



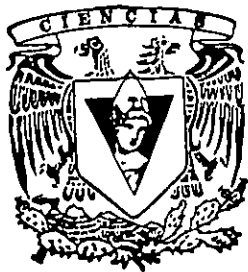
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE DIVULGACION
CIENTIFICA SOBRE LA RESTAURACION
ECOLOGICA DE LOS BOSQUES DE LA CIUDAD
DE MEXICO".

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G A
P R E S E N T A :
MARIANA ROMERO GONZALEZ

DIRECTOR DE TESIS: Q.F.B. MARTIN BONFIL OLIVERA



298150



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
"Diseño de una propuesta de divulgación científica sobre la
restauración ecológica de los bosques de la Ciudad de México".

realizado por **Romero González Mariana**

con número de cuenta 9133664-4 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Q.F.B. Martín Bonfil Olivera

Martín Bonfil Olivera

Propietario

Biol. Pedro Eloy Mendoza Hernández

Pedro Eloy Mendoza Hernández

Propietario

M. en C. Luz Lazos Ramírez

Luz Lazos Ramírez

Suplente

Biol. Abel Martínez Ocampo

Abel Martínez Ocampo

Suplente

M. en I.B.B. José Carmen Gudiño Rosales

José Carmen Gudiño Rosales

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología

Patricia Ramos Morales



Dra. Patricia Ramos Morales

DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque gracias a Él he logrado muchas cosas y siempre está a mi lado.

A mi madre por su esfuerzo de toda una vida para darme todo.

A Naidi por impulsarme a ser mejor cada día y a realizar este trabajo.

A Luz, Bety, Raquel, Carolina, Georgina quienes me han apoyado y sin quienes no podría haber concluido este trabajo.

A Martín Bonfil por haberse arriesgado a dirigir esta tesis.

A mis amigas y amigos que me estiman y recuerdan.

A Lili, Rocío, Alicia, Alma, muchas gracias por todo su apoyo.

A Oscar por acompañarme y haberme apoyado para poder concluir este trabajo.

A todas aquellas personas de quienes he aprendido algo y gracias a ellas he podido realizar esta tesis, gracias a todos.

| | |
|--|-------------|
| ÍNDICE | pág. |
| I. INTRODUCCIÓN | 4 |
| II. ANTECEDENTES | |
| 2.1 Ciencia | 6 |
| 2.1.1 Lenguaje científico | 8 |
| 2.1.2 ¿Cómo se transmite el conocimiento científico? | 9 |
| 2.2 Restauración Ecológica | |
| 2.2.1 Historia ecológica del Valle de México | 13 |
| 2.2.2 Los bosques del Valle de México | 19 |
| 2.2.3 Historia y panorama general de la Ecología | 31 |
| 2.2.4 Reforestación vs. Restauración ecológica | 37 |
| 2.2.4.1 Reforestación | 37 |
| 2.2.4.2 Restauración ecológica | 44 |
| 2.2.5 Restauración ecológica en México | 55 |
| 2.3 Divulgación de la ciencia | |
| 2.3.1 ¿Qué es la divulgación de la ciencia? | 60 |
| 2.3.2 ¿Por qué divulgar? | 62 |
| 2.3.3 ¿Para quién se hace divulgación? | 64 |
| 2.3.3.1 Tipos de público | 65 |
| 2.3.4 ¿Cómo divulgar? | 65 |
| 2.3.4.1 En qué medios | 67 |
| 2.3.4.2 Manejo de un lenguaje común | 70 |
| 2.3.5 Enseñanza y divulgación | 71 |
| III. OBJETIVOS | |
| 3.1 Justificación | 74 |
| 3.2 Objetivo General | 76 |
| 3.3 Objetivos Particulares | 76 |
| IV. METODOLOGÍA | 77 |

V. RESULTADOS

4.1 Cómo divulgar sobre restauración ecológica

- 4.1.2 Conceptos clave en ecología y en restauración ecológica **81**
- 4.1.2 Conexiones entre los conceptos clave. Mapa Conceptual **84**
- 4.1.3 Características de los públicos meta **86**
- 4.1.4 Revisión de artículos de divulgación **87**

4.2 Propuesta de divulgación científica

- 4.2.1 Puntos básicos de la propuesta **89**
- 4.2.2 Propuesta de conferencias para políticos-legisladores **89**
- 4.2.3 Propuesta de talleres para niños de 8 a 12 años **91**
- 4.2.4 Propuesta de publicaciones **93**

VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 104

VII. BIBLIOGRAFÍA 113

VIII. APÉNDICES 119

I. INTRODUCCIÓN

La ciencia ha desarrollado a través del tiempo características que permiten identificarla como una importante actividad creativa realizada por el hombre, aunque normalmente se le considera distinta de las de tipo humanístico. Este desarrollo le ha permitido establecer su propio lenguaje y sistema de trabajo, el método científico. Por medio de éste ha logrado obtener diversos resultados en sus trabajos de observación y comprensión de la naturaleza, que han permitido que el hombre obtenga ventaja sobre ella.

La ciencia ha proporcionado un sinnúmero de beneficios y algunos perjuicios, sin embargo es una actividad que se ha desligado del contexto social, como se perciben habitualmente las actividades sociales. La ciencia se ha ido especializando de tal manera que se ve como un mundo aparte del resto de la sociedad (Estrada 1992). Por esto es que surge la divulgación de la ciencia, en un afán de comunicar la ciencia y reconciliar ciencia y sociedad.

El lenguaje propio de la ciencia es un primer obstáculo para su divulgación (Estrada 1992), pero por su parte, la divulgación ha desarrollado un discurso propio que le da cuerpo y no hace de su trabajo una mera traducción del texto científico al lenguaje del vulgo, sino que hace una recreación adecuada de lo que esté divulgando para el público al que se dirige (Tappan y Alboukrek 1992; Estrada 1992).

La divulgación contempla varios factores; entre los básicos se encuentran: lo que se va a divulgar, a quién se va a divulgar y por qué medio se divulgará. El divulgador científico debe seleccionar un público y en función de eso desarrollar su trabajo de divulgación. La divulgación posee una gran ventaja en su carácter comunicacional: puede emplear diversos lenguajes para transmitir lo que desea y esto enriquece la comunicación entre el público y el divulgador (Estrada 1992; Sánchez 1998).

La divulgación científica es una actividad que permite llevar a otros ámbitos la información científica que se genera constantemente. Cabe aclarar que quien realice la labor de divulgación debe contar con los conocimientos básicos sobre el manejo de lenguaje y medios para transmitir de la mejor forma posible lo que se desee comunicar

El objetivo de esta tesis es diseñar una propuesta de divulgación científica que comunique aspectos básicos sobre la restauración ecológica; tales como sus ventajas y

alternativas a dos tipos de público: el adulto, conformado por políticos (legisladores y delegados políticos del D.F.) y el infantil (niños de 8 a 12 años).

El propósito de dirigirse a estos públicos va en dos sentidos. El primero, como producto que puede incrementar la cultura científica del primer público y que colateralmente se genere un interés por desarrollar mejores leyes ambientales que protejan los bosques. El segundo es redondear la propuesta, ya que los niños como público son susceptibles de aprender continuamente y si se les deja una impronta de este tema, posiblemente en un futuro cercano sean ellos quienes hagan propuestas de conservación y trabajos de restauración en los bosques, o por lo menos que tengan conciencia de todos los beneficios que nos aportan los bosques y aprendan a respetarlos sin causarles daños, ya que estos daños repercuten directamente en la población de la ciudad.

Como parte del trabajo de la presente tesis se llevó a cabo una revisión bibliográfica para determinar qué tanta divulgación científica se ha hecho sobre restauración ecológica en nuestro país, y qué nivel de lenguaje manejaban los artículos hallados. Además se entrevistó a un grupo de investigadores relacionados con el tema. Una vez reunida la información se analizó y se procedió a la elaboración de un mapa conceptual, a partir del cual se definió el manejo de la información para cada público.

El resultado de este proyecto consistió en la presentación de dos propuestas dirigidas a los públicos ya mencionados. La primera consiste en una serie de conferencias para los políticos y la segunda en el desarrollo de talleres para niños. En ambos casos se entregaría una publicación, para los políticos es un resumen de la conferencia y para los niños una historieta.

Para divulgar sobre restauración ecológica no es necesario que sea un experto, léase ecólogo, quien realice la divulgación: puede hacerlo un comunicador con entrenamiento en divulgación de la ciencia. Sin embargo, es necesario que se comprendan los conceptos clave para poder aplicar la presente propuesta y, si es el caso, generar otras. El tema es amplio y podría manejarse desde varias perspectivas.

La restauración ecológica integra aspectos sociales. Es necesario dar a conocer las ventajas que la restauración ecológica proporciona, dentro de un contexto local, para que la sociedad las conozca y colabore en proyectos de esta índole.

II. ANTECEDENTES

2.1 CIENCIA

La ciencia es una actividad que el hombre ha ido desarrollando a través del tiempo. A este respecto Pérez-Tamayo en *Cómo acercarse a la ciencia* (México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1989) menciona: la palabra latina *scientia* (de *scire*. Saber, conocer) significa en su sentido más amplio toda clase de conocimiento.

En palabras de Bertrand Russell, “la ciencia se puede definir como un conjunto de conocimientos ciertos y probables, metódicamente fundados y sistemáticamente dispuestos según los grupos naturales u objetos”.

Por su misma naturaleza, es analítica y abstracta y necesita expresar en términos físicos la mayor cantidad posible de conocimientos. La ciencia presenta ciertas características que son las que le dan forma y la distinguen de otras actividades humanas.

A continuación se enlistan dichas características (Pérez-Tamayo 1989):

- El conocimiento científico es verificable; debe aprobar el examen de la experiencia. Toda idea debe pasar por la experimentación. No es un agregado de informaciones inconexas, sino un sistema de ideas conectadas entre sí.
- El conocimiento científico es fáctico, parte de los hechos, los respeta y vuelve a ellos, pero también los trasciende, los descarta y produce nuevos hechos.
- La ciencia es analítica, aborda un problema y lo descompone en elementos (no necesariamente últimos o reales) .
- La ciencia es abierta y es útil para la sociedad. El desarrollo del entendimiento científico es autolimitado, esto es, a medida que la ciencia va generando nuevos conocimientos es como va avanzando, no se puede llegar a desarrollar algo a partir de conocimientos que no existan.

- Las teorías científicas son relativas a la concepción temporal, las teorías que desarrolla la ciencia tienen gran relación con lo que se esté en boga dentro del mundo científico en esos momentos.
- La investigación científica es especializada y el conocimiento producido es claro y preciso, es comunicable, es general (ubica los hechos singulares en pautas generales) y es predictivo.

En ciencia se reconoce un método, comúnmente llamado método científico. Básicamente consiste en la revisión crítica constante, permanente de los argumentos científicos, a la luz de cánones probados, para determinar la confiabilidad de los datos que conforman las teorías y los procedimientos lógicos usados para llegar a ellas. Se usa también para evaluar la fuerza probatoria de los elementos que sustenten las leyes.

Pérez-Tamayo (1989): indica que: las herramientas de que se vale el conocimiento científico para avanzar son básicamente tres: la teoría, el método y los modelos.

La teoría es la unidad explicativa de la ciencia, está definida de diversas maneras y cumplen con varias funciones como la de explicar de manera integral el campo de estudio que ha sido explicado fragmentariamente por las leyes y las hipótesis y supuestos teóricos que la conforman, predicción y la explicabilidad. Las teorías son refutables y ellas mismas contribuyen al progreso de la ciencia.

El método es la actitud concreta que asumirá el investigador ante el objeto o fenómeno de estudio, por otra parte, los modelos, patrones, parámetros o paradigmas son formas preestablecidas que intentan representar algo, pueden ser representaciones físicas, gráficas, escritas o discursivas de un fenómeno. Los modelos están subordinados a las teorías, se emplean para complementarlas, por ejemplo el modelo de la doble hélice de Watson y Crick está subordinado a la teoría de los ácidos nucleicos, que a su vez explica la mecánica de la transmisión de la herencia en los seres vivos.

Hay varias clases de modelos: descriptivos, explicativos, predictivos, normativos; cualesquiera de estos puede ser a su vez un modelo factual, que sólo refleja el hecho. Los modelos conceptuales son más explicativos pero se alejan de la realidad.

El objeto de la investigación científica es la realidad externa, cuya existencia es independiente de la del investigador, o de cualquier otra persona, es decir, que existe un "ahí afuera" real, distinto y ajeno al sujeto que lo percibe. La realidad externa es regular, o

sea que sigue el principio de la causalidad dentro de una estructura rigurosamente determinista. La realidad sólo puede transformarse en experiencia cuando pasa a través de los sentidos del sujeto que la observa. La percepción de la realidad está con relación al conocimiento previo que tenga quien la estudia, es decir si tiene sentido dentro de un esquema que él conozca. La incorporación de un nuevo hecho puede o no cambiar la estructura teórica que lo sustenta.

