tenemos una industria que trata cuestiones orgánicas, alimentos, vegetales, caña de azúcar, no...

*(cambio de cassette de audio)*

... que no puede ni producir azúcar ahora. Nosotros debíamos tener más y más ingenios que no produzcan azúcar, pero no pueden producir decenas y decenas de productos distintos por medio de la biotecnología, por ejemplo. Esto es lo trágico.

Pero además a los ríos tiramos todos los desechos, las aguas negras de las ciudades. Aquí en San Luis Potosí, les aseguro que si tuviéramos un río, estaríamos tirando toda el agua negra. No tenemos ríos pero tenemos Soledad de Graciano Sánchez antes de Diez Gutiérrez, y echamos todas las aguas negras a Soledad, regamos con esas aguas negras, y tenemos una excesiva proliferación de enfermedades gastrointestinales de todo tipo y bichos de toda especie. Eso puede tratarse; pero no como lo está tratando el Gobierno del Estado, con soluciones de tecnología del primer mundo, que ya han fracasado hasta en el primer mundo. Tenemos que hacer soluciones adaptadas a nosotros. Nosotros por ejemplo, no debemos poner plantas de tratamiento de aguas negras, nosotros tenemos mucho espacio, deberíamos tener lagunas de oxidación en todo caso, si es que generamos esa cantidad de aguas negras.

El caso del lago Erie es muy comentado, porque hay grandes ciudades industrializadas que han tirado sus desechos al lago Erie. ¿que ha pasado en el lago Erie? Aparentemente no ha pasado mucho. Si ustedes miden, la cantidad de producción de peces sigue siendo la misma;



pero el tipo de peces ha cambiado drásticamente. Todas las especies finas desaparecieron y solamente existen las que se llaman especies corrientes: carpa y bagre, por ejemplo. Y las especies finas desaparecieron. Aparentemente esas especies finas necesitan grandes cantidades de oxígeno para reproducirse. En el ciclo de la reproducción de ciertos peces por ejemplo, participan unos animalitos que larvan en el fondo del lago y cuando el oxígeno empieza a bajar en el lago (donde primero baja es en la parte más honda, porque es la que está más lejos del oxígeno que entra de la atmósfera). Y entonces, aparentemente, estas larvas participaban en el ciclo reproductivo de algunas de estas especies que han desaparecido, dejaron de poder reproducirse en el fondo del lago, y por lo tanto desapareció esa especie de pez.

Pero lo más grave de esta situación es que aparentemente una gran cantidad de los desechos que se han tirado al lago Erie están ahí, sedimentados en el fondo, con una posibilidad de que ese proceso se revierta en cualquier momento, por una serie de fenómenos físicos y Químicos que sería un poco largo explicar aquí. El proceso puede revertirse y esos desechos empezar a participar de toda la biología del lago. En esos momentos se acaba el oxígeno del lago y se acaba la vida en el lago. Hay suficiente materia orgánica en el fondo del lago para eutroficarlo totalmente.

La contaminación del agua es particularmente seria en San Luis Potosí, por ejemplo, donde no tenemos agua. Efectivamente, nosotros aquí por ejemplo, oímos hablar de una nueva cultura del agua, algunas autoridades están hablando de eso. Pero hablar es muy fácil. Esto se ha convertido ya, como la ecología, en un eslogan político. Yo pienso que los que necesitan educarse y concientizarse en una nueva cultura del agua, son precisamente los gobernadores, los presidentes y los funcionarios encargados de tratar los problemas del agua en la ciudad. La gente aprende cuando tiene que aprender. la gente ha aprendido que el agua no es importante porque así se a tratado a nivel de autoridades, ha aprendido que nosotros podemos usar el agua aquí como si estuviéramos en la Cuenca del Pánuco, que podemos regar, que podemos usarla en procesos industriales, que podemos usarla en la casa casi como si estuviéramos en la Cuenca del Pánuco.

Por ejemplo con el problema del agua en San Luis (aquí voy a entrar en otra cosa que no es propiamente contaminación pero atañe muy importantemente al abastecimiento del agua aquí en san Luis Potosí), yo predigo que el programa del gobernador para resolver el problema del agua va a fracasar rotundamente, nació fracasado por varias razones. Primero porque no han sabido plantear correctamente el problema. Ellos están hablando de reducir el consumo de agua de los excusados. Como ya hemos analizado eso es un problema importante, es importante que toda la gente reduzca su consumo de agua; pero yo propongo que hay que empezar a resolver los problemas de los más grandes a los más chicos, y de los más fáciles de resolver a los más difíciles. Cuando nosotros ya planteamos eso, el enfoque es totalmente distinto: ¿cuáles son los consumos más grandes de agua? 1) Irrigación en la cuenca del área de Villa de Reyes en San Luis Potosí, del agua del subsuelo. Fíjense en las cifras comparativas: mientras nosotros gastamos aproximadamente cincuenta millones de metros cúbicos al año en la ciudad, con todo y sus industrias urbanas (50, vamos a apartar esa cifra),

consumimos aproximadamente 120 millones de metros cúbicos al año de irrigación. ¿dónde es más importante ahorrar? ¿en los excusados? Pues sí, hay que ahorrar en los excusados; pero tenemos que regar de otra forma, tenemos que ser mucho más ahorrativos en el uso de agua para riego. Hay sistemas para regar el desierto, y esto es un desierto. Y nosotros regamos como si estuviéramos con grandes cantidades de agua, en abundancia. Entonces, si nosotros redujéramos a la mitad los 120 millones de metros cúbicos al año de irrigación, ya estaríamos ahorrando más agua de la que consume toda la ciudad con todas sus industrias urbanas. Obviamente hay que enfocar el problema de otra manera.

Después: 2) la Termoeléctrica de Villa de Reyes y la Productora Nacional de Papel Destinado, alisa PRONAPADE, juntas, consumen la mitad y las dos terceras partes (vamos a suponer que es la mitad para ser conservadores), de lo que consume, toda la ciudad con sus industrias urbanas, unos 25 millones de metros cúbicos entre las dos. ¿Dónde es más fácil reducir el agua? ¿Metiendo cien mil excusados nuevos en la ciudad de San Luis Potosí? ¿O controlando a dos industrias? La PRONAPADE y la Termoeléctrica de Villa de Reyes no deben consumir un solo litro más de agua a partir de mayo; pero no lo van a hacer. Es más, están siendo solapadas por este programa del Gobierno del Estado, y están siendo escondidas. No se habla de ellas, no existen la Termoeléctrica ni PRONAPADE en todos los años que lleva ahí, es una multiplicación muy sencilla. ¿Para cuántos años de abastecimiento de agua hubiera sido suficiente eso en la Cd. de San Luis Potosí?.

Además este programa es un fracaso porque no tiene suficiente concertación ciudadana. Están trabajando solos, aislados, “para que no se sepa lo que estamos haciendo, aquí la lana la distribuimos nosotros, y nosotros decimos que se hace”. También va a ser un fracaso porque no están juntando a la Universidad. La Universidad es la que tienen más información y más capacidad técnica para resolver los problemas del agua en San Luis Potosí y la Universidad está siendo hecha a un lado por el Gobierno del Estado.

Bueno, vamos a... ¿cuánto tiempo llevamos? Voy a tratar de acelerar. Para decir solamente una cosa rápidamente sobre la tecnología. Esta es una parte central de la plática, para que se entienda lo que estamos tratando de decir.

## **LA TECNOLOGÍA**

Obviamente nuestro tipo de tecnología ha ido variando con el tiempo. Nosotros vivimos miles de años, sobre esta tierra, alimentándonos, procreándonos, etc. y no habíamos tenido mayor impacto ecológico.

Aquí, para abreviar, yo quiero lanzarme a lo que ha sucedido después de la segunda guerra mundial y demostrar que hay un impacto muy importante de la ciencia en la tecnología. Esa visión romántica de la ciencia y del científico por ahí es buena, pero es un poco falsa. Normalmente el científico está dedicado a producir algo que va a tener un impacto muy directo y muy importante en la forma de vida de la gente.

La guerra mundial, que siempre me cayó gorda ahora me cae más. Cuando yo estaba en la preparatoria y todo mundo leía libros de la segunda guerra mundial, yo me oponía terminantemente a leer, no quería saber nada de la segunda guerra mundial. Todo mundo decía que la segunda guerra mundial (que las guerras en general) eran grandes hitos de desarrollo y de progreso. Absolutamente falso. Las guerras han servido de para que la humanidad oriente cada vez peor su desarrollo.

Antes de la segunda guerra mundial hubo un desarrollo científico muy importante: el descubrimiento y el manejo de átomo así como otra cosa fundamental: la síntesis orgánica. Con esta nosotros empezamos a sintetizar sustancias orgánicas en el laboratorio. Desde luego formamos urea, formamos aminoácidos y proteínas. Pero después empezamos a formarla un poco por azar, y haber que salía y lo que salía después veíamos para que servía. Pero de eso ahorita, nosotros hemos pasado una situación en la que podemos diseñar por computadora, a priori, que compuesto queremos crear y casi podemos predecir que propiedades va a tener ese compuesto, porque sabemos que un anillo de tal tipo le da tal propiedad, y que un ligamento de tal tipo le da esta otra propiedad, que la presencia de cloro, etc. y entonces poco a poco nosotros podemos diseñar los compuestos orgánicos que queramos sintetizar y después los sintetizamos. Todo esto fue un evento muy importante, y les voy a dar una idea: el doctor Barry Commoner propone, por ejemplo para Estados Unidos, que el aumento de 200% a 2000% en la contaminación ambiental que ocurrió de 1945 a 1965 más o menos, en términos globales no se debe ni a aumento de población (porque la población no aumentó tanto... un 20 o un 25%), no se debe a un aumento en la producción (porque la producción tampoco aumentó tanto), pero sí se debe a un cambio en el tipo de tecnología y en el tipo de productos que se obtuvieron. Y entonces pasa a demostrar eso analizando la producción, toda la producción de los diferentes tipos de compuestos que ha habido en las últimas décadas y descubre unas cosas muy interesantes.

Por ejemplo:

- La producción de botellas desechables aumentó un 53, 000% en esos 20 años.
- La producción de caballos disminuyó un 87%
- Las fibras sintéticas aumentaron 5, 980%
- El mercurio para producir cloro un 3, 930%. Todos los procesos sintéticos orgánicos requieren grandes cantidades de cloro ¿por que? Porque el cloro es muy reactivo, entonces meten productos intermedios de cloro que van a permitir que ese reaccione con otra molécula para producir lo que finalmente quieren obtener. Y para producir cloro se necesita mucho mercurio y mucha electricidad. Entonces aumenta el consumo de mercurio que también es muy tóxico, y de cloro que es altamente reactivo.
- El mercurio en pintura 3, 120%
- Los compresores para aire acondicionado 2, 850%. Aquí en México, en general, son absoluta y totalmente innecesarios los aires acondicionados.
- Los plásticos 1, 960%
- El nitrógeno fertilizante 1,050%

- Los electrodomésticos 1, 040%
- Los Químicos orgánicos sintéticos 950%
- El aluminio 680%
- El gas cloro 600%
- La energía eléctrica 530%
- Los plaguicidas 390%
- La pulpa de madera 313%
- El transporte por camión 22%. Antes se hacía más por tren, que es mucho más ecológico, menos contaminante.
- La electrónica comercial 217%
- El consumo de combustible 190%
- Y el cemento 150%

Aquí hay una cosa muy interesante, mientras todo esto aumentó tanto, el consumo, la electricidad, etc., los benefactores básicos para la población no aumentaron. Entonces... ¿para que tanto consumo de energía? ¿Y para que tanta producción de todas estas chácharas? La gente no vivió mejor. Yo propongo que vivió peor y que vive peor todavía ahora. Se tenían los mismos indicadores de vivienda, los mismos indicadores de educación, los mismos indicadores de vestido, los mismos indicadores de transporte. Entonces... ¿que fue lo que mejoramos? No se mejoró ningún indicador importante mientras aumentaba todo esto... ¿dónde está el progreso? Sin embargo esto produjo en promedio un aumento de la contaminación de un 200 a un 2000% pero esto es una cantidad, el impacto cualitativo no fue de 200% fue de muchísimas más veces, porque estamos inyectando al medio ambiente una serie de cosas, les voy a decir que estamos inyectando: aproximadamente 5,000 compuestos Químicos sintetizados al año que no existían antes y que no sabemos como tratar. Una cosa muy importante: que no hay enzimas que los biodegraden, todas las cosas para participar en los ciclos biológicos de que hablamos antes, tienen que tener enzimas que los biodegraden, estos compuestos sintéticos nuevos no tienen, no existen enzimas que los degraden. Entonces...¿que está pasando? Se están acumulando en la naturaleza. Además son totalmente ajenos a todo un proceso de evolución que duró millones de años, entonces obviamente están envenenando el medio ambiente. Todos estos son, carcinogénicos en potencia prácticamente todos es que es lógico. Si nosotros vivimos y evolucionamos durante millones de años con un medio ambiente con ciertos tipos de compuestos, y de repente inyectamos miles y miles de compuestos nuevos, completamente ajenos a nuestro organismo, ¿por que vamos a vivir tranquilamente respirándolos? ¿o tomándonoslos? ¿o teniendo contacto con ellos en la tierra? Efectivamente muchos de ellos son carcinogénicos. Ya en 1970 y tantos, la sociedad de inmunólogos había dicho que el 70% de los cánceres eran ambientales. Y hoy por hoy, la sociedad de cáncer, la American Cancer Society, que es absolutamente conservadora y que no había querido decir nada, está diciendo que la mayoría de los cánceres en los Estados Unidos son por razones ambientales.

Otra cosa notable en este proceso de evolución tecnológica es que todas las cuestiones básicas aumentaron igual que la población: alimentos, textiles, ropa, aceros. Pero los que disminuyeron también son interesantes:

- El transporte en tren aumentó solamente 17%, mientras que la población aumentó más
- La madera disminuyó un 1%660.
- La fibra de algodón disminuyó un 7%. No sé si alguien de aquí me puede asegurar que las camisas de fibra sintética son mejores que las de algodón.
- Las botellas retornables disminuyeron un 36%
- La lana disminuyó 42%
- El jabón 76%
- Y la potencia animal 87%

El caso de jabón es un caso muy interesante: ¿por que fue sustituido el jabón? Por detergentes. El jabón tenía miles de años en la naturaleza, la gente lo había utilizado por todo este tiempo y no había pasado nada. De repente introducimos detergentes. ¿por que introducimos detergentes? ¿es más sabroso bañarse con detergentes? ¿es mejor lavar con detergentes? Es un fenómeno económico: obviamente es más fácil para una línea industrial recibir una pipa de Petróleos Mexicanos que descarga, se somete a una serie de procesos y se saca por otro lado detergente del duobencilbenceno que le acaban de entregar, que estar haciendo un proceso natural con grasas y aceites vegetales. Es más seguro, es más redituable, entonces aquí la razón es económica. No es de bienestar para nadie.

Después se dice que estamos en una sociedad libre. Que si nosotros queremos (supuestamente estamos ya educados y concientizados, sufrimos ya un proceso muy largo de educación), y ya sabemos que no debemos usar detergentes entonces podemos ir al supermercado y no comprarlos. Pero por Dios, eso es ridículo, si es lo único que ponen en los estantes de los supermercados: detergente. La gente tienen que comprar detergente, esa es la opción que le dan. Y además ni siquiera se la debería estar fuera. La comunidad, la población civil no tienen por que estarse defendiendo de su propio sistema productivo. El sistema productivo debe estar al servicio de la comunidad. Y bueno, muchas de estas cosas han ido en detrimento del propio productor, muchas veces del propio productor y desde luego del consumidor. Un ejemplo son los experimentos que se han estado haciendo últimamente sobre tomar una extensión de tierra que está en medio de un montón de granjas, (que tienen 30 años trabajando con la agricultura industrial super fertilizada) y de repente haremos una granja en medio. Ya se hizo el experimento, esa granja se cultiva con métodos orgánicos, de abono orgánico, como se utilizaba antes. Además el nitrógeno que se producía ahí era gratis, lo producían los microorganismos, no teníamos que comprarlo. Y el suelo no se empobrecía, ni se degradaba, lo cuidábamos. Pues resulta que ahora esas granjas, con ayudas mecánicas modernas, pero con los procesos antiguos, están resultando más productivas que las granjas industrializadas que están al lado. Entonces... ¿dónde está la ventaja?

El caso de los carros, como por ejemplo del desarrollo de tecnología es un caso muy interesante también, a propósito de este asunto del detergente. En 1950 y tantos, como ustedes saben, se empezaron a tener problemas muy serios de contaminación del aire. El smog se les formaba y no sabían de donde venía. Empezaron a meter muy estrictas medidas de control. Y empezaron a controlar sus fábricas (sobre todo las que producían grandes

cantidades de hidrocarburos) y redujeron drásticamente las emisiones de las fábricas. Y el smog siguió existiendo. Total, que poco a poco, después de muchos ir y venir descubrieron que el gran culpable era el automóvil. Pero ahí se amolaron, pero ellos tienen y todos tenemos varias décadas tratando de que hagan un automóvil mejor y esto no les interesa a las fábricas. Las fábricas no han querido invertir en desarrollo tecnológico para producir un motor y un combustible que no contamine. Si les dicen otra cosa es falso. ¿Cuáles son los grandes problemas del automóvil? Produce mucho óxido de nitrógeno, sobre todo este es el gran, gran problema del automóvil. ¿Por qué se forma el óxido de nitrógeno? Porque el nitrógeno y el oxígeno del aire, que aquí en el aire no se combinan y no forman óxidos de nitrógeno afortunadamente, cuando se someten a grandes presiones y a altas temperaturas de un motor de combustión interna, forman óxidos de nitrógeno. ¿Qué ha hecho la industria del automóvil al respecto? Aumentar la razón de compresión para que los automóviles sean más comerciales y podamos rechinar las llantas en la Avenida Carranza. Esos automóviles producen más óxidos de nitrógeno, no menos. Obviamente está totalmente mal orientado.