2.1.1 Lenguaje científico

La ciencia ha desarrollado su propio lenguaje, el cual es preciso, específico y claro. Como resultado de la especialización científico. Su lenguaje ha ido, también, especializándose cada vez más. A su vez, cada ciencia ha desarrollado su propio lenguaje con sus respectivas definiciones. Así, aunque pudiesen encontrarse palabras similares en química y biología su significado y aplicación serían completamente distintos. Los términos científicos deben permitir identificar, describir y sistematizar aquello que nombran o que denominan (Bonfil y Tappan 1993) .

Los términos del lenguaje ordinario pueden ser muy vagos, en el sentido de que la clase de cosas designadas por ellos no está nítida y claramente delimitada, asimismo pueden carecer de un grado importante de especificidad, en el que el sentido de las grandes distinciones establecidas por los términos no basten para caracterizar las diferencias más específicas, pero importantes, entre las cosas denotadas por los términos. Como consecuencia de esto, las relaciones de dependencia entre sucesos no quedan formuladas de una manera precisamente determinada por los enunciados que contienen tales términos. Por ejemplo, citemos la siguiente creencia: "en general, el agua se solidifica si se le enfría lo suficiente", desde el punto de vista de la fisicoquímica dicha afirmación no sólo es vaga sino confusa.

En su búsqueda de explicaciones sistemáticas la ciencia debe disminuir la indeterminación del lenguaje corriente sometiéndolo a modificaciones, si no se hicieran las modificaciones, la afirmación anterior vista desde el ángulo científico no cumpliría con su función explicativa, y se contribuiría a un sinnúmero de equivocaciones.

La precisión en el lenguaje científico está determinada por los datos de las investigaciones científicas, las cantidades exactas y los números que respaldan dicho trabajo, a los enunciados científicos se les exige estar de acuerdo con materiales de observación especificados con mayor rigor, por lo tanto el lenguaje que describe esas observaciones debe ser lo más preciso e inequívoco posible.

2.1.2 Cómo se transmite el conocimiento científico.

La buena comunicación de los científicos entre sí y con el resto de la sociedad es indispensable para una sana y vigorosa actividad científica. Esa comunicación es parte esencial de la ciencia como quehacer humano (del Río 1982)

La ciencia se renueva constantemente, los conocimientos que se generan sirven de base para otros nuevos y así consecutivamente. Los investigadores realizan nuevos descubrimientos los cuales son comunicados a la comunidad científica (principalmente de su área). La comunicación entre investigadores es crítica y permite corregir errores así como perfeccionar los procedimientos empleados en las investigaciones, gracias a estas críticas los científicos definen lo que es relativo a la ciencia y lo que no lo es. (del Río 1982).

El principio de la comunicación científica radica en el proceso de comunicación que se ejemplifica en el esquema emisor-mensaje-receptor, de la manera más simple. El proceso en la ciencia se inicia en el núcleo investigador-colegas-alumnos cuando se comparten los resultados y opiniones de las investigaciones o estudios. La comunicación puede radiarse desde este núcleo o puede quedarse en él sin llegar a más personas. Los medios por los que se establece esta comunicación son : revistas especializadas y de difusión, libros, entrevistas, eventos científicos como congresos, coloquios o simposios.

Los investigadores publican los resultados de sus investigaciones en revistas de difusión, que son revistas especializadas en las diversas áreas científicas (Biotropica, Science, etc). Para que sus artículos sean publicados, los investigadores deben enviar una copia de su artículo a la revista donde deseen que se publique. El artículo pasa por una serie de revisiones que son realizadas por árbitros y una vez aprobado es publicado, si el artículo no pasa la revisión es devuelto a su autor para que se efectúen las correcciones necesarias.

Ésta es una forma en que el conocimiento científico es transmitido de investigador a investigador o de investigador a alumno (forma indirecta, publicaciones). El nivel que se maneja en estos artículos es muy específico, en algunos casos lo es inclusive para científicos de otras áreas.

Otra forma de transmisión del conocimiento es el que se realiza cuando se llevan a cabo congresos, seminarios, conferencias; o bien de maestros a alumnos o de investigadores a sus alumnos (forma directa), a través de clases en universidades y escuelas.

En los casos anteriores la transmisión del conocimiento se realiza sólo en la esfera del área científica. Existe también la comunicación extracientífica, que es la que se realiza entre los investigadores y la sociedad. Es aquí donde el conocimiento científico trasciende las barreras de la esfera donde se genera y pasa a formar parte del patrimonio de la humanidad, vertiéndose en actividades tecnológicas, filosóficas, educativas, divulgativas, etcétera. (del Río 1982).

En la siguiente figura se propone una representación de los medios de comunicación entre el sistema de investigación y los sistemas gubernamental, productivo, educativo y “público general”.

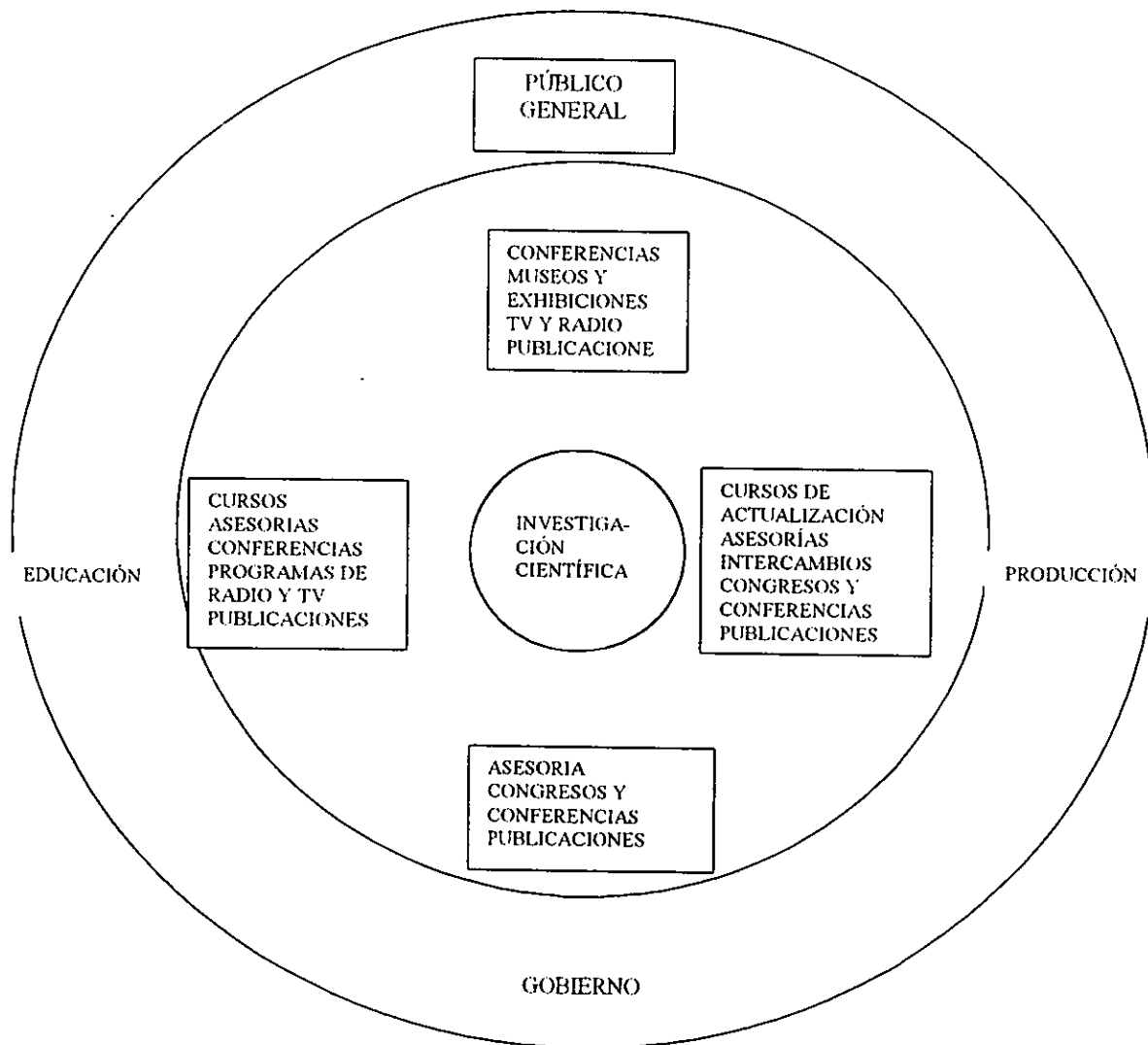


Fig. 2.1 Comunicación científica externa (tomado de del Río 1982). Se muestra la interacción investigación científica, medio y público. Los públicos se han agrupado en cuatro sectores: gobierno, educación, producción y público en general. Se han definido los medios más idóneos para comunicar hacia esos públicos.

Del Río (1982) define: esta clasificación es útil para establecer una primera aproximación en cuanto a la comunicación científica y transmisión del conocimiento

científico. Los medios y canales de transmisión se ha definido de acuerdo a aquellos que pueden comunicar de una manera más eficaz el conocimiento o la información científica.

Un canal de comunicación particularmente importante, es el que se establece a través de la tecnología entre el sistema científico y el productivo. La buena comunicación entre estos sistemas implica el reconocimiento de la importancia de la investigación científica y su aplicación. Cuando se plantean correctamente las necesidades del sistema productivo, las investigaciones pueden dirigirse hacia objetivos de interés económico.

En relación con la educación la ciencia desempeña un papel muy importante. Interviene en la definición y elaboración de programas, formación del profesorado y la producción de material didáctico.

La comunicación entre científicos y dirigentes políticos, gobernantes u opositores, es hoy esencial para garantizar el apoyo económico a los primeros y para dar a los segundos la información científica que es necesaria en mayor número de proyectos políticos. Esta comunicación es particularmente importante en cuestiones energéticas y ambientales.

La comunicación entre el gran público y los científicos, para la transmisión del conocimiento científico, depende del interés que tenga en la ciencia, independientemente de su interés como políticos, educadores o productores de bienes y servicios.

Para una exitosa transmisión del conocimiento se deben sobrepasar ciertas dificultades intrínsecas de la información científica, como el lenguaje, la complejidad en los conceptos. El empleo de una adecuada traducción e interpretación de los conceptos científicos permite ayuda a establecer una buena transmisión del conocimiento científico. Así como el uso de analogías explicativas, asociadas correctamente a los conceptos. Cuando se emplean lenguajes sencillos y directos, que se ajusten a las características del público meta facilitan la transmisión y el entendimiento del público por el tema científico que se esté tratando.

2.2 RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

2.2.1 Historia ecológica del Valle de México

Aunque el hombre existió en el Valle desde hace más de 10 mil años, no fue sino en la época en que comenzó a practicar la agricultura, hace unos 7 mil años, y adquirió el hábito sedentario cuando se dejó sentir en forma conspicua su influencia como agente transformador de la naturaleza y del medio ambiente (Rzedowski 1975). Los primeros grupos sedentarios se establecieron en áreas planas que poseían un buen potencial productivo y humedad adecuada, pero que al mismo tiempo, se encontraban cerca de áreas más elevadas como para evitar las inundaciones durante la temporada de lluvias (Ezcurra 1990).

Entre los años 1700 y 1100 A.C., los primeros poblados grandes empezaron a formarse al noreste de la entonces cuenca, ahora valle. En las primeras fases de la vida sedentaria el desmonte con fines agrícolas, así como una extracción moderada de madera, deben haber sido las principales actividades modificadoras de la vegetación. Para el año 100 A.C., la población de la cuenca era de aproximadamente 15 mil habitantes, con varios pueblos de más de 1 mil personas distribuidos en diferentes partes del Valle. Hacia los comienzos de la Era Cristiana la población de Texcoco, al este de la cuenca, era ya de unos 3 500 habitantes.

En esa misma época comenzó el desarrollo del centro urbano y religioso de Teotihuacan, al noreste del lago de Texcoco. El establecimiento de este tipo de centros está ligado al desarrollo de relaciones sociales y económicas más complejas y con una demanda creciente tanto de productos agrícolas como de materias primas diversas, muchas de ellas de tipo forestal. Hacia el año 100 d.c., Teotihuacan tenía ya unos 30 mil habitantes y cinco siglos más tarde (año 650), la población llegó a superar los 100 mil habitantes. Un siglo más tarde la población descendió a menos de 10 mil habitantes. La razón exacta se desconoce pero se ha propuesto que el origen fue el agotamiento de los recursos naturales y el conflicto sobre su apropiación para ser una de las causas principales. De acuerdo con Sanders (1976), la sobreexplotación de los recursos naturales semiáridos que rodean a Teotihuacan, junto con la falta de una tecnología apropiada para explotar los terrenos

fértiles del fondo de la cuenca, fueron determinantes decisivos para el colapso de esta civilización.