## ENERGIA GENERACION Y USOS

Vamos a pasar al asunto de la energía. La energía es un asunto muy ilustrativo también. Nosotros usamos sobre todo combustibles fósiles y sobre todo petróleo. El petróleo se utiliza desde luego porque está disponible y porque tenemos la tecnología para utilizarlo. Y porque es un combustible que se puede usar en automóviles, se puede refinar, se pueden producir gasolinas, se puede meter en el tanque de un automóvil, se puede utilizar en el transporte por lo tanto. Es un combustible más limpio que el carbón, pero no es un combustible limpio, porque como combustible fósil tiene forzosamente azufre, unos contienen más, otros menos, pero todos al quemarse forman dióxido de azufre. ¿Cuál es el problema con el dióxido de azufre, con los óxidos de nitrógeno, con los compuestos clorados que van a la atmósfera? Pues muchos como ustedes ya se pudieron dar cuenta. Por ejemplo, el dióxido de azufre inhibe la capacidad pulmonar para defenderse de otros contaminantes, entonces se sinergiza con otros contaminantes para producir más problemas pulmonares. Pero también, igual que los óxidos de nitrógeno y los compuestos clorados suben y se precipitan. Cuando se precipitan, una gran proporción de esos compuestos se precipitan como compuestos ácidos, es lo que llamamos la lluvia ácida o la precipitación ácida. La lluvia ácida o la precipitación ácida está causando ahorita muchos problemas. Como ustedes saben, se supone que el 30% del bosque negro de Alemania está irreversiblemente dañado, y hay cientos, cientos de lagos en todo el mundo, muertos por exceso de ácido, de lluvia ácida. Esta precipitación ácida cae en la tierra, acidifica el terreno, genera una lixiviación de ciertos compuestos, daña irremediablemente al árbol y el árbol muere. Y el problema es que si plantamos otro árbol en ese terreno ya no sale tampoco. O sea, el problema es en el suelo. El problema es tan serio que mucha gente está tratando de rehabilitar lagos, por ejemplo, echándoles cal. ¿Pero se imaginan la cantidad de cal que necesitamos para rehabilitar todos los lagos que están muertos? Y además es ridículo, estamos generando más contaminación: ¿de dónde sacamos esa cal? Como generamos ¿de dónde sacamos la energía para producir esa cal? ¿qué efectos tiene la cal en el lago? Necesitamos ser un poco más humildes respecto a eso. Por

ejemplo, en Estados Unidos resultó que el cáncer de piel se empezó a incrementar (desde luego ahorita está incrementándose por el problema del ozono); pero resultó que los arquitectos empezaron a hacer edificios cada vez más cerrados, edificios con climatización e iluminación artificial. Después descubrieron que la gente estaba adquiriendo cáncer de piel. La gente que pasaba demasiadas horas en esas condiciones adquiría cáncer de piel por falta de exposición al sol. Porque las lámparas esas de gas neón no contenían ciertos rayos que contiene el sol, que evitan que dé cáncer. La falta de esos rayos provocaban cáncer en la piel. ¿Que hicieron? ¿ustedes creen que sabiamente empezaron a abrir edificios y tumbar paredes? Trataron de diseñar una lámpara de neón que si tuviera esos rayos que les faltaban. Eso es una prepotencia absurda y ridícula, y se los dice un ingeniero, un tecnólogo, créanmelo.

Entonces, en combustibles fósiles tenemos algunos problemas. Se supone que las reservas de petróleo del mundo aguantan como para unos 50 años, por dar una cifra más o menos global. Fue muy ilustrativo el problema que hubo en Estados Unidos: el embargo de petróleo en 1963. Porque ahí se descubrieron muchas cosas. Se descubrió, por ejemplo, que en el subsuelo de Estados Unidos hay suficiente petróleo; pero que las compañías ya no tenían suficientes dividendos, al sacarlo, refinarlo y venderlo. Y que por lo tanto, prefirieron sujetar su país a una escasez de petróleo y a una dependencia de otros países productores que producirlo bajo esas condiciones. Esa fue una cosa que quedó absolutamente clara. Desde luego el petróleo está costando cada vez más y más. ¿Por que? Porque cuesta más encontrarlo y por lo tanto cuesta más producirlo. Y entonces aquí hay un problema serio de capital y aquí entra nuevamente la economía. Es cada vez más caro producir la misma cantidad e petróleo....

*(cambio de cassette)*

... termodinámica para entender por que estamos haciendo todo mal en energía. La termodinámica es una ciencia extraordinaria que está basada en tres leyes. La primera y segunda ley fundamentalmente y la tercera que no es igualmente importante. Pero la primera y la segunda ley son fundamentales para entender lo que pasa con la energía. La primer ley simplemente dice que la energía se conserva. Esa la entiende todo el mundo, aunque a veces parece que no. dice que no es posible ahorrar energía, por ejemplo. Es una tontería decir que estamos ahorrando energía, estrictamente hablando, en términos termodinámicos. La energía no se puede ahorrar, la energía no se destruye, la energía se conserva. Entonces... ¿cómo la ahorramos si se conserva ya de por si, por ley física? Pero la segunda ley de la termodinámica nos explica el quid de este asunto. La segunda ley de la termodinámica nos dice que no es posible hacer un motor tal, que toda la energía que la metamos se transforme en trabajo. Esto es, que nosotros tenemos que tomar energía calorífica. Pero lo interesante no es nada más eso, ni principalmente eso, lo interesante es que nosotros terminamos con la misma cantidad de energía; pero la cantidad, esa cantidad de energía que queda después del proceso tienen menos capacidad para hacer trabajo.

La misma segunda ley de la termodinámica nos explica otro tipo de procesos. Nos explica, por ejemplo, por que existe el tiempo, por que no podemos pasar de un proceso más probable a uno menos probable espontáneamente. Nosotros sabemos que cuando guardamos un gis, un borrador y cuando lo soltamos se cae al suelo; pero cuando ustedes pasan una de esas películas que se regresan, y el gis se levanta y se le va a la mano de quien lo tiró, les da mucha risa ¿no es cierto? Da risa porque eso no sucede, es un absurdo; pero lo más interesante es que es un absurdo principalmente desde el punto de vista de la segunda ley de la termodinámica. El que inventó esta ley curiosamente era un ingeniero y economista francés, Carnot, a la edad de 28 años. También es muy interesante la termodinámica porque hay muchos físicos que no la entienden. Entienden muy bien todas las leyes de la física: que el gis cuando lo sueltan se cae, que la ley de la gravedad, Newton y todo ese rollo; pero cuando se les habla de la segunda ley de la termodinámica. Ninguna ley de física, la ley de Newton, no dice que el gis no se puede levantar y subir a la mano. Dice que hay conservación de energía de acuerdo con cierta ley de gravedad. Pero no dice que el gis no se pueda elevar y subir a la mano de la persona, eso no lo dice las leyes de física. Eso nada más lo dice la segunda ley de la termodinámica.

Y entonces cuando nosotros entendemos que lo importante es conservar trabajo, y no energía, es cuando descubrimos la falacia de todo lo que estamos haciendo. Por ejemplo, durante muchos años, la eficiencia en el uso de la energía se ha calculado a través de la primera ley de la termodinámica, eso es un grave error, esta lo único que nos dice es que la energía se conserva, y a nosotros lo que nos interesa es el trabajo que podemos obtener de la energía. Cuando nosotros calculamos por ejemplo la eficiencia con que utilizamos la capacidad de hacer trabajo de esa energía, descubrimos que su energía es muchísimo más baja. Y les voy a dar algunos ejemplos, cuando nosotros calculamos la eficiencia con que un vehículo (un transporte) usa la energía descubrimos un factor como de un 65%. Eso quiere decir que, mejorar la eficiencia de utilización es muy difícil; pero cuando calculamos la eficiencia que realmente importa, que es nuestra eficiencia de la segunda ley de la termodinámica, descubrimos que la eficiencia con que estamos utilizando el combustible nada más del 8%. Estamos desperdiciando el 92% de la capacidad de hacer trabajo de ese energético, cuando lo usamos en un automóvil, y lo estamos usando con una eficiencia nada más del 8%. También por cálculos que hizo la Sociedad Americana de Física, se sabe que por ejemplo, en el mismo transporte, pero utilizando un transporte más eficiente, es posible aumentar la eficiencia de utilización de la segunda ley de la termodinámica, aún podríamos estar utilizando la mitad de los energéticos sin mayor problema, sin cambiar inclusive nuestro sistema de vida, podríamos utilizar la mitad de los energéticos que estamos utilizando para el transporte. Pero esto, a la industria automovilística y a la industria de los energéticos no les importa. Ese es el grave problema. Entonces necesitamos encontrar, empezar a considerar factores sociales.

Aquí está el gran problema, y esa es otra de las partes básicas de esta discusión: que los recursos naturales, las riquezas naturales con que nos provee la naturaleza y nuestras necesidades debería determinar el sistema productivo, que es el que produce los bienes que nosotros necesitamos. Suena lógico... ¿no? después, como utilizamos esos bienes para



satisfacer nuestras necesidades debería determinar el sistema económico. También suena muy lógico. Pero el mundo está exactamente al revés. Lo económico es lo que determina la producción, como ya vimos en el caso de los energéticos, de los detergentes, de muchas otras cosas. Y el sistema de producción es el que determina que recursos son los que le sacamos al medio ambiente y como los utilizamos. Está exactamente parado de cabeza. Por eso Barry Commoner decían que la tecnología actual era así como una mesa de tres patas, porque obviamente se deberían tomar en cuenta: la técnica, la economía y la ecología. O sea el medio ambiente y la biología de ese medio ambiente y los seres humanos que la habitan para desarrollar una tecnología. Pero sin embargo toda la tecnología que nosotros hemos desarrollado, la nueva tecnología de la que hablamos, posterior a la segunda guerra mundial, es una tecnología a la que le falta una de las patas: que es el entorno, la biología del entorno, y nada más toma en cuenta la técnica y la economía. Por eso yo digo que los países industrializados son países tecnológicamente subdesarrollados. Son desarrollados en el sentido en que han logrado el desarrollo en la dirección que ellos quisieron. Son socialmente subdesarrollados, por lo tanto tecnológicamente subdesarrollados (porque la tecnología no es más que una aplicación social de la técnica), porque no responden ni a la biología del entorno, ni a las necesidades sociales.

Esta también es el carbón. El problema que tiene es que produce todavía más dióxido de azufre que la gasolina y además produce partículas. Y ahora que se empezó con ese asunto de que el CO<sub>2</sub> estaba aumentando en la atmósfera, y estaba aumentando la temperatura global de la atmósfera, los nuclearistas se pusieron muy contentos y dijeron “ah, entonces la cosa viene pa’ca, nos van a producir ya, no van a poder usar ya combustibles fósiles, nos queda la energía nuclear”. Pero están también totalmente equivocados.