Varias culturas existieron en las márgenes de los lagos, antes y durante la llegada y establecimiento de los aztecas. Los chichimecas provenientes del norte se asentaron en Xoloc, los acolhuas, tepanecas y otomíes ocupaban las regiones de Azcapotzalco, Tlacopan y Coyohuacan, al occidente; grupos de influencia tolteca se establecieron en Culhuacán, Chimalpa y Chimalhuacán, al oriente. El sistema lacustre en el fondo de la cuenca se fue rodeando de pequeños poblados. El desarrollo de nuevas técnicas agrícolas basadas en el riego por inundación del subsuelo y en la construcción de canales, permitieron un impresionante aumento en las densidades poblacionales. En los campos cultivados con esta nueva técnica, las chinampas, los canales servían como vías de comunicación y de drenaje, mientras que la agricultura en campos rellenados con el sedimento extraído de los canales permitió un mejor control de las inundaciones. Los grupos residentes fueron reemplazando la falta de grandes herbívoros para la caza con la recolección de productos de los lagos y canales, entre ellos varias especies de peces y aves acuáticas, ranas, ajolotes, insectos y acociles, así como la recolección de quelites y otras hierbas. En este periodo probablemente comenzó a desaparecer la vegetación natural de comarcas enteras y se iniciaron en algunas partes los procesos erosivos del suelo.

Alrededor del año 1350, los aztecas o mexicas, llegaron del norte y fundaron su ciudad en una isla baja e inundable, la isla de Tenochtitlan, que en pocos siglos se convirtió en la capital de poderoso imperio azteca y en el centro político, religioso y económico de toda Mesoamérica. La pequeña isla se encontraba físicamente en el centro de la cuenca. Esta característica fue un elemento de gran importancia en la cosmovisión azteca. Los aztecas creían que la isla era el eje cosmológico de la región, el verdadero centro de toda la Tierra. Reforzada por la necesidad de obtener alimentos de fuentes externas, esta creencia probablemente determinó en gran medida la estructura social de la metrópoli, organizada alrededor de guerreros despiadados y una poderosa casta sacerdotal. Estas dos clases mantuvieron un inmenso imperio basado en la guerra ritual y la dominación de los grupos vecinos.

Entre los años de 1200 y 1400 d.c., antes, durante y después de la llegada de los aztecas, una impresionante sucesión de cambios culturales y tecnológicos tuvo lugar en la

cuenca. Se estima que hacia finales del siglo XV la población de la cuenca alcanzó el millón y medio de habitantes, distribuidos en más de cien poblados. En ese tiempo el valle de México era, con toda seguridad, el área urbana más grande y más densamente poblada de todo el planeta. La ciudad presentaba una traza cuadrangular de algo más de tres kilómetros por lado, con una superficie total de cerca de 1000 hectáreas. La ciudad estaba dividida en barrios o *calpulli* relativamente autónomos, en los que se elegían a los jefes locales. Los espacios verdes eran amplios: las casas de los señores tenían grandes patios interiores y las chozas de los plebeyos se encontraban al lado de su chinampa, en las que se mezclaban plantas comestibles, medicinales y de ornato. La mitad de cada calle era de tierra dura y la otra estaba ocupada por un canal. Dado que los aztecas no usaban animales de carga ni vehículos terrestres, el transporte de carga por medio de chalupas y trajineras era el medio más eficiente.

Las dos islas más grandes y pobladas del lago, Tenochtitlan y Tlatelolco, habían sido unidas a un grupo de islas menores mediante calles elevadas, formando un gran conglomerado urbano rodeado por las aguas del lago y vinculado con las márgenes del lago a través de tres calzadas elevadas hechas de madera, piedra y barro apisonado. Dos acueductos, construidos con tubos de barro estucado, traían agua potable al centro de Tenochtitlan. Para controlar las inundaciones, un largo albardón había sido construido en la margen este de la ciudad, para separar las aguas de Tenochtitlan de las del gran cuerpo de agua que formaba en esa época el Lago de Texcoco (Ezcurra 1990). La fundación de esta ciudad en medio del lago significó a la larga una intensa guerra con el agua, misma que se tradujo en el paulatino proceso de reducción del mismo y en los consiguientes cambios en la vegetación (Rzedowski 1975).

Cuando los españoles llegaron, en 1519, el valle se encontraba ocupada por una civilización bien desarrollada, cuya economía giraba fundamentalmente alrededor del cultivo de las chinampas que rodeaban al lago. Después de sitiar la ciudad, los españoles dismantelaron la estructura social de la metrópoli. La ciudad misma sufrió especialmente esa transformación; los españoles la rediseñaron completamente, construyendo nuevos edificios coloniales de estilo español en lugar de los templos y palacios aztecas.

Con la conquista española, los caballos y el ganado fueron introducidos al valle de México y tanto los métodos de transporte como la agricultura sufrieron una

transformación radical. Muchos de los antiguos canales aztecas fueron rellenados para construir sobre ellos calles elevadas, adecuadas para los carros y los caballos. De esta manera las chinampas comenzaron a ser desplazadas del centro de la ciudad. El ganado doméstico europeo (vacas, borregos, cabras, cerdos y pollos) trajo a la cuenca una nueva fuente de proteína. Con el ganado no sólo cambiaron los hábitos alimenticios de las clases dominantes (los campesinos continuaron con su dieta de maíz, chile y frijoles), sino que cambió también el uso de suelo, por el pastoreo, y la utilización de los productos agrícolas para el ganado, como el maíz, que antes se reservaba sólo para consumo humano.

La fisonomía general del valle comenzó a cambiar profundamente. Los densos bosques que rodeaban al lago comenzaron a ser talados para proveer de madera a la ciudad colonial y abrir campos de pastoreo para el ganado doméstico. La llegada de los españoles también trajo una disminución en la población de la cuenca, en parte por las matanzas asociadas a la guerra de dominación, en parte por la emigración de los grupos indígenas, pero sobre todo por la llegada de nuevas enfermedades infecciosas que trajeron los españoles, contra las cuales los pobladores indígenas no tenían resistencia inmunológica. Un siglo después de la conquista la población total de la cuenca había disminuido a menos de 100 mil personas.

Desde el principio de la colonia fue claro que la nueva traza que querían imponer los españoles a la ciudad era incompatible con la naturaleza lacustre del valle. El relleno de los canales aztecas para construir calzadas elevadas empezó a obstruir el drenaje superficial de la cuenca y empezaron a formarse grandes superficies de agua estancada, mientras que el pastoreo y la tala de las laderas boscosas que rodeaban a la cuenca aumentó la escorrentía superficial durante las intensas lluvias de verano (Ezcurra 1990). También cobró un auge sin precedentes la minería, que para su desarrollo requirió de grandes cantidades de madera, razón por la que los bosques comenzaron a ser mermados en gran medida. El desarrollo de la ganadería pronto ocasionó un fuerte incremento en la frecuencia de los incendios de la vegetación, que hasta entonces sólo deben haber sido ocasionales en el valle (Rzedowski 1975). Asimismo se intensificó la llegada de nuevos tipos de árboles al Valle, principalmente valiosas especies de frutales como los olivos, duraznos, manzanas, ciruelos y varios otros.

Durante el siglo XIX se hicieron muchas mejoras a los espacios verdes urbanos, particularmente durante el periodo de la intervención francesa (1865-1867), cuando el emperador Maximiliano reforestó muchas plazas de la ciudad siguiendo el diseño de los "jardines románticos" franceses. A finales del siglo XIX y principios del XX la revolución industrial se estableció en México. Se construyeron fábricas y ferrocarriles. Durante el porfiriato la cuenca de México dejó de ser considerada como una serie de ciudades distintas, vinculadas más por el comercio que por una administración central, y empezó a ser considerada como una sola unidad vinculada por un gobierno central y una industria de importancia creciente. Los ferrocarriles recién instalados comenzaron a traer campesinos a la cuenca en busca de empleo en las nuevas fábricas y varios pueblos cercanos al centro de la ciudad, como Tacuba, Tacubaya y Azcapotzalco, fueron devorados por el creciente perímetro urbano.

Después de la Revolución, con la institucionalización del gobierno durante los siguientes periodos gubernamentales hubo una expansión de la ciudad. Durante el periodo presidencial de Lázaro Cárdenas, entre 1939 y 40, se crearon parques en las montañas que rodean al valle de México y se crearon áreas verdes dentro del perímetro urbano. Como resultado de esta política fueron creados los parques nacionales Desierto de los Leones y Cumbres del Ajusco, al oeste y al sur de la ciudad respectivamente. Con ello se buscaba, entre otras cosas, proteger las laderas de la cuenca de la deforestación. Desafortunadamente, durante la presidencia de Miguel Alemán (1946-1952), una buena parte del Parque Nacional Cumbres del Ajusco fue cedido a las industrias papeleras Loreto y Peña Pobre, las que comenzaron un ambicioso programa de tala forestal. Aunque estas compañías se comprometieron a plantar algunos árboles como compensación, la eliminación del Parque Nacional y la deforestación de zonas boscosas cercanas a la ciudad abrieron el camino para la expansión de la traza urbana sobre importantes tierras forestales (Ezcurra 1990).

Por mucho tiempo, los fresnos constituyeron los árboles plantados más a menudo en calles y jardines de la ciudad. Llegaron a adquirir notables tallas en sitios como Coyoacán y Tlalpan. En el presente su número ha disminuido mucho y se los sustituye con otros árboles como los álamos, que resisten mejor la contaminación atmosférica. En el

Paseo de la Reforma, muchos de los fresnos originales han muerto y ahora abundan en él los truenos y los álamos (Vázquez-Yanes 1997).

La vegetación del Valle de México ha tenido diferentes usos a través del tiempo entre los que se encuentran: aprovechamiento forestal, aprovechamiento ganadero, utilización para fines recreativos y estéticos, protección del suelo, facilitación de la infiltración del agua de lluvia y prevención de escurrimientos torrenciales, oxigenación y purificación del aire y protección de microclimas favorables.

La explotación forestal intensa en el área data desde el establecimiento de los grandes centros urbanos. Puede estimarse que en muchos sectores del Valle y durante largos periodos esta explotación fue irracional en el sentido de la renovación y preservación del recurso, una situación similar prevalece en los tiempos actuales. Existen todavía extensas superficies cubiertas por bosques y otras aún más amplias susceptibles de ser repobladas por una vegetación arbórea, cuyo adecuado uso podría sostener a importantes núcleos de población y contribuir favorablemente a la economía del país. El manejo forestal es inadecuado, generalmente las zonas que se explotan son de manera clandestina e irracional, propiciando la falta de interés de los propietarios de terrenos por mantener el bosque en pie, pues prefieren sustituirlo por otra cubierta vegetal.

En cuanto a la ganadería que se practica en la cuenca de México a base de la vegetación natural, no es muy importante: para dicho fin se emplean la gran mayoría e los terrenos que puedan ser aprovechables y por lo general se encuentran sobrepastoreados. Un factor muy importante es el uso de incendios como instrumento de agostaderos (zonas de agricultura que se encuentran en transición entre la última cosecha y la preparación de la nueva). La utilización de fuegos en la ganadería parece constituir una costumbre muy antigua y arraigada en la región; es particularmente frecuente en las áreas cubiertas (o anteriormente cubiertas) por bosques de pino, bosques de encino y pastizales de tipo halófilo y alpino, donde se estimula mediante esta práctica la producción de brotes tiernos de gramíneas en la época desfavorable del año.

El empleo de la vegetación para fines recreativos y estéticos es bastante nuevo en México, pero en los alrededores de la capital ha cobrado en poco tiempo suma importancia. Las áreas verdes para fines de descanso y esparcimiento son cada vez más

necesarias, dadas las condiciones cada vez más saturadas de gente, edificios, autos, y la contaminación excesiva del aire.

La carpeta vegetal juega un papel importante en la protección del suelo contra los efectos de la erosión hídrica y eólica. La eliminación de los bosques así como el sobrepastoreo y el excesivo pisoteo de los agostaderos son las causas más frecuentes del rápido desencadenamiento de este proceso destructivo. La falta o escasez de la carpeta vegetal favorece el rápido escurrimiento directo del agua de lluvia en vez de su infiltración. Tales efectos son en general indeseables, pues hace que el agua cause serios problemas locales y a veces desastres como inundaciones severas.

En cuanto a la oxigenación, se trate de un fenómeno muy difundido. Es de conocimiento común que las plantas producen oxígeno, mismo que necesitamos para respirar. El proceso mediante el cual las plantas producen oxígeno es la fotosíntesis. Las plantas verdes utilizan en bióxido de carbono de la atmósfera y liberan el oxígeno molecular que respiramos. Es por eso que en una región como el valle de México, donde se producen grandes cantidades de CO₂ y donde las condiciones meteorológicas no son siempre favorables para su rápida eliminación, es necesario que existan superficies cubiertas por la vegetación. Por otra parte, para mantener la pureza del aire es fundamental que no queden sin protección vegetal terrenos expuestos a la erosión eólica, que producen tolvaneras en la época de vientos fuertes (Rzedowski 1975). Además de que una de las principales funciones de los bosques, en particular el Ajusco, es regular la escorrentía y ayudar a la infiltración del agua que usa la ciudad (Ezcurra 1990).

2.2.2 Los Bosques de la Ciudad de México.

El Valle de México está ocupado en la actualidad por un conglomerado urbano de gigantescas proporciones donde resulta muy difícil identificar elementos de la naturaleza original del paisaje. Las zonas habitadas se distribuyen por todas las colinas de los alrededores del Valle. De la vegetación primitiva sólo subsiste la que cubre las cumbres más elevadas –apenas una fracción de ella–; sin embargo, diversas reconstrucciones del antiguo paisaje natural del Valle, anterior a su poblamiento nos lo presentan como un lugar de excepcional belleza (Vázquez-Yanes 1997).

El Valle de México es una unidad hidrológica cerrada, una cuenca, (aunque actualmente es drenada en forma artificial) de aproximadamente 7000 km² (Fig. 2.2.2.1). Su parte más baja una planicie lacustre, tiene una elevación de 2240 m sobre el nivel del mar. La cuenca se encuentra rodeada por una sucesión de sierras volcánicas de más de 3500 m de altitud (El Ajusco hacia el sur, la Sierra Nevada hacia el oriente y la Sierra de las Cruces hacia el poniente). Hacia el norte se encuentra limitada por una sucesión de sierras y picos de poca elevación (Los Pitos, Tepotzotlán, Patlachique, Santa Catarina y otros. Los picos más altos (Popocatepetl e Iztaccíhuatl, con una altitud de 5 464 y 5 230 m respectivamente) se encuentran al sureste de la cuenca. Varios otros picos alcanzan elevaciones cercanas a los 4000 m. Estas montañas periféricas representan un límite físico importante a la expansión de la mancha urbana.

Geológicamente la cuenca se encuentra dentro del Eje Volcánico Transversal, una formación del terciario tardío, de 20 a 70 km., de ancho que atraviesa la República Mexicana desde el Pacífico hasta el Atlántico aproximadamente en una dirección este-oeste. Tanto por la cercanía y conexión directa de la cuenca con la fosa del Pacífico como por la existencia de numerosas fallas a lo largo del Eje Volcánico Transversal, los procesos volcánicos, los temblores de tierra y la inestabilidad tectónica en general han sido elementos sobresalientes a lo largo de la historia de la cuenca.

Antes del surgimiento del estado azteca, aproximadamente en el año 1000 de nuestra era, el sistema lacustre del fondo de la cuenca cubría aproximadamente 1 500 km², y estaba formado por cinco lagos someros encadenados de norte a sur: Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco. Los dos lagos del sur, Chalco y Xochimilco, y los dos del norte, Tzompanco y Xaltocan eran algo más elevados y sus aguas escurrían hacia el cuerpo central más bajo, Texcoco, donde la esorrentía de toda la cuenca se acumulaba antes de evaporarse a la atmósfera. El agua de esorrentía, en su camino desde la laderas de los cerros hacia las partes bajas de las cuencas, va disolviendo sales minerales de las partículas del suelo y de las rocas que encuentra a su paso. En las cuencas abiertas, el destino final de las sales disueltas es el mismo que el del agua que las acarrea: los océanos, en los que se han acumulado sales durante largos períodos geológicos.

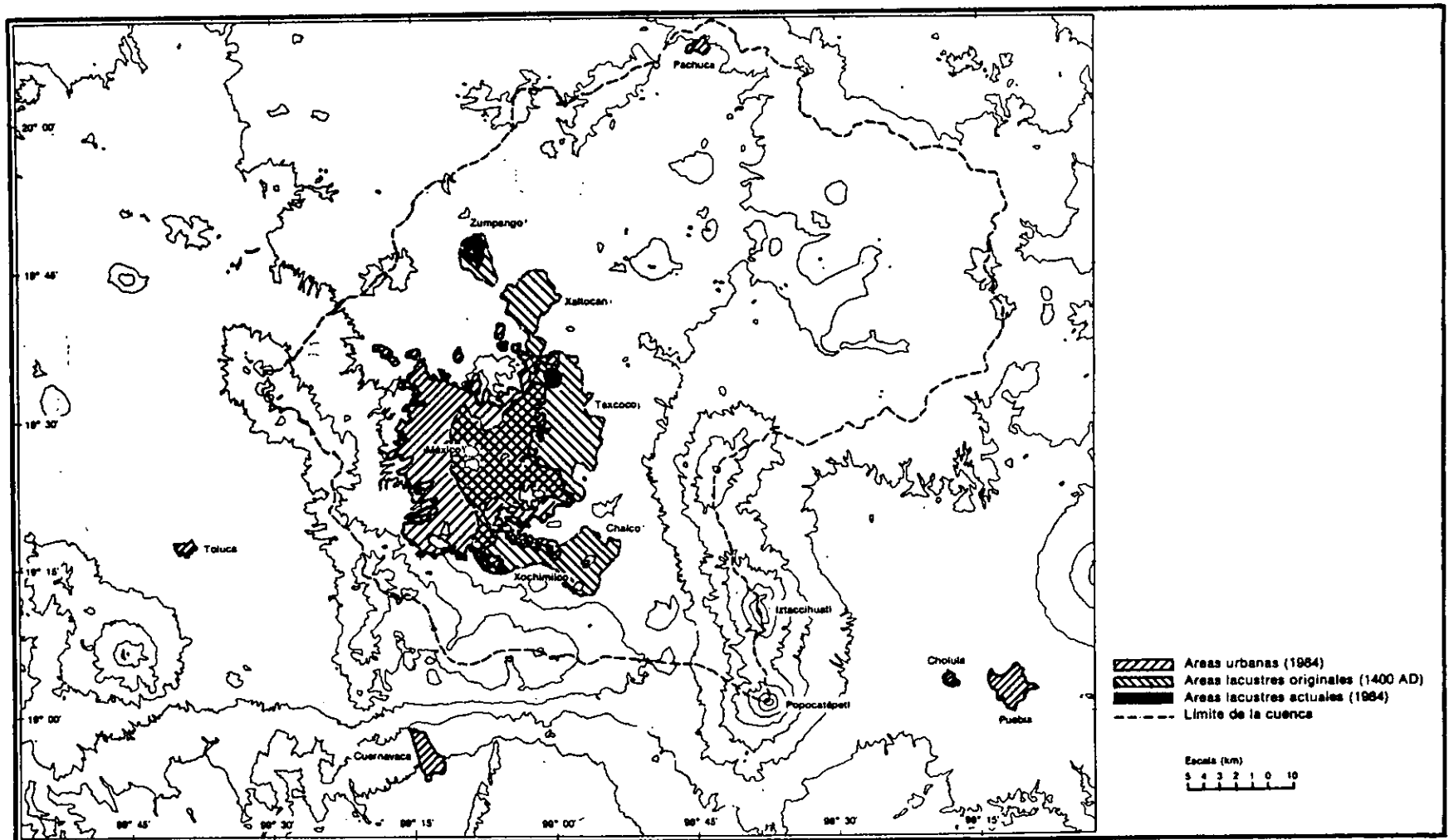


Fig. 2.2.2.1 Mapa topográfico del valle de México, con el área urbana y las superficies lacustres que aún permanecían en 1984 y e área lacustre antes de que comenzaran las transformaciones debidas a la acción humana. (Tomado de Escurra 1990).

En la cuenca de México, como en todas las cuencas cerradas, el destino final de las sales acarreadas por el agua es la parte más baja de la cuenca, donde el agua se evapora y las sales se van acumulando lentamente a lo largo de cientos o miles de años. Las aguas del lago de Texcoco, en consecuencia, eran salobres; y desde el punto de vista geológico formaban un verdadero "mar interior", como lo refirió Hernán Cortés.

Las precipitaciones en la cuenca están concentradas en el verano, mayormente de junio a septiembre. Hay un gradiente de precipitaciones dentro de la cuenca, desde áreas de gran cantidad de lluvias hacia el suroeste (1 500 mm anuales aprox.), hasta áreas de clima semiárido hacia el noreste (cerca de 600 mm por año). Las temperaturas medias anuales en el fondo de la cuenca son de aproximadamente 15°C, con una amplitud de 8°C entre las medias de verano y de invierno. Las heladas nocturnas durante el invierno ocurren en casi toda la cuenca, y su frecuencia tiende a aumentar considerablemente con la elevación y la aridez. (Ezcurra 1990)

Sanders, Pearson y Standley, reconocieron nueve zonas ambientales dentro de la cuenca, antes de la llegada de los españoles. Estas grandes regiones tenían distintos tipos de vegetación y fauna identificables a través de estudios arqueológicos y paleobiológicos, y hoy transformadas por acción del hombre. Estas regiones eran las siguientes:

1. el sistema lacustre, el cual representaba un importante sitio de descanso para las aves acuáticas migratorias
2. las costas salobres, cubiertas de plantas halófitas
3. los suelos aluviales profundos y pantanosos, cubiertos por ciperáceas y ahuehuetes (*Taxodium mucronatum*)
4. los suelos aluviales someros, cubiertos por pastizales y magueyes (*Agave* sp.)
5. los suelos aluviales elevados, vegetados por encinos (*Quercus* sp.) en las pendientes del sur y del suroeste, y por huizaches (*Acacia* sp.) en las pendientes más secas del norte
6. el piedemonte bajo, de suave pendiente y cubiertos de bosques bajos de encinos
7. el piedemonte medio, dominado por encinos de hoja ancha

8. piedemonte superior, en laderas de más de 2 500 m de elevación, dominado por encinos, tepozanes (*Buddleia* spp.), ailes (*Alnus* sp.), y madroños (*Arbutus xalapensis*)
9. el ambiente de las sierras, sobre los 2 700 m de altitud, que aún actualmente alberga amplias extensiones de pinos, oyameles (*Abies religiosa*), enebros (*Juniperus deppeana*) y zacates (pastos amacollados de varias especies). (Sanders *et al* 1979)

los lagos, ya en gran parte secos, se asientan diversas zonas de la ciudad. También varios arroyos permanentes descendían de las montañas transitando a través de galerías de árboles hasta alimentar los lagos con su caudal. Estas corrientes de agua se encuentran ahora en su mayor parte entubadas o convertidas en vertederos de deshechos.

La vegetación natural que rodeaba aquellos lagos y arroyos estaba en su mayor parte formada por extensos bosques de fisonomía diversa. La flora del valle de México sólo se conoce de manera parcial, uno de los estudios más completos fue realizado por Rzedowski en 1975, quien estimó el total de especies de los siguientes grupos taxonómicos:

| | |
|----------------------|-------------|
| Fanerógamas | 2000 |
| Pteridofitas | 150 |
| Briofitas | 250 |
| Hongos macroscópicos | 2000 |
| Líquenes | 200 |
| Algas | <u>1000</u> |
| Total | 5600 |

Dentro del grupo de las fanerógamas, que es el mejor conocido y tiene mayor importancia desde el punto de vista ecológico y económico, cabe reconocer al siguiente composición:

| | Familias | Géneros | Especies |
|------------------|----------|---------|----------|
| Gymnospermae | 3 | 6 | 16 |
| Angiospermae | | | |
| Dicotyledoneae | 100 | 450 | 1500 |
| Monocotyledoneae | 20 | 150 | 500 |
| Total | 120 | 600 | 2000 |

Rzedowski describe once comunidades vegetales que actualmente se encuentran en el Valle de México. Los datos son aproximaciones.