Sin embargo, curiosamente, el carbón tienen una ventaja: va a durar, probablemente 500 años más. Puede durar a la tasa actual de consumo, por lo menos 500 600 años más. Y además, curiosamente, está mejor adecuado a los requerimientos de la eficiencia de la segunda ley de la termodinámica. Los usos que se le han dado, la energía que se produce por el carbón. Entonces, ¿que es lo que deberíamos hacer de todo este asunto? Bueno, nosotros usamos combustibles fósiles, petróleo y carbón para producir energía eléctrica. Cuando nosotros producimos energía por medio de una planta de generación de energía, la eficiencia con que generamos esa energía eléctrica es como de 35%. Es bastante baja, el desperdicio de trabajo en este tipo de--- es muy alto. pero bueno, ya producimos esa electricidad. aquí ya hay un problema global por el asunto de la lluvia ácida. Ahora la electricidad: cuando nosotros transformamos electricidad a movimiento, la eficiencia de la segunda ley para producir electricidad a movimiento, movimiento a electricidad es muy alta, es casi del 100%. Entonces, una vez que nosotros producimos electricidad es muy eficiente utilizar electricidad para mover motores, es muy eficiente entonces utilizar electricidad para transporte eléctrico, por ejemplo. Es mucho menos eficiente, como ya vimos, utilizar combustible para mover motores, aún la eficiencia global; pero lo mas ineficiente es usar electricidad y usar combustibles de alta temperatura para calentar, para ambientar, para subir la temperatura de un cuarto, bueno, esto nos lo explica Carnot y la segunda ley de la termodinámica de la siguiente manera: para que nosotros obtengamos la mayor eficiencia en

la segunda ley de la termodinámica es necesario que el objetivo energético que nosotros tenemos esté lo mejor adecuado posible a la calidad energética de la energía que estamos utilizando. La calidad energética se mide en gran medida por la temperatura. Si nosotros tenemos una alta temperatura es una energía de alta calidad, entonces podemos obtener altas temperaturas quemando por ejemplo, petróleo a presión, por ejemplo, la calefacción es un objetivo, un propósito, que requiere energía de baja calidad. ¿por que? Porque si queremos calentar a 21 a 25 grados, con que tengamos algo a 30, 40, 50 grados, podemos calentar eso a 25 grados fácilmente. Por eso en Moscú y en Nueva York se usa desde hace mucho tiempo el gas que sale de las chimeneas de las plantas de fuerza, el gas de desecho para calentar la ciudad. Entonces ahí tenemos una energía de baja calidad pero un requerimiento de baja calidad. Necesitamos conjugar esos para obtener una eficiencia alta. Pero si nosotros usamos energía eléctrica para calefacción, estamos dándole uno de los usos más ineficientes que existen. Entonces estamos sobre utilizando la electricidad, eso resulta muy claro, estamos utilizando más y más la electricidad para producir calor en el hogar... ¿si o no? calentadores eléctricos de todo tipo, tostadores de pan, etc., etc. y desde luego estamos usando electricidad para mover motores en la cocina por ejemplo; pero en exceso y ridículo. No cocinamos mejor ni más rápido ni más cómodo muchas veces utilizando el todos esos aparatos, nomás tenemos muchos aparatos que lavar. Entonces son cosas realmente innecesarias, energéticamente.

Entonces, en la búsqueda de una fuente energética que conjugue su calidad con la necesidad, nosotros podemos utilizar electricidad par transporte, eso es muy eficiente, y no es contaminante ahí, in situ. Podemos utilizar gas de desecho de chimeneas para calentar lugares, o podemos utilizar otra cosa. Después vamos a ver por qué entonces la energía solar resulta tan adecuada para esto.

Bueno, después viene la energía nuclear. La energía nuclear afortunadamente ya fracasó. Tenía grandes expectativas. La mayor expectativa era porque supuestamente era una energía muy económica. Era una fuente inagotable, increíblemente eficiente, que nos iba a dar energía barata. Bueno, pues ni es inagotable, ni ha sido inagotable porque el uranio 235 es bastante escaso, relativamente; ni ha sido eficiente. Una de las formas de medir la eficiencia de un combustible es ver cuanta energía se requiere para producir en primer lugar ese combustible. Pues resulta que la energía requerida para producir energía nuclear es muy alta, la ganancia neta es muy pequeña. Entonces, eso ya lo admite todo el mundo, hoy por hoy, la aceptan hasta en la Comisión Federal de Electricidad en donde son una bola de mentirosos.

Pero, nada más para comentar, la energía nuclear tiene gravísimos problemas y ustedes ya los conocen. La radioactividad: ¿por qué la radioactividad? Pues bueno, porque el uranio 235 es altamente radioactivo, y se tiene que utilizar en grandes cantidades. Si tuviéramos un sistema basado en la energía nuclear, tendríamos que andar transportando combustibles, combustibles enriquecidos, reprocesados, desechos, por todo el país, de un lado para el otro. Y con que perdiéramos una fracción porcentual del 0.2 o 0.3% de ese combustible, (díganme

¿que inventario no pierde? los que hayan llevado inventarios alguna vez de algo, todos los inventarios pierden). Tendríamos desastres, verdaderos desastres.

Además, el combustible ya usado es altamente radioactivo y nadie sabe que hacer con él. a la fecha nadie sabe que hacer con el combustible radioactivo. Entonces lo han tirado a los océanos. Todas las plantas de energía nuclear tienen su pileta, como la tiene aquí la de Laguna Verde y dicen “bueno, cuando vayamos gastando el combustible, lo vamos a ir echando en esa pileta”. Pues si pero esa pileta se va a llenar. La Comisión dice que la de Laguna Verde se va a llenar en 10 años. Entonces seguramente se va a llenar como en cinco. ¿Qué va a pasar cuando nosotros ya no sepamos donde almacenarlo? No se sabe que hacer. Ese combustible dura 200 mil años altamente radioactivo. ¿Quién lo va a cuidar 200 mil años? Y ¿en que contenedor va a aguantar 200 mil años? Entonces se puede hablar de soluciones absurdas, de enterrarlo a 60 km. de profundidad, de meterlo en minas de salde lanzarlo al espacio, etc., etc. a la fecha no hay una solución e irresponsablemente todos los productores de energía vía núcleo eléctrica están tirando los desechos radioactivos a donde se les pega la gana. Aquí hay desde luego rumores de que en México estamos aceptando desechos radioactivos de los Estados Unidos. Es el gran problema actual. Todos los países industrializados están mandando sus desechos a los países subdesarrollados. Entonces ahora resulta que los países subdesarrollados ni tienen la ventaja económica, ni tienen la supuesta ventaja tecnológica, ni tienen nada; pero si tienen todos los desechos.

Y entonces, se ha pensado en otras cosas, por ejemplo la fusión. La fusión es precisamente el tipo de reacción que ocurre en el sol. Se necesitan aproximadamente varios millones de grados centígrados para producir fusión. Nadie a podido hacer un contenedor que aguante varios millones varios millones de grados centígrados y además hay que producir esa temperatura. Y además ahorita ya se está produciendo energía por fusión nuclear en algunos laboratorios, extremadamente caros, pero está resultando más caro producirla que lo que produce. Hay una pérdida neta de energía cuando ahorita se produce energía por fusión. Hizo mucho revuelo últimamente la tal fusión fría, porque unos químicos dijeron “nosotros podemos absorber deuterio en un metal, ese deuterio al absorberse en el metal lo podemos capturar con cierta densidad, luego lo podemos desintegrar y podemos producir energía, todo en frío, nada de millones de grados centígrados”. Esto causó un gran revuelo pero a la fecha lo que está quedando de ese asunto es que no es nada que aún esté probado, que no es nada que pueda servir para algo, y ya regañaron a los científicos que se super, hiper anunciaron en todos los medios, por andarse haciendo tanta publicidad de algo que no está científicamente comprobado.

Entonces por ahí, no hay para donde hacerse. La energía nuclear nunca llegó a ser parte importante de la producción de ningún país. En Francia llegó a ser una parte razonablemente importante, algo así como un 30 y tantos o un 40% de la energía eléctrica. Francia es el país que más energía nuclear produjo, Suecia era productora de plantas nucleares, la URSS y los Estados Unidos. Nadie está produciendo ya reactores nucleares. En Estados Unidos desde 1973 no se les ha hecho ningún pedido y ya no se ha inaugurado ninguna nueva planta desde hace 15 años. Las plantas que se terminaron las han tenido que transformar a termoeléctricas

convencionales, que es lo que se proponían hacer aquí en Laguna Verde. Laguna Verde seguramente va a cerrar, inclusive México ya suscribió una comunicación de la Comisión Latinoamericana de Energía a las Naciones Unidas, donde dice que la energía nuclear no sirve para nada, en las condiciones actuales. Y si México está suscribiendo internacionalmente eso entonces para qué está teniendo ahí a Laguna Verde. El Chiste es que Laguna Verde ha tenido muchos problemas, y no ha podido arrancar, ni podrá, afortunadamente. Pero ya cometieron el grave error de contaminarla, ya la cargaron, ya está radioactiva la planta. Y ustedes saben que desmantelar un planta nuclear cuesta tanto como armarla. ¿Por qué? Porque está radioactiva. No es lo mismo desarmar fierros común y corrientes, que fierros radioactivos. Entonces se proponía que se transformara en una termoeléctrica convencional, que es lo que ha hecho Suecia, lo que ha hecho Nueva York, etc. Italia cerró todas sus plantas nucleares. Suecia decidió terminar su programa, tendrán algunas funcionando, pero ya nada más hasta que terminen de funcionar. Estados Unidos no ha podido arrancar una desde hace 15 años, y en este contexto fue que nosotros iniciamos una planta que se llama Laguna Verde porque nos íbamos a meter al desarrollo, a la punta, a la vanguardia del desarrollo tecnológico. Ridículo, totalmente ridículo, era una planta obsoleta que está en decadencia en todo el mundo, que económicamente es la más cara, que no teníamos ninguna necesidad de abrir, porque se supone que en el mejor de los casos nos surtiría alrededor del 2 o 3% de la energía eléctrica que necesita el país. Si nosotros nos ponemos ahorita a ahorrar energía, podríamos ahorrar a lo mejor el 30 40%. Los grandes desperdiciadores de energía en este país son Petróleos Mexicanos y la Comisión Federal de Electricidad, y desde luego todos los procesos industriales. Los transportes, etc., etc. como acabamos de ver según la segunda ley de la termodinámica.

Entonces ahí entra la energía solar. ¿Qué puede hacer la energía solar? ¿cuáles son las expectativas? Yo no estoy, para serles franco, tan al día como me gustaría estar en ese asunto de la energía solar; pero creo que no ha podido variar mucho en los últimos años. Esto es en parte porque nadie le ha dedicado los recursos que le podían haber dedicado. Porque en primer lugar resulta que se supone que no se puede utilizar porque es una fuente muy dispersa de energía. Pero bueno, eso también le da ventajas. Le da las ventajas de que todo el mundo tiene acceso a esa energía. Una ventaja que generalmente, a los gobiernos de ningún país, hasta ahorita que yo conozca, le gusta. Les gusta que la gente compre energía a las compañías privadas o a papá gobierno, pero no les gusta que la gente produzca su propia energía. ¿Por qué? Es una perversión del estado moderno. Entonces... esa es la desventaja o es lo que considera desventaja: el estado o la gran empresa productora de energía. Entonces es factible, totalmente factible, que en un momento dado toda la calefacción de agua y ambiente ocurra por energía solar. Aquí en México, en San Luis Potosí, yo estoy seguro que apenas si necesitaríamos los sistemas de soporte para hacer funcionar la energía solar que tiene el problema que todos sabemos, de que hay noches, días nublados, fríos, lluviosos. Eso significa que para que no tengan sistemas de almacenamiento de energía demasiado grandes y antieconómicos, tienen que tener energía de soporte. Pero en México y estoy seguro de que aquí en San Luis Potosí, nosotros podríamos tener sistemas de calefacción de este tipo 95% solares y 5% de soporte, perfectamente económicos, sociales y útiles.

Hay otra cosa, la energía del sol es muy difusa; pero es de alta calidad, porque lo que importa en la calidad es la temperatura de la fuente y la temperatura del sol es de millones de grados centígrados. ¿Qué significa esto? Que nosotros podemos reconcentrar esa energía sin costo, bueno, sin costo energético, sin trabajo. esto es, nosotros podemos agarrar espejos cóncavos, etc. y concentrar la energía. La prueba de que es una energía de alta calidad es que ustedes pueden agarrar una lupa y encender un fuego. Entonces hay que concentrarla.

Se dice, que necesita mucha superficie. También se han hecho cálculos, sobre eso. Es posible en algunas centenas de kilómetros cuadrados producir toda la energía que necesita el país, vía colectores de energía solar. Desde luego hay que ver la parte económica de todo este asunto; pero esto se puede ir viendo poco a poco, se tiene que hacer empezando por las...

Entonces la energía solar es una energía que se adapta. Si queremos que sea de baja calidad, es de baja calidad y alta eficiencia. Si queremos que sea de alta calidad, es de alta calidad y alta eficiencia. A diferencia de los otros tipos de energía, que por el simple hecho de quemar petróleo o carbón ya nos dan una temperatura de combustión que nos define lo que es la energía y los usos.

## **LOS PROBLEMAS MAS GRAVES Y DIFICILES DE RESOLVER**

¿Cuáles son entonces los problemas más graves de contaminación y los más difíciles de resolver? Bueno, los problemas más graves probablemente son: la baja eficiencia en la utilización de energía y toda la contaminación que estamos creando.

¿Qué contaminación estamos creando? Precursores ácidos de la contaminación ácida: dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno. Estamos viendo que es un problema muy grave que está terminando con bosques, con lagos, con vida acuática en general y con vida vegetal. Se supone que los bosques del Ajusco (para comparar con el bosque negro de Alemania que está irreversiblemente dañado en un 30%) está irreversiblemente dañado casi en un 100%. Entonces este es un problema evidentemente muy serio.

Otro problema muy grave, ecológico, es la deforestación. La deforestación sobre todo en las selvas tropicales, que son las reservas genéticas más importantes del mundo. Cuando destruimos un bosque, no solamente destruimos todos los árboles, destruimos un habitat, es irreparable, absolutamente irreparable. Podemos hacer otro bosque; pero le va a tomar 100 años reconstruir toda la vida natural y readaptarse. Y además, para reconstruirlo realmente, tendríamos que saber cuantos cientos de especies de árboles, de animales y todo había en ese bosque para nosotros tratar de simular el asunto. Pero esas son precisamente el tipo de cosas que nosotros no hemos sido capaces de hacer. Les voy a dar una anécdota que es muy antigua, Jack Cousteau, obviamente es el mayor experto en cuestiones del mar que se conoce, y supuestamente, según él, él sabe todos los constituyentes del agua del mar. Un día ahí en su laboratorio se le acabo el agua de mar, y tenía unos cuantos peces de mar, y en su acuario fabricó agua de mar: tanto potasio, ...

*(cambio de cassette)*

... etc. podríamos ir nombrando muchísimos. Todos estos son difíciles de resolver. Y les voy a dar una idea, para que vean que no se trata de que nosotros seamos un país “subdesarrollado” y no resolvemos nuestros problemas de contaminación porque “no sabemos cómo”, “no tenemos dinero”, “somos pobres”, o “somos corruptos”. El problema no es ese, el problema es la tecnología y la parada de cabeza del sistema de recursos naturales-medio ambiente con el sistema productivo y la economía. El problema de fondo obviamente es el desarrollo de todo eso como una nueva tecnología.

Y ha habido intentos. Esta es la biotecnología, que es un intento de adaptarse a los procesos naturales. Creo que aquí también se está fallando. Se está yendo a muchas cosas realmente fantásticas y absolutamente ridículas e innecesarias. Por ejemplo, se está haciendo una planta de tomate que tiene que tiene 1% más de sólidos. Y bueno, se supone que aquí hay algunos propósitos buenos. Algunos propósitos por ejemplo son crear plantas más resistentes a la sequía, y al medio ambiente tan agresivo que estamos creando. Entonces tenemos que crear plantas que aguanten y peces que aguanten. Se están creando también peces que aguanten los lagos acidificados, por ejemplo.

Pero todo esto es absurdo. Obviamente el camino no va por ahí. Creo que ustedes lo verán ya a estas alturas más o menos claro... ¿no?

El problema del transporte es un problema difícil. Y aquí nuevamente la campanita de “la solución somos todos”, o los culpables somos todos, que es lo que están tratando de decirnos: “y tú ciudadano eres culpable” o sea, lo que necesita todo estadista inepto, todo gobernante inepto, es crear conciencia de culpa en la gente, para que a su vez no le echen la culpa a él de lo que está pasando. Pero obviamente ahí hay una falla tecnológica, una falla de organización social y política muy grave en todo esto. Es cierto que los automóviles contaminan y que nosotros no los llevamos a afinar con la frecuencia con que debíamos afinarlos, pero mientras los combustibles sean altamente contaminantes y de baja calidad, mientras la tecnología del automóvil sea tan inadecuada o inapropiada, y mientras la organización social del transporte público sea tan mala, obviamente vamos a seguir así.

Y les voy a dar un ejemplo de cómo construir algo que ya está bien hecho. La ciudad de Los Angeles tenía un sistema de tranvías eléctricos, que daba un servicio muy ecológico a un radio de 70 kilómetros a las redondas de la ciudad de Los Angeles. ¿Qué pasó con ese sistema? Lo compró la General Motors para hacerlo quebrar, y efectivamente lo hizo quebrar y privó a la ciudad de Los Angeles de un sistema excelente, que funcionaba muy bien, que era altamente eficiente y no contaminante, para poder vender sus camiones, sus llantas y todo el rollo. Esto yo lo he dicho en algunos lugares y entonces me dicen “este es un radical anti-IP” pero resulta que yo no soy el que dictaminó eso. Lo dictaminó el senado de los Estados Unidos. El caso fue llevado ante el senado de los Estados Unidos, el pueblo contra la General Motors, acusándolo de haber destruido el sistema de tranvías y llevarlo a la quiebra. La General Motors perdió el caso, y quien tenía que sancionar a la General Motors por esta

gravísima falta, hizo lo siguiente: multó a la General Motors con un dólar; como diciendo “pueblo, me vales sombrilla, mi función es proteger a las grandes compañías que producen en este país y dan trabajo”.

Entonces sí se puede. Lo que no se puede es hacer bien las cosas mientras tengamos el sistema de valores y la organización social y política que tenemos. No se vale echarle la culpa a la gente; pero ahí pasa lo mismo que con los automóviles. Sí, nosotros contaminamos, pero la contaminación “neta” del hombre va a ser una contaminación biológica, orgánica. Toda la del hombre va a ser una contaminación biológica, orgánica. Toda la demás contaminación surge por el sistema productivo (o sea los desechos industriales) y lo que pasa cuando se deja de usar ese producto (no se contamina nada más con los desechos, se contamina también con los productos). Entonces tiramos plásticos, cartones, botellas, latas, aerosoles.

El problema de los aerosoles es un problema muy serio, se supone que ahorita ya están haciendo los cálculos de cuanto cáncer aumenta el agujero del ozono en el Antártico (desde luego los más amolados van a ser argentinos, los chilenos, los neozelandeses, los australianos; pero ya en Estados Unidos están calculando pues la cantidad de miles de muertos más que va a haber gracias a que se van a sacar un sabroso cáncer por la luz ultravioleta que se está generando ahorita por el agujero de ozono.