- a) **Bosque de Abies (oyamel).** Se presenta en altitudes entre 2 700 y 3 500 m., casi siempre sobre suelos profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica y húmedos durante todo el año. La precipitación media anual es de 1000 a 1400 mm y la temperatura media varía de 7.5 a 13.5 °C. Se distribuye en las serranías de la mitad meridional del valle, también existen pequeños manchones en la parte más alta de la Sierra de Pachuca y un vestigio en el Cerro Xihuingo. El bosque es perennifolio y denso, con una altura de 20 a 40 m. Presenta uno o dos estratos arbóreos, la cubierta arbustiva y herbáceas son escasas pero aumentan con el disturbio. El suelo está revestido por musgos, los líquenes son epífitos. Además del *Abies religiosa* otros elementos importantes son los ailes (*Alnus firmifolia*), cedros blancos (*Cupressus lindleyi*), encinos (*Quercus laurina*), romerillos (*Pseudotsuga macrolepis*), sauces (*Salix oxylepis*) y capulines (*Prunus serotina* sp. *capuli*).
- b) **Bosque mesófilo de montaña.** Este tipo de vegetación se desarrolla en laderas abruptas y fondos de algunas cañadas situadas en los declives inferiores del Iztaccíhuatl y de la Sierra de las Cruces, ocupa un área muy reducida que llega a 2 km². Se le observa entre los 2 500 y 3000 m de altitud, en sitios protegidos de insolación fuerte y de vientos. La precipitación media excede los 1000 mm y la temperatura media varía de 12 a 14°C. Los suelos son ricos en materia orgánica y húmedos durante casi todo el año. Su característica más importante es la abundancia de epífitas, sobre todo musgos y helechos y las trepadoras leñosas que cubren una buena parte de los troncos y ramas de los árboles. Entre las especies arbóreas más importantes se encuentran: tlecuáhuitl (*Clethra mexicana*), xochilcorona (*Cornus disciflora*), cuauchichic (*Garrya lauriflora*), limoncillo (*Ilex toluicana*), jaboncillo (*Meliosma dentata*), encino (*Quercus laurina*) y *Prunus bachrybotrya*. Otros árboles menos abundantes son: oyamel (*Abies religiosa*), aile (*Alnus arguta*), tepozán (*Buddleia cordata*), cedro blanco (*Cupressus lindleyi*), *Eupatorium mairetianum*, pino (*Pinus ayacahuite*, *P. Patula*, *P. Pseudostrobus*), capulin (*Prunus serotina* spp. *Capuli*), encino (*Quercus rugosa*), saudo (*Sambucus mexicana*), tlamahuacatl (*Viburnum stenocalyx*).

c) **Bosque de pino, ocote. (Pinus).** Los pinares son comunidades muy características de las montañas de México en general y se les observa también en muchas partes del Valle. Se les encuentra en altitudes entre 2 350 y 400 m, pero en realidad se trata de varias asociaciones vegetales distintas entre las que prevalecen diferentes especies del género *Pinus*. Todas estas comunidades tienen una fisonomía similar y son siempre verdes en función de la fenología de los árboles dominantes. La precipitación oscila entre los 700 y 1 200 mm anuales. Crecen en suelos profundos o someros y a veces bastante rocosos. Las trepadoras y las epífitas son escasas, y en general el sotobosque que relativamente pobre en arbustos, con abundancia de gramíneas amacolladas. Son las comunidades vegetales más frecuentemente sujetas a incendios forestales, muchas veces inducidos por los pastores de borregos que aprovechan el rebrote tierno de los pastos del sotobosque para proveer de forraje a sus animales al final de la temporada de secas, entre febrero y abril. A lo largo del gradiente altitudinal, los pinares más bajos son los de *Pinus leiophylla*, que crecen con frecuencia asociados a encinares, formando bosques ralos. En la actualidad han disminuido por el crecimiento de la ciudad. En el siguiente piso altitudinal, entre 2 500 y 3 100 m, se encuentran bosques de ocote (*Pinus montezumae*) en la parte sur del Valle y bosques de *Pinus rudis* en las montañas más secas del norte y del este. Por encima de los 3000 m crecen bosques ralos de *Pinus hartwegii*, la especie más tolerante a las condiciones ambientales extremas que imponen las altas montañas que rodean al valle. Este pino se desarrolla acompañado de pastos amacollados, conocidos como zacatones, del género *Festuca* y *Mulhenbergia*. La comunidad de *P. Hartwegii* es el hábitat típico del zacatuche o conejo de los volcanes, una especie endémica de la cuenca de México y actualmente en peligro de extinción, debido entre otros factores a los incendios forestales que destruyen su hábitat.

d) **Bosque de encino (Quercus).** Los encinares son también bosques frecuentes en la zona montañosa del valle de México y en épocas pasadas eran mucho más extendidos que ahora. Prosperan en altitudes de 2 350 y 3100 m, sobre suelos profundos o someros, en áreas en que llueve 700 a 1200 mm, por consiguiente

ocupan hábitats muy similares a los correspondientes a los bosques de pino. De manera análoga también existen en la cuenca varios tipos de encinares que difieren entre sí, en cuanto a sus especies dominantes, altura, fenología y otras características. En su mayoría los bosques de *Quercus* del Valle de México son más bien bajos, pues miden de 5 a 12 m, y moderadamente densos. Muchos pierden la hoja por un período de varias semanas, otros son perennifolios. Las trepadoras y epífitas en general no son abundantes pero en el cauce de arroyos aumentan su abundancia. Por debajo de los 2 500 m dominan *Quercus obusata* y *Q. laeta*, entre los 2 500 y 2 800m domina *Q. rugosa* una especie de encino de hojas anchas y rígidas, asociado a veces con el madroño (*Arbutus xalapensis*) y con *Q. mexicana* y *Q. crassipes*. Por encima de los 2 800m domina *Q. laurina*, comúnmente asociado a los bosques de oyamel y de pino. Al norte de la cuenca, en las partes más secas, son comunes los bosques bajos de *Q. microphylla* y de *Q. gregii*. Un gran bosque de encinos dominado por *Q. rugosa* ocupaba las partes medias del Pedregal de San Ángel, a sur del Valle. Actualmente ha desaparecido casi totalmente por el avance de los fraccionamientos urbanos.

e) **Bosque de enebro (Juniperus).** Se trata de una comunidad abierta y baja que apenas amerita el término de bosque. Ocupa extensiones relativamente grandes sobre laderas de cerros y también en lugares más o menos planos de las partes N, EN y E del Valle, en altitudes entre 2 450 y 2800 m. Las temperatura media varía de 11 a 14°C y el promedio anual de lluvia es de 600 a 800 mm. La especie dominante es *Juniperus deppeana* conocida como enebro, sabino o cedro; es un arbolito de 3 a 6 m de alto, siempre verde con hojas escamosas muy pequeñas. Las epífitas y las trepadoras son por lo general escasas o ausentes. Existe mucho espacio entre los árboles, esto favorece el establecimiento de arbustos y plantas herbáceas heliófilas como: maguey (*Agave atrovirens*), encino chaparro (*Q. microphylla*), tatalencho (*Gymnosperma glutinosum*), gobernadora de Puebla (*Brickellia veronicifolia*), *Eupatorium spinosarum*, *E. scorodionoides*, y *Stevia salicifolia*.

f) **Matorral de encino (Quercus).** Esta es una comunidad baja dominada por encino chaparro (*Q. Microphylla*) especie que forma una cubierta muy densa

debido a su reproducción vegetativa a través de las partes subterráneas. Es particularmente frecuente en el sector EN del Valle, pero también se le encuentra en las partes N, E, W y centro, esporádicamente en el sur. Se ha observado en altitudes entre 2 350 y 3 100 m, sobre suelos poco profundos, con precipitación media anual de 700 a 900 mm y temperatura de 9 a 13°C. La altura de este matorral varía de 20 a 100 cm, con mayor frecuencia entre 40 y 80 cm. La planta dominante es de hoja caediza, aunque pierde el follaje sólo por un período breve. Parece ser una comunidad inducida y mantenida por el fuego y existe en sitios donde anteriormente se encontraban bosques de pino o de encino.

- g) **Pastizales.** Bajo el rubro de pastizales se consideran los tipos de vegetación en que predominan las gramíneas, aunque de manera arbitraria no se incluyen los pastizales de suelos salinos. Pueden distinguirse en el Valle de México por lo menos cinco tipos de comunidades vegetales donde predominan los zacates y existen prácticamente desde 2 250 hasta 4 300 m de altitud. La formación más importante son los pastizales de *Hilaria cenchroides*, comunes al noroeste de la cuenca en Huehuetoca y Tepetzotlán, también se puede observar al pie de la Sierra Nevada. Esta comunidad próspera en laderas y lomeríos entre 2 300 y 2 700 m de altitud, con precipitaciones anuales entre 600 y 700 mm. En las planicies del centro y norte de la cuenca a 2 300 y 2 400 m, sobre áreas fuertemente perturbadas, se desarrolla una comunidad de pastizal en la que dominan gramíneas anuales (*Aristida adsencionis* y *Bouteloa simplex*), acompañada a veces por árboles espaciados de pirul (*Schinus molle*) y algunos nopales (*Opuntia* spp.). Esta comunidad puede observarse típicamente en los alrededores de Teotihuacan y al norte, hacia Pachuca. A mucha mayor altura, 2 900 a 3500 m, en los bosques de oyamel se encuentran con frecuencia praderas de sínfito (*Potentilla candicans*) en valles y planicies altos de suelo arcilloso y drenaje lento. En la época seca dominan en esta comunidad las plantas rastreras de sínfito, con vistosas flores amarillas. Durante el tiempo de lluvias, estos valles se cubren con un denso tapiz de gramíneas y ciperáceas. Aún a una altura mayor, 4 000 m., o más, por encima del bosque de *Pinus hartwegii*, se

desarrollan los pastizales alpinos de *Mulhenbergia* y *Festuca*. Estos pastos o zacatones, de crecimiento amacollado, forman matas erectas de 60 a 120 cm de altura. Son muy susceptibles a los incendios y son junto con el bosque de *P. hartwegii*, el hábitat preferido del conejo de los volcanes.

- h) **Matorrales xerófilos.** Se agrupan bajo este nombre varias comunidades arbustivas que se desarrollan de manera preferente en las porciones más secas del Valle. Son muy frecuentes y cubren mucha superficie en la parte septentrional del la cuenca, pero también existen en el centro y sur de la misma. Se desarrollan en altitudes de 2 250 a 2 700 m; sobre suelos someros o profundos de laderas de cerros con precipitación media anual de 400 a 700 mm., con una temperatura media anual de 12 a 16°C. La asociación más estudiada es la dominada por nopal (*Opuntia streptacantha*), cenicilla (*Zaluzania agusta*) y uña de gato (*Mimosa biuncifera*), que prevalece en la mitad boreal del Valle. Es un matorral espinoso, abierto a denso de 1 a 3 m de alto, a veces con eminencias arbóreas aisladas de pirul (*Schinus molle*) o palma (*Yucca filifera*). Gracias al nopal todo el año tiene aspecto verde. Otras especies frecuentes son: *Eupatorium espinosarum*, palo dulce (*Eysenhartia polystachia*), sangre de grado (*Jatropha dioica*), gobernadora de Puebla (*Brickellia veronicifolia*) y tatalencho (*Gynmosperma glutinosum*). El matorral de guapilla (*Hechtia*) está limitado en su distribución al extremo norte del Valle, donde prospera sobre algunas laderas de pendiente más bien pronunciada. Es un matorral espinoso, bajo y denso, comúnmente de 30 a 80 cm de alto, en el cual predominan fisonómicamente arbustos siempre verdes con hojas en roseta, como guapilla (*Hechtia podantha*) y lechuguilla (*Agave lecheguilla*). Otros componentes comunes son: sangre de grado (*Jatropha dioica*), uña de gato (*Mimosa biuncifera*), *Eupatorium espinosarum* y *Pithecellobium leptophyllum*. El matorral de palo dulce (*Eysenhartia*) es frecuente en el sector central del valle (Sierra de Guadalupe) y también se presenta en la zona meridional. Es un matorral alto, de 3 a 4 m, generalmente denso y mucho menos espinoso que los anteriores. La especie dominante es *Eysenhartia polystachia*, la mayor parte de los componentes son de hoja caediza. Entre otros arbustos más o menos comunes pueden

mencionarse zoapatle (*Montanoa tomentosa*), uña de gato (*Mimosa biuncifera*) y nopal (*Opuntia* spp.). El matorral de palo loco (*Senecio praecox*) es característico de terrenos muy rocosos y pobres en suelo, el área continua más grande que ocupa corresponde a la parte baja del Pedregal de San Ángel, que es una corriente de lava basáltica de edad relativamente reciente. Se trata de un matorral abierto, con fuerte desarrollo del estrato herbáceo. La especie dominante mide de 2 a 3 m de alto, permanece sin hoja durante la temporada seca y proporciona a la comunidad un aspecto característico. Otro árbol dominante es el pital (*Schinus molle*), planta perennifolia. También se pueden encontrar chapuliztli (*Dodonea viscosa*), retama del país (*Cassia laevigata*), zoapatle (*Montanoa tomentosa*), tabaquillo (*Wigandia caracasana*) y *Verbesina virgata*.