Entonces aquí el problema es que, aunque ahorita ya no tiremos clorofluorocarbonos a la atmósfera, de todas maneras se va a seguir de (?), se va a seguir agotando la capa de ozono porque hay muchos que ya van para allá, ya nadie los puede parar. Y eso, claro, también lo tenemos que prever. Es lo que puede pasar aquí también en la zona industrial, por ejemplo. Se han tirado desechos sólidos por tanto tiempo así, a la superficie... ¿cómo sabemos qué nivel de contaminación más el subsuelo va a aguantar? ¿y cómo lo vamos a parar? Ya no la podemos parar esa ya va para allá.

Todo ese tipo de problemas creo que son graves y espero que les haya servido de algo la plática. Muchas gracias.

## **COMENTARIOS:**

Pregunta: ¿Por qué aquí en México la organizaciones ecologistas no están tan fuertes como en Europa?

Respuesta: Bueno, el nuestro es un sistema político bastante subdesarrollado. Si tú te das cuenta nadie que no sea el partido oficial tiene influencia importante, influencia política. Entonces organización no la hay. La organización política que nos hemos dado nosotros para manejarlo no es suficiente para que la sociedad sea sensible a esas corrientes y pueda responder. Entonces nos manejamos por exabruptos sociales, sorpresas de repente. Es muy difícil crear opinión pública aquí. Yo muchas veces he dado declaraciones que se mutilan en la prensa. Simplemente si hablas contra la PRONAPADE pues ya no salió. Porque la PRONAPADE es la que fabrica el papel que genera la Secretaría de Gobernación para surtir a los periódicos. Y como los periódicos nada más pueden comprar papel de una sola fuente...

pues no se controla prensa, pero se controla el papel. Esa es la libertad de prensa. Y bueno, ¿pues es lógico no? que este contexto social y político no reverdezcan los partidos verdes. Pero en Europa efectivamente están siendo muy importantes. El partido social demócrata alemán ya tuvo que negociar con los verdes, y las votaciones de los verdes en Italia, Inglaterra, Francia y España, se fueron todas para arriba, importantemente. Además en el parlamento europeo la fracción ecologista es muy importante. Pero en Estados Unidos tampoco son importantes los grupos. Tienen más dinero o más tecnología, pero políticamente no son importantes.

Pregunta: Creo yo que aquí en San Luis (?) de problemas de salud por desechos industriales (?) plomo...

Respuesta: Sí. Bueno, aquí nuevamente hay libertad de expresión, de prensa, de todo; pero no se conoce la información. La Universidad tiene la continuidad y tienen la libertad para trabajar en eso, generando su propia información. A lo mejor no va a poder difundirla mucho; pero sí la puede generar. La Universidad formó un grupo interdisciplinario de investigadores que constituyen el Programa Interdisciplinario de Toxicología Ambiental, y están trabajando justamente en esto. ¿qué se tienen hasta ahorita? No mucho, porque los recursos son muy pocos. Por ejemplo, yo he estado trabajando en la medición de la contaminación del aire... ¿con qué dinero? Pues con recursos de la SEP, que nos da ahí año con año. ¿Cuánto me está dando la SEP? Pues la primera vez me dio un millón, la segunda dos millones... ¿Qué haces con eso? Hemos ido implementando un sistema de medición de la contaminación del aire, hemos logrado más recursos: del gobierno de Canadá, del gobierno federal, del gobierno estatal (los agarramos descuidados). Y nos dieron dinero y hemos medido, en San Luis Potosí hasta ahorita: dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y ozono (oxidantes totales). Tratamos de medir fluoruros por Industrias Químicas de México; y nos falló, nos salió demasiado alto, obviamente algo está mal en las mediciones. De los otros sí tenemos datos de 14 meses continuos, midiendo cada 14 días, de 4 y media de la mañana de un día, al a una y media de la mañana del día siguiente. Obviamente significó un gran esfuerzo de mucha gente. Nosotros fabricamos nuestra propia estación de muestreo para medir los contaminantes, y ya tenemos curvas analizadas y procesadas estadísticamente, significativamente, que nos dan la variación de esos contaminantes. Por ejemplo, en el centro y la zona industrial, los niveles de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno se rebasan frecuentemente, en San Luis Potosí. Eso no debería suceder. San Luis Potosí no es una ciudad con un grado de industrialización, ni densidad de población tal, que deba de tener ese tipo de problemas. Y después viene la parte epidemiológica... ¿qué está pasando con la gente? Hay datos. Se supone que hay datos, no sé que tan buenos, de la Secretaría de Salud. Nunca los hemos podido conocer. Los médicos por ahí te comentan, que la incidencia de malformaciones congénitas es muy alta en Mexquitic. Ahí por ejemplo descubrimos un pozo con altos niveles de mercurio.

En general el agua de San Luis, por ejemplo, el agua del subsuelo es de una calidad extraordinaria, es de muy buena calidad, excepto que a veces contiene un poco más de fluor del que debería de contener. Los dentistas dicen que el agua de tomar debería contener



alrededor de un 0.8 o 1 parte por millón (pmm) de fluor. Y que inclusive eso es bueno para las caries. Yo estaría en desacuerdo con esa tesis. Yo pienso que es mejor que no contenga casi nada de fluor, que esté bastante más bajo. Si tiene 0.1 pmm mejor, pero en San Luis Potosí, hay pozos y refrescos que tienen hasta 5, 6, 7, 8, pmm. Solamente se cerró un pozo que tenía 14 pmm. Porque, desde mi óptica no conviene que haya fluor en el agua porque a la mejor si alguna vez te hacen un tratamiento con fluor en los dientes, pues está bien, es una vez, te enjuagas y ya. Pero si es una cosa que tú vas a estar consumiendo todos los días de tu vida puede crearte cierto problema. Y es que con las cosas que más cuidadosos tenemos que ser, es con las que hacemos rutinariamente tomamos refresco con azúcar, sí rutinariamente tomamos coca-colas o alimentos con aditivos.

Por ejemplo, en los años setentas se calculó que cada americano consumía de uno a dos kilos de aditivos al año. Sumando lo que se comía en todas las latas, sabritas, gansitos y todo ese rollo, al final del año terminaba con uno o dos kilos de aditivos, es una cantidad pavorosa, tomando en cuenta que muchos de esos no se metabolizan, se acumulan. Y que además, que en el proceso causan daños orgánicos. Entonces es mejor que no contenga fluor el agua, porque además mucha gente dice que afecta las enzimas. Y si con algo tenemos problemas ahora es con no tener las enzimas suficientes por no comer las frutas y verduras crudas por ejemplo. Y si encima de eso le echamos fluor pues vamos a dejar la pobres enzimas muy mal y eso nos puede causar problemas. Acuérdate que, excepto los que no quieren ver el asunto, hasta las sociedades formales muy conservadoras, como la American Cancer Society y la Immunology Society, etc. están diciendo que la mayoría de las enfermedades degenerativas son ambientales. Y es lógico, claro los médicos siempre que les dices eso, dicen "no... es que ahora hacemos vivir más a la gente y se enferma de otras cosas", eso es siempre lo que dicen. Bueno, pues eso también son ganas de que así sea, pero no hay ninguna prueba. No sé si contesté en algo tu pregunta... entonces estamos en el proceso de obtener información, estamos haciendo un estudio epidemiológico ahorita en la vecindad de la Industrial Minera México por ejemplo, para ver como están afectando los metales pesados, en Mexquitic, etc.

Pregunta: A mi nada más me... (?) ... La ecología debe basarse en un conocimiento científico?

Respuesta: Puede. Tu grado de conciencia y de identificación, con los procesos naturales, la actitud que tú debes tomar, y las cosas que debes hacer, probablemente pueden venir de muchas formas. El proceso de conocimiento científico puede ser suficiente, pero a lo mejor no es necesario. Depende de cómo esté. Yo creo que en este momento, en este momento si es; pero hasta cierto punto. Yo creo (no sé si me voy a salir tú me dices) tu pregunta nos lleva a un punto muy importante que es el siguiente: ¿quién debe decidir que tecnología se implementa? ¿los científicos y los tecnólogos? ¿o el pueblo? Porque yo creo que esa es una pregunta fundamental.

Pregunta: Es que esto... la aclaración de esto es la base de mi pregunta. Si la ecología o los ecologistas, se tienen que basar en un conocimiento científico para poder defender la

ecología. Entonces si el conocimiento científico es el apoyo de la tecnología, se cierra el círculo porque la tecnología viene siendo la enemiga uno a uno de la ecología.

Respuesta: Puede ser; pero puede ser aliada. Digo...

Pregunta: Entonces, llegaríamos a la conclusión de que hay que eliminar la tecnología avanzada? Para poder... porque la otra es nuestro sistema tecnológico...

Respuesta: NO, yo creo que no. Si esto nos lleva a dos cuestiones que siempre plantean y que son muy interesantes. Una es: ¿ustedes ecologistas son retrógrados? ¿quieren que se acabe todo el avance tecnológico y el progreso? ¿Y que volvamos a la época de las cavernas? ¿o qué onda? Y la otra es... las decisiones sobre la tecnología (por ejemplo si debemos abrir Laguna Verde o no) ¿las deben de tomar los expertos? ¿o la gente? Bueno, vamos a empezar por la primera. Yo pienso que eso de que los tecnólogos tienen que decidir por el pueblo que tecnología se va a usar en su ciudad es un error, definitivamente. Especialmente si tu defines que tecnólogos que es lo que normalmente se hace (ojo). El estado puede decidir que los tecnólogos (o la iniciativa privada, o quien esté interesado en implantar una cierta tecnología), pueden decir: "no, es lo que los expertos tienen que decidir". Pero no está queriendo decir eso, están queriendo decir "mis expertos son los que tienen que decidir". Y te voy a dar un ejemplo: cuando Dixie Lee Ray, una gorda muy fea que se vestía de traje, era la jefa de la Atomic Energy Comision de los Estados Unidos, el presidente Ford (siempre se andaba pegando en los aviones cuando se subía y en las puertas de los estadios cuando se metía a ver un espectáculo) les encargó a un grupo de expertos muy diverso (bien escogido en realidad), que hicieran un estudio de las posibilidades energéticas a futuro de los Estados Unidos, y con base a eso, que recursos tenían que dedicarse al desarrollo de la fisión, de la fusión de los combustibles fósiles y de la energía solar. Dixie lee Ray distribuyó, decidió que iban a usar en ese tiempo, (tenían que tener un presupuesto a gastarse en unos dos o tres años, de 10, 000 millones de dólares), para estudios de avances, de usos de la energía y de la tecnología de la energía. Y de esos 10, 000 millones les daba 200, 000 dólares al desarrollo de la energía solar. Cuando tú analizabas, cuando la gente de las universidades empezó a decir "bueno, ¿por qué tan poquito?", bueno, si se supone que la energía solar no tiene futuro... entonces ¿para qué dedicarle dinero no? Pero lo que se sabía con toda certeza que podía contribuir al futuro energético de cualquier país, era la energía solar. Y desde luego los combustibles fósiles. Pero la que no se tenía idea si iba a servir de algo en el futuro, la que era totalmente indefinida, indecisa, era la fusión. Y se creía que la fisión podría servir. Los expertos no habían dicho eso. Los expertos habían dicho que había que dedicarle un porcentaje mucho más importante; pero Dixie Lee Ray escondió el reporte por ahí y cuando los de la universidad se lo pidieron no quería dárselos. Tuvieron que andar como un año ahí invocando actas de libertad de expresión y no sé cuanto, y pleitos legales para que la Comisión de Energía Atómica les entregara el reporte donde los que analizaron la energía solar decían que sí, que había que dejarle mucho más recursos. Entonces en Laguna Verde, por ejemplo, ¿quiénes fueron los expertos que decidieron que se abriera Laguna Verde. Pero ellos ya estaban muy involucrados económicamente en el problema. Eso los descalificaba, porque eran juez y parte. Y por eso se tomó una decisión tan equivocada.

Obviamente en cualquier proceso de decisión donde el pueblo decida, tiene que haber mucha información, se tiene que manejar mucha información. Mi propuesta es que a través de gente que si conoce, o que conoce muchos aspectos distintos (a lo mejor un científico universitario conoce un aspecto; pero un ganadero conoce a otro), se tienen que hacer un conjunto de información que entonces ya se maneje públicamente y bajo esas condiciones el que debe decidir es el pueblo. Pero estamos presuponiendo un estado de información muy dinámico, una democracia desarrollada, que obviamente no ocurrió. Es decir es el pueblo. Pero estamos presuponiendo un estado de información muy dinámico, una democracia desarrollada, que obviamente no ocurrió. Es decir, las grandes mayorías de Veracruz estaban en contra de apertura de Laguna Verde. Bueno, y como en este caso, obviamente los expertos se equivocaron. Los expertos aquéllos, no los expertos que estaban ayudando a crear opinión pública. Entonces desde luego tienen que haber gente que conozca la tecnología, y esa gente obviamente la va a haber, porque si no, no existiría la tecnología. Esa gente tiene que participar en un proceso de discusión de la información y de formación de opinión pública. Y bajo esas circunstancias quien tiene que decidir es el pueblo. Definitivamente tienen que decidir el pueblo, y no los expertos.

Pregunta: ¿Es un problema verdad? ¿quién toma la decisión?

Respuesta: Claro. Y sobre el otro asunto, para empezar yo pienso que tenemos que establecer ciertas cosas muy claramente. Estamos más que nunca, ahorita, en una época en la que tenemos que balances de pros y contras de todo, porque muy difícilmente vamos a tener una industria que no contamine, pero si podemos tener un sistema productivo, y el sistema productivo impone su estrés al medio ambiente y a los recursos naturales. Y no tiene por que ser así. El caso de la energía es clarísimo. ¿Por qué no estamos desarrollando energía solar? Es un caso para la Araña. Tienen muchas implicaciones políticas, pero tiene una especie de perversidad del Estado, y desde luego de la iniciativa privada donde ésta tiene el control; pero ahí es muy entendible: la iniciativa privada, tiene el control de las fuentes energéticas y dice “yo quiero que me compren a mí”. Y eso viene también a cuento porque si tú te fijas, las veces que la gran industria ha hablado de la energía solar, no hablan de que yo tenga un colector solar en mi casa, hablan de otras cosas muy diferentes. Hablan de alta tecnología solar. Y lo primero que se les ocurrió en los países desarrollados, con el pretexto de que la atmósfera filtra los rayos solares y nos llegan algo así como un 8% de la luz solar a la superficie de la tierra, (de la que llaga arriba a la atmósfera, se refleja mucha hacia afuera). Cómo decía con ese pretexto dijeron: “no, entonces lo que hay que hacer es poner un colector solar en el espacio sideral”. ¿cuál era el objeto de desarrollar una tecnología de ese tipo? Seguir controlando la tecnología y poder venderles a los a los países desarrollados, ya sea la tecnología o la energía. ¿Qué mejor sistema de control? Ya nos tienen apergollados con los alimentos, ya nos tienen apergollados con la deuda externa...

Pregunta: Sabemos perfectamente que toda la empresa y toda la política, la economía, no van a sacar los autos movidos por energía solar mientras haya petróleo, porque es una manera de manejarse la economía mundialmente. Actualmente vivimos una economía del petróleo. Los energéticos (?) de ahí se mueve toda la economía, vehículos movidos por

energía solar, hasta aviones inclusive. Porque la energía solar no solamente se puede captar en un día soleado, si no una cierta (?) que capta la luz solar y la puede transformar (?). hay aviones que debajo de nubes, o en un día nublado pueden volar perfectamente con una cierta (?). lo que sucede es que las empresas no van a...

*(cambio de cassette)*

Respuesta: ... los espejos manejados por computadora para que sigan la luz, para que sigan el sol. Y todos esos espejos envían, concentran a un punto y luego, el edificio mismo que en sí ya, el edificio de las investigaciones, es un cuerpo que reflejan hacia un horno hacia un punto. Y es un horno que alcanza 3, 100 grados centígrados. Hasta el momento uno de los metales que se funden a más alta temperatura es el tungsteno, para el carburo, que es a 2, 400 y pico de grados centígrados. Estamos rebasando ya. Sí existe. Sí logramos 3, 100 grados centígrados concentrados en un punto, eso es energía, es energía solar. Estamos pensando en una termoeléctrica en donde hay que hacer perforaciones, y sacar temperatura a la tierra, si ya... y es un edificio, un edificio una mole, ya se puede producir esa temperatura, si ahí está la energía ¿pero por qué no? porque hay que cambiar toda nuestra industria, desde quitar el cableado de cobre. Es la mina más grande del mundo, es la mayor de cobre, todos los cables que hay de teléfonos y de electricidad, es la mina más grande del mundo, las ciudades concentradas, ahí está el cobre, metales. Habría que desperdiciar todo ese cable, habría que desperdiciar todos los sistemas existentes para cambiar, y utilizar la nueva tecnología ...

*(secciones confusas en el audio del cassette)*

... cosas ya están hechas y obviamente todo esto se entiende. Lo que no se entiende es que la gente no empiece a trabajar muy arduamente en todo este tipo de soluciones. Y como tú dices bueno, es entendible lo que hace una empresa privada por que institucionalmente se reconoce, (institucionalmente por el propio sistema económico), se reconoce que su principal motivación es la utilidad. Difícilmente van a cambiar, se van a poner al servicio del pueblo porque afectamos sus utilidades. Entonces aquí tienes nuevamente el ejemplo de las compañías petroleras en los Estados Unidos, que en el momento en que ya no es redituable seguir extrayendo petróleo, es más redituable invertir en Arabia, en el Medio Oeste, y vender ese petróleo en todo el mundo, incluyendo Estados Unidos, pues prefieren hacerlo acá. Y no solamente eso, si no que se deshacen de su papel de proveedores de energéticos del país y su capital lo empiezan a invertir en otro tipo de empresas más redituables. Entonces resulta que todas las empresas empiezan, tanto a invertir en Arabia, como invertir en otro tipo de cosas que le den más utilidades que los energéticos. Entonces en ese momento ellos se deshacen de su papel de proveedores de energéticos del país y empiezan a producir otro tipo de cosas. Entonces ya, se olvidan, "yo ya no tengo nada que ver con eso, mi capital va para otro lado". Esto es entendible porque así el sistema, o sea, te guste o no te guste, pues lo puedes tratar de cambiar; pero así es.