- i) **Vegetación halófila.** Comprende las comunidades vegetales que habitan los suelos salinos, alcalinos y mal drenados de los fondos de antiguos lagos, situados en la parte más baja del Valle, a un poco menos de 2 250 m de altitud. Es particularmente común en el lecho seco del lago de Texcoco. Antiguamente este tipo de vegetación ocupaba sólo los márgenes salobres del lago, pero con el desarrollo del drenaje de la cuenca y el secado artificial de los espejos de agua se ha extendido hacia las partes más bajas. La vegetación salina se encuentra amenazada en parte por el crecimiento urbano, pero principalmente por las descargas de aguas negras de la ciudad. En la mayor parte de los casos la vegetación adquiere la forma de un pastizal bajo y denso, en el cual dominan gramíneas que se reproducen vegetativamente por rizomas y estolones. Las dos especies dominantes son: *Distichlis spicata* y *Eragrostis obtusiflora*, plantas fisonómicamente semejantes entre sí, pero que rara vez conviven. Con frecuencia la vegetación de grandes extensiones consta exclusivamente de una sola de estas especies. Otras halofitas frecuentes son: chamizo (*Atriplex linifolia*), *A. muricata*, *Sporobolus pyramidatus* y romerito (*Suaeda nigra*). Las plántulas de esta última especie han sido cultivadas durante siglos por los agricultores de Xochimilco y consumidas como verduras. Son uno de los pocos casos en que la semilla para cultivo se extrae de plantas silvestres.

j) **Vegetación acuática y subacuática.** La vegetación acuática en otras épocas ocupaba grandes extensiones del Valle de México. Aun a principios de este siglo constituía un elemento muy importante del paisaje de los alrededores de la capital, de sus suburbios y de las poblaciones vecinas. Sin embargo, esta situación está cambiando tan radicalmente, que de proseguir con la misma tendencia y ritmo cabe esperar dentro de poco su desaparición prácticamente absoluta. La diversidad ya no es tan grande como antes. Los tipos más conspicuos de comunidades arraigadas y emergidas son los "tulares" de *Typha latifolia* y de *Scirpus* spp., presentes principalmente en los lagos de Texcoco y de Zumpango, estos tulares a veces alcanzan de 2 a 3 m de alto. Estas especies se usaban antiguamente para la extracción de fibras para la construcción de techados y fabricación de sillas. De menor talla son las comunidades en que dominan varias especies de *Polygonum*, *Cyperus*, *Juncus*, *Echinochloa*, *Hydrocotyle*, *Eleocharis*, *Bidens*, *Berula*, *Sagittaria*, *Ludwigia* y algunas otras. Frecuentes sobre todo en bordes de canales y de zanjas tanto en Xochimilco como de otros sitios. La vegetación flotante que más a menudo se observa, consta de capas delgadas, pero a veces muy espesas, de la lentejilla de agua (*Lemna* spp.) que en ocasiones cubre por completo los canales. Tapices similares de *Azolla* son menos comunes. Actualmente los pocos cuerpos de agua libre que se encuentran en la cuenca han sido invadidos por una especie introducida de Sudamérica: el huachinango o lirio de agua (*Eichornia crassipes*), que se propaga vegetativamente de forma extraordinaria y llega a cubrir totalmente los cuerpos de agua, modificando sus condiciones de aireación e iluminación, produciendo serios trastornos sobre los ciclos de vida de la flora y fauna nativas.

k) **Otras comunidades vegetales.** Existen otros tipos de vegetación de distribución restringida o bien, sin composición florística definida. Se trata, en la mayoría de los casos, de comunidades secundarias derivadas de la destrucción de la vegetación original y de una perturbación continua debido a las actividades humanas. Entre estas comunidades se encuentran los ailes (*Ahhus firmifolia*) que aparentemente constituye una etapa sucesional del establecimiento del bosque

de oyamel, pero sólo se presenta en localidades aisladas. Un poco más frecuente es el matorral de la hierba del carbonero (*Bacharis conferta*), es de tipo secundario y se presenta tanto en medio de bosques de oyamel como de pino y encino. En algunas localidades aisladas y con exposición sur de la Sierra de Guadalupe existen pequeños bosques de copal (*Bursera cimeata*). En otros sitios de la misma sierra se localizan vestigios de un bosque de cazahuate (*Ipomoea murucoides*). La superficie que ocupan estas comunidades es muy reducida, pero son de interés por representar aparentes reliquias del bosque tropical caducifolio que probablemente existió en otras épocas en la cuenca.

“Sería maravilloso poder reconocer, recuperar y conservar áreas en el Valle donde aún se extienda la vegetación e imperen las condiciones naturales originales, como ha hecho la Universidad Nacional Autónoma de México con el Pedregal de San Angel, de manera que todos los habitantes de la región, presentes y futuros, tengamos a nuestro alcance aunque sea una pequeña muestra de la gran riqueza natural que antes existió en el lugar donde vivimos” (Vázquez-Yanes 1997).

2.2.2 Panorama general de la Ecología

La palabra ecología está tomada del griego (οικος) , que significa casa. En 1870 el zoólogo alemán, Ernst Haeckel (1834-1919) dio el primer significado de la palabra, “estudio del ambiente natural y de las relaciones de los organismos entre sí y entre lo que les rodea”. El uso general llega a finales del siglo XIX, cuando los científicos comienzan a llamarse ecólogos.

Posteriormente surgieron otras definiciones de ecología, que fueron complementando a la primera. Odum (1963) afirma que la “ecología es el estudio de la estructura y funcionamiento de la naturaleza”. Por su parte, Krebs, en 1978, considera que es el “estudio científico de las interacciones que determinan la distribución y abundancia de los organismos”. Una de las definiciones más aceptadas es la propuesta por Begon, Townsend y Harper (1988) que enuncia que la ecología es el “estudio de las relaciones entre los organismos, las poblaciones y las comunidades”. De acuerdo con Likens (1992) “la ecología es el estudio científico de los procesos que influyen la distribución y

abundancia de los organismos, las interacciones entre ellos y las interacciones entre los organismos y la transformación y flujo de materia y energía". Otra definición más es la propuesta por Smith (1992), quien enuncia que "la ecología es el estudio de las relaciones entre los organismos y su ambiente; donde ambiente no sólo incluye las condiciones físicas sino también las biológicas bajo las cuales viven los organismos, y las relaciones incluyen las interacciones con el medio físico así como con miembros de la misma especie y de otras especies". "Ecología" tiene la misma raíz que "economía": en efecto, la ecología puede considerarse el estudio de la economía de la naturaleza (Smith 1992).

Los científicos observan el mundo natural desde muchas perspectivas, dependiendo de su entrenamiento y de los problemas que estudien y los sistemas en los que trabajen. Todas las perspectivas son válidas para ampliar su comprensión del mundo natural. Una pregunta es el punto inicial de cualquier investigación. Los fenómenos o patrones en la naturaleza impulsan las inquietudes sobre cómo un patrón llegó a existir. Se formulan algunas hipótesis para contestar la pregunta y se ponen a prueba a través de experimentos u observaciones posteriores. Si los resultados son consistentes con la (s) hipótesis se puede comenzar a generalizar la comprensión o la explicación del fenómeno y se pueden hacer predicciones válidas basadas en este descubrimiento. Si los resultados no son consistentes con la hipótesis, se puede rechazar.

Ricklefs (1990) menciona que: los resultados experimentales –prueba de ideas –, proporcionan nuevos datos, los cuales impulsan la formulación de nuevas preguntas o el replanteamiento de anteriores. La inquietud científica se autoperpetúa: una vez una inquietud genera una pregunta y como bola de nieve, las preguntas generan nuevas preguntas. Las principales características de la inquietud científica son: identificación de patrones en la naturaleza, propuesta de ideas para explicar los patrones (teorías), comprobación de las teorías mediante evaluación de predicciones que den una explicación no considerada del fenómeno. La investigación científica es muchas veces una forma de arte, como pintar o componer música. Mientras la cultura dicta ciertos estándares estéticos y la pintura o las composiciones son productos únicos de la imaginación y del espíritu humanos, la ciencia crea, a través de teorías, la explicación del mundo natural. La diferencia entre intuición y aproximación práctica hace que la ciencia sea emocionante y garantiza este proceso (Ricklefs 1990).

A finales de los sesenta y principios de los setenta dio inicio un movimiento ambiental; a causa de esto la ecología se volvió popular. Hoy el término aparece en cualquier parte, ha llegado a ser de uso común, en ocasiones carece de sentido e incluso se ha abusado del término. La ecología es un híbrido, para el cual es aún más difícil trazar raíces definitivas como pudiera hacerse para las matemáticas y para otras ciencias.

Por otra parte, la ecología de hoy día tiene fuertes raíces en la fitogeografía y en la historia natural, e incluyendo el estudio de plantas, aves, mamíferos, peces, insectos, hongos y bacterias. Aunque la historia natural proporcionó mucho conocimiento sobre el cual se basa la ecología, el ímpetu real viene de las exploraciones de los geógrafos vegetales. Ellos descubrieron que aunque las plantas difieren en varias regiones del mundo, la vegetación asume ciertas similitudes y diferencias que requieren explicación. La primera generación de fitogeógrafos inicia con Carl Ludwig Willdenow, quien influenció a Alexander von Humboldt (1769-1859) naturalista alemán. Es Humboldt quien pasa cinco años explorando América Latina, describió la vegetación en términos de apariencia, correlacionó tipos de vegetación con características ambientales y acuñó el término asociación vegetal.

En la segunda generación se encontró Johannes Warming, quien escribió el primer libro sobre ecología vegetal, donde dibujó, y escribió sobre la morfología, fisiología, taxonomía y biogeografía dentro de un marco coherente. Este libro tuvo mucha influencia sobre el desarrollo de la ecología. De este modo los fitogeógrafos y los botánicos construyeron una base sólida para el desarrollo de la ecología moderna (Smith 1992).

Mientras un grupo de ecólogos se dedicaba al estudio de las plantas terrestres, otro empezó a hacer estudios sobre la relación entre los organismos acuáticos, plantas y animales, y su ambiente. Este grupo introdujo ideas sobre el ciclaje de nutrientes orgánicos y los niveles de cadenas tróficas usando conceptos como productores y consumidores. Introducen además el término limnología, que se emplea para designar estudios de los organismos que habitan aguas dulces.

Así como la ecología y la geografía vegetales fueron avanzando, otras actividades en otras áreas de la historia natural fueron asumiendo papeles importantes. El viaje de Charles Darwin (1809-1882) naturalista británico, en el *Beagle* fue uno de ellos. Durante este viaje, Darwin colectó numerosos especímenes biológicos, notas detalladas.

Influenciado por Charles Lyell (1797-1875) geólogo británico, quien propuso que la tierra cambió a través del tiempo, Darwin observó como la vida también cambia. Durante años colectó datos y realizó observaciones de las relaciones entre los organismos y sus ambientes, las similitudes y diferencias de los organismos dentro y entre continentes. Él atribuyó estas diferencias a las barreras geológicas que separan los ambientes. Notó como grupos sucesivos de plantas y animales, distintos en apariencia, en realidad están relacionados.

En el desarrollo de su teoría de la evolución, Darwin estuvo influenciado por las ideas de Thoms Robert Malthus (1766-1834). Malthus desarrolló el principio de que las poblaciones crecen en proporciones geométricas, duplicándose a intervalos regulares. Experimentando un crecimiento rápido, la población sobrepasaría el aporte de comida, es decir, habría más demanda que producción. "Por último la población estaría restringida por una fuerza operativa constante que controlara la relación entre plantas y animales, desecho de semillas, enfermedad y muerte prematura". A partir de este concepto Darwin desarrolló la idea de sobrevivencia del más apto como un mecanismo de selección y evolución.

El interés en Malthus estimuló el estudio de las dinámicas poblacionales, el cual se desarrolló en dos direcciones: La *ecología de poblaciones* que estudia cómo crecen las poblaciones (incluyendo tasas de natalidad y mortalidad), fluctuación, interacción y dispersión (migración e inmigración). La *biología poblacional* se refiere a cómo la selección natural y la evolución afectan a las poblaciones. Las ideas de selección natural, evolución y dinámica poblacional fueron aplicadas en un principio a animales, posteriormente a plantas.

Paralelamente al desarrollo de la ecología vegetal y animal se desarrolló la *ecofisiología*, la cual se refiere a las respuestas que tienen los individuos a variables físicas como la temperatura, humedad, luz y otras que pueden generar condiciones de estrés. Por otra parte, las observaciones de historia natural abrieron camino a la ecología de la conducta la *etología*. Por su parte la ecología conductual dio origen a un a rama controversial, la *sociobiología*, que sostiene que la genética tiene una fuerte influencia en la conducta. Otras observaciones permitieron a los investigadores emplear diferentes sustancias químicas en reconocimiento animal, intra especies, marcaje de caminos y territorios, cortejo y defensa planta-animal, este trabajo se conoce como *ecología química*.

La ecología moderna se ha desarrollado a lo largo de dos líneas principales: *ecología ecosistémica* y *ecología poblacional*. La *ecología ecosistémica* es holística en su aproximación al estudio de los ecosistemas. Esto se debe a que los ecosistemas son muy complejos para ser estudiados como fragmentos aislados, son mejor estudiados como unidades funcionales. La *ecología poblacional* es reduccionista en su acercamiento a la verdad. Los reduccionistas argumentan que si descubren como funciona cada parte del sistema pueden conocer como funciona el sistema en su totalidad. Sin embargo, a pesar de lo diferentes que pueden parecer estos dos sistemas, en realidad son complementarios para comprender cómo funciona la naturaleza (Smith 1990).

Ambos tipos de ecología están interesados en tres preguntas básicas: qué, cómo y por qué. La respuesta al qué es la descripción: la *ecología descriptiva* observa la estructura de poblaciones, comunidades y ecosistemas. La respuesta al cómo la da la *ecología funcional*, esta involucra la experimentación. Tanto en campo como en laboratorio, donde se manipulan variables para la comprobación de las hipótesis. Una vez que se conoce o que se tiene idea de cómo funcionan los ecosistemas y las poblaciones, surge el porque, y la respuesta es proporcionada por la *ecología evolutiva*.