Ahora, en cuanto al Estado es curioso, es una perversión muy especial; pero también quieren que la gente dependa de ellos, no les interesa que tú tengas tu propio sistema de generación de energía, prefieren a alto costo (inclusive alto costo social y ambiental como la termoeléctrica de Villa de Reyes), poner una planta más, que además es innecesaria, insisto, porque si nosotros hacemos un programa nacional de ahorro de energéticos, “generamos “ (entre comillas) mucha más energía que la que pueden generar Laguna Verde, la termoeléctrica y otro montón de plantas juntas. Entonces para seguir con la cuestión de si queremos regresar a la era primitiva, bueno pues obviamente ya ni siquiera tengo que decir que hay que ser realistas, pues no nos queda otra. Obviamente si tu te das cuenta a donde han ido a dar los ecologistas: a los partidos políticos. Se han dado cuenta de que lo que hay que hacer es el sistema político del país, porque la cosa anda mal de raíz., de la organización política del país. Entonces es lo que están haciendo. Antes pues sí, dijeron un montón de cosas interesantes, que han servido de algo, pero no de mucho. Lo que yo les comentaba hace rato es que nuestro problema no es de subdesarrollo. En Europa los escandinavos han estado friegue y friegue desde hace como 30 años que hay que reducir la cantidad de dióxido de azufre que se emite a la atmósfera. Y nadie les hacía caso. Ahora los alemanes han tomado poco a poco la idea y se han convencido. Según ellos ahora son los líderes del asunto y se propusieron unas metas impresionantes para ellos; per tecnológicamente no van a tener tanto impacto. Ellos quieren reducir para el año dos mil (eso se lo propusieron en 1985), querían reducir para el año dos mil las emisiones de dióxido de azufre en un 25%, fíjate. En lugar de tirar 100, nada más iban a tirar 75. No es mucho; pero ellos consideraron que era un paso gigantesco. ¿Por qué? Pues porque estaban pensando en los pesos. Y bueno, ahí van, y leyes y acuerdos internacionales y todo el rollo y no han avanzado casi nada. ¿Qué ha pasado? Que todas las compañías lo que han hecho es contratar equipazos de abogados para defenderse contra la ley de ecología. Y no están reduciendo mayormente sus contribuciones. Además contratan científicos para que tengan conclusiones pre fabricadas. Por ejemplo, los de los clorofluorocarbonos (yo me acuerdo porque estaba en Estados Unidos en aquél tiempo), inmediatamente sacaron científicos que a los dos meses ya habían concluido que los clorofluorocarbonos eran lo más inocente del universo. Y acá también están diciendo: “no, es que no hay una proporción entre la cantidad de dióxido de azufre, no se va a reducir en un 10% la precipitación ácida”. Eso es lo que decía, para justificarse de no hacer nada, como diciendo “bueno, si de todas maneras no se va a hacer nada, entonces par que lo hacemos”. Y entonces pues bueno, hubo que hacer una serie de estudios y ahorita parece que ya está aceptado que sí, que sí hay una proporción, que si tú disminuyes en un 10% la precipitación ácida, es proporción directa; pero bueno, son unas batallas legales impresionantes.

Y es lo que yo decía antes: es absurdo que el pueblo se tenga que defender contra su propio sistema productivo, ¿Qué clase de país es ese? Ya lo sé... es más, el gran fracaso no solamente político que ha conocido Gorbachov en los países comunistas ha sido que estos malvados produjeron la misma tecnología. ¡Por Dios! Si se suponía que los propósitos eran fundamentalmente distintos. Ahora en países socialistas democráticos como Suecia, hay ligeras diferencias, hay importantes diferencias. Pero en los países comunistas obviamente produjeron básicamente los mismos tipos de tecnología. Y mientras acá la industria privada

les valía gorro la contaminación con tal de obtener mayores recursos, mayores utilidades, aparentemente allá a los burócratas les valía también la ecología para poder dar un buen reporte burocrático al jefe, de que estaban produciendo más, al fin que el jefe ni les preguntaba de la ecología. Y eso pasa gravemente aquí en México. Tú ve a hablar con los gerentes de los ingenios en Valles y tienen una absoluta insensibilidad al problema de la contaminación de los ríos. Y la gente se desespera tanto que en un pueblo por ahí, creo que fue Malinalco, un problema ecológico así, de plano fueron y agarraron al gerente de la planta, le echaron chapopote y lo emplumaron. Y entonces al poco tiempo el gerente empezó a hacer algo. Y legalmente se zafaron, no les pudieron hacer mucho porque pues, fue exabrupto. No estuvo planeado.

Pregunta: O sea que yo como te entendí, a fin de cuentas quien tiene la última palabra en la decisión es quien tiene el poder económico ¿no?

Respuesta: Depende del tipo de sistema que tú estés manejando. Pero es muy frecuente, si, desde luego, que las decisiones las tome la gente con el poder económico. Estados Unidos es muy ilustrativo y discúlpenme que yo les mencione; pero bueno, tengo datos de eso, se generan datos, (aquí desafortunadamente no se generan datos y si se generan no se conocen), y bueno, yo a mi vez conozco esta información. El problema es muy ilustrativo porque hasta ahorita como ustedes ven, las compañías productoras de energía por ejemplo, se han salido con la suya: ni están produciendo más petróleo, como les exigiría la necesidad social a lo mejor, siguen invirtiendo en otras cosas, siguen invirtiendo en Arabia, y siguen haciendo depender al país de los energéticos. ¿Qué están haciendo ahorita? Están haciendo algo que satisfacen sus intereses y que al mismo tiempo trata de salvar al país. Y ¿qué es? Como nos tienen a todos los pobres subdesarrollados hiper endeudados, países petroleros más o menos endeudados, pues entonces nos hacen el favor de comprarnos petróleo par apagar la deuda externa. Entonces ellos están almacenando grandes cantidades de petróleo. Ellos están creando sus depósitos subterráneos de petróleo, artificiales. Están agarrando grandes minas vacías, así, huecotes impresionantes y los están llenando de petróleo. Claro, cuando lo saquen van a perder un porcentaje importante de ese petróleo; pero les vale, lo están comprando barato. Pues sí, el problema como ustedes ven, en gran parte es económico y político, y por eso, eso es lo que explica que los verdes ahora anden metidos en la política. ; pero yo lo que pienso en general es que el desarrollo tecnológico mas que ser más primitivo en muchas cosas va a tener que ser más complicado, porque aquí hay una realidad más o menos ineludible: nosotros ya nos organizamos socialmente para vivir en grandes conglomerados, ya tuvimos una población alta. Y ojo, aquí los dizque ecologistas que andan diciendo que la contaminación tiene una proporción directa con la población, es absolutamente falso. Porque obviamente un ciudadano norteamericano no contribuye lo mismo a la contaminación, contribuye mucho más, que un afgano, si el afgano lo único que hace es excremento al aire libre, si acaso, en el peor de los casos. Y seguramente es más inteligente que eso, es más apegado a la naturaleza. Por eso, también esa relación ecológica con la naturaleza puede venir a través del conocimiento científico a lo mejor, pero también puede venir con una cultura milenaria. Cuando los ingleses llegaron a América, y cuando los españoles llegaron aquí, las civilizaciones locales eran mucho más ecologistas y mucho más

relacionadas con la naturaleza que las que llegaron, definitivamente. Aquellas gentes consideraban a la tierra como una parte esencial de ellos, y consideraban la matanza de búfalos como un crimen aberrante, por eso cuando les vinieron a comprar la tierra, el gran jefe... (no me acuerdo cómo se llamaba), le escribió al presidente de los Estados Unidos explicándole por qué ellos no les podían vender su tierra, eso les pareció un aberración horrorosa. Esa es una carta muy hermosa que inclusive publicó la revista del CONACyT. Por ahí la tengo nada más que no la traigo. Entonces, en ciertas cosas la tecnología que se desarrolle va a tener que ser bastante más compleja. Pero también va a tener que ser bastante más humilde. Es más difícil; pero vamos a tener que ser más humildes, y reconocer que necesitamos la participación de la naturaleza para que haga algunas cosas por nosotros. Y que nuestros procesos estén lo más embebidos en los procesos naturales que sea posible. Necesitamos más conocimiento, más tecnología; pero también mucha más humildad y una actitud totalmente distinta.

Pregunta: Solo un comentario, o sea, el caso de Nueva Zelanda que ahí no hay tanto desarrollo social, o sea, es un país desarrollado; pero no tecnológicamente; sin embargo...(?)

Respuesta: Sí mira, yo no conozco muy bien el caso de Nueva Zelanda. A mí me han platicado que es un país muy naturalista, muy bonito. Pero simplemente Canadá está haciendo muchas cosas en ese sentido. Aunque es un país tercermundista, más o menos industrializado. Pero hay zonas de Canadá, como la provincia de Quebec, donde están tomando muy en cuenta, tanto la tecnología aborígen, digamos de la propia gente de ahí, para adecuarla o en todo caso adaptarla, a otro sistema de producción distinto, ligeramente distinto, para que no perezca en esta maraña del sistema económico que ellos obviamente tienen; pero están respetando bastante los recursos naturales. Entonces (no sé que más decirte), es un problema bastante complejo obviamente. Todos hemos sentido como nos oprime el sistema económico, el sistema político; todos hemos pensado soluciones que suponemos son bastantes más razonables. Creo que por ejemplo, que nos hemos dejado llevar por el espejismo de la industrialización, de progreso, de modernización. Inclusive los partidos por ejemplo marxistas leninistas, que tenían un sentido de progreso muy específico (todo el que se opusiera al progreso era reaccionario), han tenido que modificar también esa situación. Típicamente por ejemplo, los partidos de izquierda hubieran estado a favor de Laguna Verde, por ejemplo, y ya no fue así. No sé hasta que punto se pudo implementar otro tipo de sistema. Creo que no lo vamos a poder saber hasta que de alguna manera empecemos a implementarlo. Pero yo sí pienso bastante lógico que nosotros tenemos que ver a dos cosas fundamentales: a las necesidades de uno, y a los recursos naturales y al medio ambiente, la armonía de uno con el medio ambiente, ¿cuáles son tus necesidades? ¿Tú necesitas que haya un periférico en la ciudad de México? No. ¿Tú necesitas que haya vuelos frecuentes de avión de tal a tal ciudad? Tampoco. Tú no necesitas eso, la gran mayoría de la gente no necesita eso. ¿Qué necesitas? Pues buena educación, vestido, creación, estética, oportunidades de esparcimiento, felicidad, todo esto se puede traducir finalmente en eso. Vivienda, por ejemplo y no nos están dando definitivamente, nos están dando otra cosa, nos están dando gato por liebre.

Agradecimiento final: Quiero agradecer a nombre de la Escuela del Hábitat, en este evento de la VI semana del Habitat al Dr. Pedro Medellín su intervención, y esperamos tenerlo para la próxima.