La ecología ha tenido muchas raíces. Como indica el historiador Robert McIntosh, “la ecología es una disciplina polimórfica”, nunca podremos reducirla a un conjunto básico de principios. Las áreas que estudia la ecología van desde las marinas, las de agua dulce y las terrestres. Involucra todos los grupos taxonómicos desde bacterias y protozoarios hasta mamíferos y plantas superiores, árboles y se relaciona con ellos a diferentes niveles. Estudia estos niveles y grupos desde varios puntos de vista, conductual, fisiológico, matemático y químico. Como resultado los especialistas comparten pequeños trozos de información entre unos y otros, y por otro lado, la multidireccionalidad asegura el enriquecimiento de este campo en continuo crecimiento (Smith 1992).

Los niveles de estudio de la ecología son: población, comunidad y ecosistema. Las poblaciones están conformadas por agrupaciones de individuos u organismos de una misma especie que habitan en un mismo tiempo y espacio; la población en general es una organización delimitada por la especificidad de los lazos reproductivos (Equihua 1987). Las poblaciones presentan características únicas, tienen una estructura de edades, densidad y distribución en tiempo y espacio. Presentan tasas de natalidad y mortalidad, así como de

crecimiento. Responden por sus propios medios a la competencia inter e intraespecífica, a la depredación y a otras presiones (Smith 1992).

Una comunidad biótica es un ensamble de plantas y animales que viven en el mismo ambiente con interdependencia y sostenimiento mutuo, utilización y disipación de energía. Todas las comunidades presentan patrones verticales y horizontales, los cuales reflejan las formas de vida vegetal y su influencia en la naturaleza y distribución de la vida animal dentro de la comunidad. Las comunidades están organizadas de acuerdo a especies dominantes, especialmente en las regiones templadas, las especies dominantes no necesariamente son las más importantes de la comunidad. Están caracterizadas por la diversidad de especies, esto involucra dos componentes, riqueza y diversidad, la riqueza se refiere al número de especies de la comunidad y la diversidad a la variación en la composición de especies (Smith 1992). También se maneja el concepto de nicho ecológico, se refiere al espacio ecológico que ocupa una especie dentro de la comunidad (Equihua 1987).

La idea de ecosistema es el corazón de la ecología, ecosistema se ha definido como una masa de organismos autocontenidos parcial o totalmente, como todos los organismos presentes en un área junto con su ambiente físico y como las interacciones y ciclaje de materia que une a los organismos de una comunidad con otra y con su ambiente. El ecólogo inglés Tansley propone el término ecosistema en 1935, en donde el prefijo *eco* indica ambiente y *sistema* se refiere a un complejo de unidades coordinadas (Smith 1992). Los ecosistemas pueden verse como unidades reales (un bosque, una laguna, una selva, etc.), pero también se les puede considerar como entidades abstractas, en el sentido de que son construcciones conceptuales elaboradas a partir de entidades concretas.

En todo ecosistema es factible encontrar una superposición de dos ciclos, uno de materia y otro de energía. El primero es, en cierta medida, un ciclo cerrado; en el sentido de que la materia se reincorpora al sistema y realiza un trayecto por la parte viva del ecosistema y por el medio físico (Equihua 1987). Sin embargo la mayor función del ecosistema es el flujo de energía, lo cual soporta la vida en la Tierra. La energía se rige por las leyes de la termodinámica, la segunda ley establece que la energía se transfiere o se transforma de un estado a otro. La energía es degradada en su paso por el ecosistema, cuando pasa de un estado más organizado a otro menos organizado (Smith 1992).

2.2.4 Reforestación y Restauración

2.2.4.1 Reforestación

Reforestar es el acto de cubrir con vegetación un terreno que habiendo estado poblado con árboles y plantas los ha perdido por accidentes naturales o por destrucción del hombre (Romero 1992).

La silvicultura es la ciencia que nos enseña a cultivar el bosque a fin de obtener los mejores y más abundantes productos y a su vez lograr que éste se renueve a través del tiempo para asegurar su indefinida conservación. Cuando los bosques, selvas o áreas forestales son afectadas por un aprovechamiento, se destruyen los ecosistemas. Explotando los bosques sin apego a la ciencia silvícola se acaba tan indispensable riqueza misma que es imposible reponer de un día para otro.

México cuenta con una de las tasas de deforestación más altas y una de las más bajas de reforestación. Una de las principales causas es la imperiosa necesidad de subsistencia de los campesinos así como el lucro, a veces, desmedido de industriales y comerciantes, a lo que se podría sumar el afán de enriquecimiento de algunos políticos (Romero 1992).

Hace cerca de sesenta años algunos técnicos agrónomos y forestales comenzaron a apreciar los efectos nocivos de la deforestación en los suelos de zonas montañosas en México. Lo que dio inicio a las acciones de reforestación en varias partes del país. Desgraciadamente se tenían pocos conocimientos respecto a las especies empleadas en las actividades de reforestación. Lo que se buscaba en ese entonces eran especies que se adaptaran a diferentes climas y suelos fueran de crecimiento rápido. Dichas especies eran introducidas como el eucalipto (Rzedowski 1975).

En 1914 en México existía la Escuela Nacional Forestal de Coyoacán como institución de enseñanza de la ciencia y técnicas forestales. Paralelamente funcionó la Escuela de Guardas Forestales en Santa Fe. Ambos eran centros de preparación científica de los futuros directivos del manejo de los bosques y de los guardias familiarizados con el ambiente de los bosques y de las selvas para la guarda y protección de sus riquezas. Las áreas arboladas de México en cuanto a su explotación ya eran legisladas por disposiciones

que tenían fuerza de decretos federales, cuyo cumplimiento estaba bajo la responsabilidad de la Dirección General Forestal, dependiente de la Secretaría de Agricultura.

En aquella época fue el ingeniero Miguel Ángel de Quevedo quien introdujo la cultura y riquezas forestales al país, él consideraba al bosque un todo en la naturaleza debidamente equilibrado e integrado a ella, y de este modo los bosques y las selvas quedaban ligados a otros elementos del ambiente como una unidad ecológica, en estrecha correlación. Dentro de este complejo tienen relieve, en sus funciones, los depósitos y corrientes de agua, el clima y la meteorología, factores de gran importancia que fueron tomados en cuenta en los albores de las ciencias forestales, introducidas en México a principios del siglo XX. En concordancia con las condiciones de política constructiva, los sucesivos gobiernos de la revolución se sintieron obligados a considerar las áreas boscosas del país como una riqueza que debía ser estudiada por técnicos cada vez mejor preparados en ingeniería forestal, con la finalidad de cuidar este recurso.

En 1933 Miguel Ángel de Quevedo redactó un acta donde se establecía que los terrenos nacionales correspondían a 33 millones de hectáreas, de las cuales el 50% (16.5 millones de ha.) estaba cubierto de ricos bosques. En 1935 en el gobierno del Gral. Lázaro Cárdenas se reconoció oficialmente la existencia de 16.5 millones de hectáreas de bosques nacionales; en la actualidad sólo se reconoce el 1% de superficie boscosa.

Entre los estudios más serios que se han hecho sobre el patrimonio forestal de México se encuentra el elaborado de 1951 a 1953 conjuntamente por el gobierno de México y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (OAA). Se realizó una evaluación de la distribución de la tierra, en hectáreas, según su aprovechamiento conforme al cuadro siguiente:

| | |
|--|---|
| Tierras Agrícolas 14 512 000 ha. (7.4 %) | Tierras de regadío 12% |
| | Tierras sin riego o de secano ¹ 19% |
| | Tierras sin riego pero húmedas 9% |
| Tierras de Pastoreo 126 129 000 ha. (64.2%) | |
| Bosques 26 000 000 ha. (13.2%) | Bosques tropicales productivos 11 000 000 ha. accesibles (50%) |
| | Bosques templados productivos 9 000 000 ha accesibles (80%) |
| | Bosques improductivos 6 000 000 ha. |
| Tierras desérticas o semidesérticas inaprovechables 30 000 000 ha. (15.2%) | |

(Tomado de Romero 1992).

Algunas recomendaciones hechas la comisión entre el gobierno mexicano y la Organización de naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación (OAA), de 1951 a 53, fueron:

- 1) México debe reorganizar y fortalecer su administración forestal como medida primordial e indispensable para el desarrollo de su economía.
- 2) Debe completarse a la mayor brevedad posible el inventario forestal de la nación.
- 3) Debe ampliarse las actividades del Instituto de Investigaciones Forestales para que sea posible una investigación coordinada de todos los aspectos de la silvicultura y los productos forestales.
- 4) Como cuestión de política, el primer cometido de la administración forestal debe ser la protección, la rehabilitación y ordenación racional de los bosques naturales en existencia.
- 5) Aunque se reconoce la urgente necesidad de la repoblación forestal, las operaciones deben limitarse a casos muy especiales, hasta en tanto no puedan desarrollarse perspectivas de éxito sobre la base de los resultados que se obtengan en la labor que investigación que todavía no se ha iniciado y de acuerdo con planes a largo plazo.
- 6) Es preciso determinar las zonas que deben reservarse permanentemente como bosques, ya se trate de zonas arboladas o no. Con este fin y con objeto de que todo el conjunto de

¹ Tierra de labor pero sin riego

recursos naturales renovables pueda ser conservado y ordenado con arreglo a su mutua dependencia, es también necesario efectuar un estudio sobre el uso de las tierras que sirva de base para proyectar el aprovechamiento racional y económico de las mismas.

- 7) Deben dictarse medidas para que tanto los propietarios particulares como los de los ejidos puedan conservar sus bosques con la ayuda técnica y financiera de la administración forestal.
- 8) Deben ampliarse el alcance de las vigorosas medidas tomadas actualmente por el gobierno para despertar la conciencia forestal, con objeto de propagar un mejor aprovechamiento forestal de la tierra, particularmente en lo que se refiere al pastoreo y a las milpas.
- 9) La mejor forma de fomentar un aprovechamiento industrial completo y económico del producto forestal, es utilizar ventajosamente el sistema de unidades industriales, siempre y cuando éstas gocen de una dirección técnica independiente en la ordenación de bosques
- 10) Dado que la carencia de caminos y carreteras en muchas regiones forestales constituye un serio obstáculo para el fomento forestal y para el progreso en general, las autoridades públicas deben encargarse del planeamiento y la ejecución de un programa racional de construcción de caminos forestales.

A fin de ofrecer a la industria las garantías necesarias para el planeamiento y fomento a largo plazo, el gobierno debe:

- 1) Establecer un sistema racional de tributación para los productores forestales.
- 2) Formular una política de exportación en virtud de la cual el comercio se sienta razonablemente en libertad para desarrollarse y exportar sus productos.
- 3) Para obtener los máximos beneficios económicos de la extracción y utilización del producto anual del bosque hay que orientar las investigaciones encontrar métodos modernos de extracción mecánica, y a perfeccionar la maquinaria y técnicas de aserrar para subsistir los primitivos métodos y el equipo anticuado que suele emplearse.
- 4) Debe prestarse mayor atención a la capacitación y educación del personal industrial

5) El gobierno debe crear con carácter permanente un organismo asesor oficial del que formen parte representantes del comercio, y de la industria así como de la administración forestal para que ayuden a la industria y al comercio de productos forestales.

Sin embargo y a pesar de estas recomendaciones, de acuerdo con Romero (1992), desde hace cuatro sexenios en el país se registra en forma creciente y ostensible la destrucción de nuestros bosques y selvas. Ello se debe en gran parte a causas de origen político y social que a su vez influyen en la conducta de los sectores interesados en el aprovechamiento de las unidades forestales.

Revisando los antecedentes históricos sobre las actividades agrarias correspondientes a los últimos cuatro sexenios, se llega una vez más a la cifra oficial sobre la propiedad y/o tenencia de los ejidos en materia de bosques, que asignan a tales entidades la cifra de 80% de la superficie boscosa de México. Lo anterior indica que bajo el supuesto de la repartición de tierras se han perdido bosques cuya productividad para las actividades agropecuarias es muy baja, ya sea por su localización o por la calidad de sus suelos. El 80% de los bosques se han repartido a campesinos, lo que da como resultado un alto porcentaje de deforestación de nuestros bosques (Romero 1992).

Una evaluación actual, realizada por la SEMARNAP², estimó que el 72 % de la superficie del país es de vocación forestal, con un total de 141.7 millones de hectáreas. La superficie total arbolada nacional se calculó en 56.8 millones de hectáreas, la cual se integra por bosques de coníferas y hojosas que cubren 30.4 millones de hectáreas y por selvas altas, medianas y bajas en una extensión de 26.4 millones de hectáreas. La vegetación de las zonas áridas ocupa una superficie de 58.5 millones de hectáreas, y las áreas integradas por vegetación hidrófila y halófila, abarcan 4.2 millones de hectáreas. Adicionalmente las áreas forestales perturbadas cubren un total de 22.2 millones de hectáreas.

En 1997 se presentó una iniciativa de modificación a la ley forestal, en la que se incluían nuevos términos de manejo de bosques así como diferentes tipos de reforestación. Algunos de los puntos son los siguientes:

- ◆ La reforestación es la plantación y cultivo de vegetación forestal, en terrenos no forestales, con propósitos de conservación, restauración o producción comercial.

² SEMARNAP siglas de Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

- ◆ Para tales efectos, la Secretaría contará con un Registro Forestal Nacional en donde se encontrará, entre otras, la información sobre los tipos y localización de la vegetación forestal, sus formaciones y clases de uso, con tendencias y proyecciones que permitan clasificar y delimitar las zonas de conservación, protección, restauración y protección forestal.
- ◆ Con base en esta información y el ordenamiento ecológico del Territorio Nacional, la Secretaría llevará a cabo la zonificación de los terrenos forestales y de aptitud preferentemente forestal, con el objeto de delimitar sus usos y destinos, bajo criterios de conservación, producción y restauración.

La propia Ley hace una clasificación del tipo de aprovechamiento de los recursos forestales y a cada uno de ellos les impone diferentes requisitos, a saber:

- a) Aprovechamiento de los recursos forestales maderables en terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestales;
- b) Aprovechamiento de los recursos forestales maderables en superficies menores o iguales a 20 hectáreas;
- c) Aprovechamientos forestales en selvas tropicales, de especies de difícil regeneración y en áreas naturales protegidas;
- d) Aprovechamiento con fines comerciales de los recursos no maderables que señalan las Normas Oficiales Mexicanas; y
- e) Aprovechamiento de recursos y materias primas forestales para uso doméstico, así como las actividades silvopastoriles en terrenos forestales, de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas.

Es importante mencionar que la Ley prohíbe expresamente el establecimiento de forestaciones con propósitos de producción comercial que sustituya a la vegetación natural de los terrenos forestales.

Es necesario indicar que la reforestación puede aplicarse a dos niveles: para bosques y para las áreas verdes de las zonas urbanas. A este respecto mucho se ha especulado sobre el papel que la reforestación en dichas zonas, y la reforestación se ha considerado como positiva. El crecimiento de la urbanización de las diferentes sociedades ocasiona que la

gente se aisle cada día más de la naturaleza. Las áreas verdes pueden ayudar a hacer más placenteras y habitables las ciudades, dándoles variabilidad, verdor y belleza en el paisaje.

A pesar de los beneficios intangibles que proporcionan las reforestaciones urbanas, éstas se han convertido en una práctica generalizada en toda gran ciudad. Los trabajos de investigación y evaluación cuantitativa de sus beneficios se iniciaron hace apenas pocos años, posiblemente por la necesidad de resolver problemas planteados por el excesivo crecimiento demográfico de algunas ciudades.

Hoy en día, científicos y técnicos de algunas ciudades en el mundo conscientes del papel de los bosques han iniciado trabajos tendientes a evaluar el beneficio de las áreas verdes en las ciudades, así como a diseñar, programar y ejecutar programas de reforestación urbana. La presencia forestal urbana influye como característica del ambiente en la calidad de vida de las personas: las áreas arboladas pueden proporcionar un grado de privacidad a un suburbio al encerrar su forma. El bosque urbano puede ser usado efectivamente para tamizar y separar las áreas urbanas y espacios de descanso o centros urbanos de trabajo.

A medida que se van talando los bosques para incorporar nuevos terrenos a la agricultura y para dar lugar a la expansión de ciudades, el hombre comienza a lamentar la falta de árboles en su ambiente y a plantarlos por razones de amenidad. Este ejemplo lo ilustran países como Francia, Gran Bretaña y Estados Unidos donde la tendencia histórica los ha llevado a la virtual eliminación de los bosques, y en la práctica su reemplazo ha sido precedido por la plantación de árboles con fines paisajistas tanto en el campo como en la ciudad (González 1981).

Entre las estrategias actuales para evitar la pérdida de bosques y recuperación de los mismos así como de áreas verdes se plantea la *restauración ecológica*, como una medida que puede tener beneficios a diferentes niveles y proporcionar resultados integrales a largo plazo.

2.2.4.2 Restauración Ecológica

Uno de los legados que el progreso técnico nos ha dejado ha sido la creación de grandes áreas en las que los procesos y estructuras ecológicas han sido dañados, tanto que la tierra no puede ser usada productivamente sin una mejora. El problema de los daños ecológicos es internacional, y probablemente ningún país del mundo se encuentre libre de ellos (Fig. 2.2.4.1). La problemática ambiental que vivimos actualmente (como la contaminación del aire y del agua) y la degradación de los ecosistemas (pérdida de áreas selváticas) es el resultado de la explotación y del manejo inadecuado de los recursos naturales, es decir, de un desconocimiento prácticamente total de los procesos ecológicos que se dan en los ecosistemas. Hoy en día existen lagos, ríos, bosques y selvas que se encuentran totalmente alterados en su composición estructura y funcionamiento.

Soberón (en Martínez 1996) define la “problemática ecológica” como aquella situación en la que se pretende manejar (amplificar, suprimir y conservar) un proceso poblacional sin ecológico (se refiere a los estudios de los grupos de organismos que viven juntos y que integran una unidad funcional del ambiente) o ecosistémico en situaciones “naturales”, es decir, aquellas en las que participan muchas variables no controladas. Ejemplos de este tipo de situaciones son el aprovechamiento, la conservación y el manejo de especies silvestres, de suelos y aguas, la reintroducción de especies extintas localmente y el restablecimiento de comunidades destruidas o deterioradas parcial o totalmente (Martínez 1996).

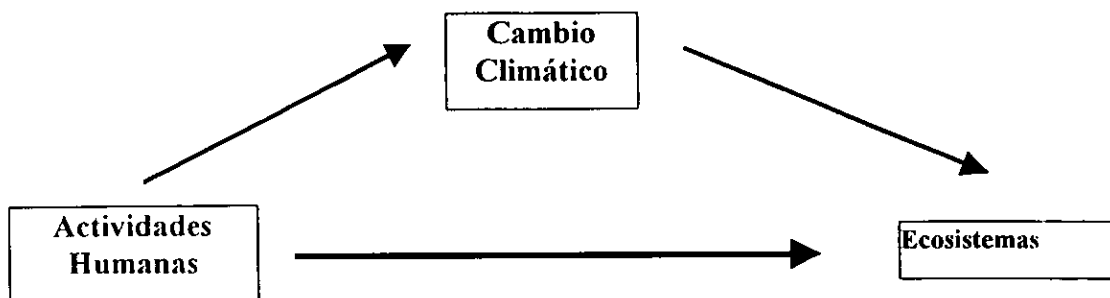


Figura 2.2.4.1 Perturbación inducida por el ser humano en los ecosistemas: perturbación indirecta debido al cambio climático global y la perturbación directa o destrucción de los ecosistemas. (Tomado de Urbanska 1997)

Afortunadamente, hay un gran potencial para recuperar muchos tipos de suelo y las investigaciones ecológicas han incrementado la habilidad para restaurar ecosistemas dañados. La ecología ha contribuido para crear una forma de pensamiento, en los científicos, respecto a los recursos naturales y de los procesos naturales que los ecólogos reconocen en los ecosistemas, incluyendo los sistemas naturales que no son explotados directamente, tienen un valor para los seres humanos: es la restauración de este valor lo que proporciona la motivación para la restauración ecológica.

Una de las partes más interesantes de la ecología es la restauración ecológica, la cual es considerada como una prueba de fuego para la teoría ecológica. La relación que se establece entre la restauración de un ecosistema y la teoría ecológica es la aplicación de los conocimientos ecológicos básicos a un problema concreto de restauración y de conservación.

La disciplina de la restauración ecológica ayuda a proporcionar las bases científicas para la reconstrucción y funcionamiento de los ecosistemas dañados o destruidos. Restauración en estricto sentido significa la restitución de algo que ya existía. De hecho el objetivo de la restauración ecológica frecuentemente es crear un ecosistema con la misma composición de especies y características funcionales de un ecosistema que ya existía previamente. La restauración ecológica se ha desarrollado rápidamente como una disciplina científica y como una profesión (Urbanska 1997).

La restauración busca no sólo poblar con especies vegetales y animales una zona, sino restablecer las poblaciones nativas y sus interacciones para permitir la recuperación de los procesos ecológicos (Bonfil 1997). La restauración ecológica se ha planteado como un trabajo continuo en el que existen diferentes actividades asociadas. La restauración ecológica es importante no sólo por ser una técnica de recuperación de comunidades naturales sino también como un método de investigación básica en ecología, que permite generar nuevos conocimientos y plantear hipótesis (Martínez 1996).

En restauración ecológica existen cuatro palabras de uso común: a) *restauración*, que implica el restablecimiento de las condiciones exactas anteriores a la perturbación; además de un mejoramiento de las características físicas y químicas del sustrato para asegurar una recuperación de la cubierta vegetal y posteriormente del ecosistema; b) *modificación*, en cuyo caso el sitio será parecido en funcionamiento ecológico y estará

habitado por organismos similares, aunque no sean necesariamente los mismos; c) *rehabilitación*, que significa que el terreno volverá a ser útil desde el punto de vista ecológico, pero con uso o funcionamientos distintos, y frecuentemente con especies distintas (Bonfil 1995); d) *remediación*, que se refiere a corregir. Aquí el énfasis se centra en detener el proceso de disturbio más que en alcanzar un fin determinado (Bradshaw. 1997).

La palabra restauración se usa ampliamente; en ocasiones trabajos que corresponden a otras categorías, como serían rehabilitación o remediación, se hacen bajo el término restauración. Sin embargo, independientemente del término, la atención de dichos trabajos se debe centrar en la restauración de funciones, procesos y potencial biológico, ya que sin estos las comunidades de organismos en los que estuviesen interesados los investigadores no podrían persistir.

Los ecosistemas poseen muchos que pueden simplificarse en dos componentes: estructura y función. Los ecosistemas no son estáticos, se encuentran en un estado de equilibrio dinámico, por lo tanto la restauración de los procesos es más importante que la restauración precisa de la estructura. En muchas situaciones la restauración en sentido estricto puede ser irreal y extremadamente costosa, por lo que la rehabilitación puede ser una mejor opción (Fig.2.2.4.2). (Bradshaw 1997).

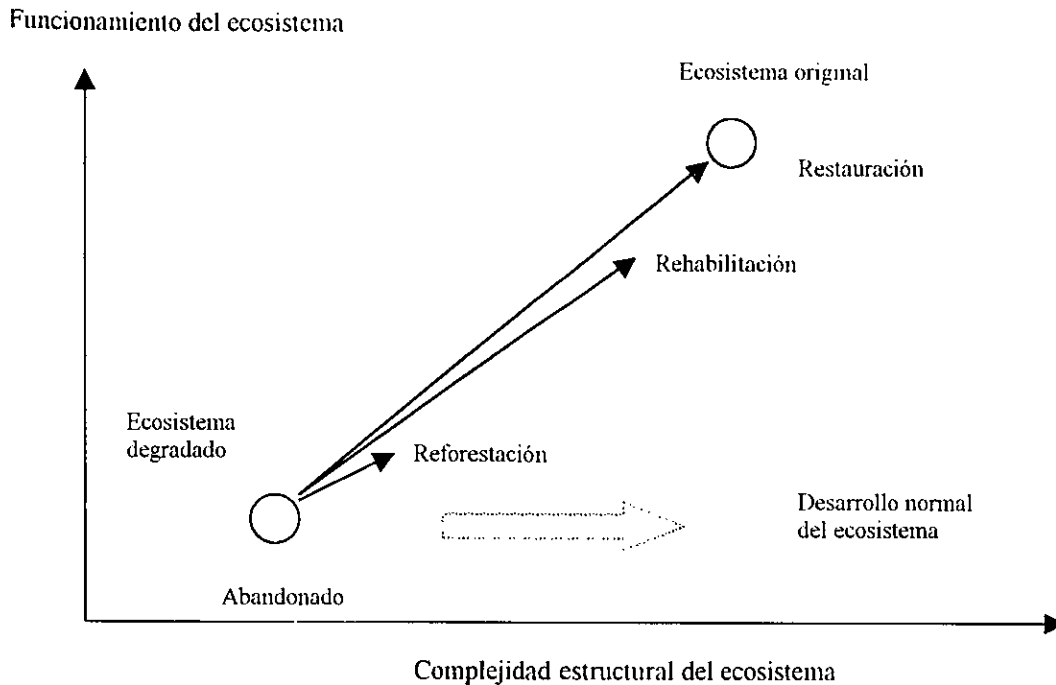


Figura 2.2.4.2. Diferentes opciones para el mejoramiento de un ecosistema degradado expresado en los términos de dos características mayores estructura y función . (modificado de Bradshaw 1997).

Es común que se considere a los ecosistemas como estáticos. O bien como un conjunto de “cajas negras” conectadas por flujos de energía y materia. Sin embargo los ecosistemas son considerados como un conjunto de organismos que interactúan con el ambiente físico, incluyendo la materia y la energía que pueden asimilar, en un sitio específico. Esta definición invita a los ecólogos a comprender los flujos de energía, materia e información, así como, la evolución de los componentes del ecosistema, su trayectoria histórica, la interacción de ensamblajes de los organismos, la conducta y persistencia de las poblaciones y el flujo de información incluido en la genética y otras estructuras del ecosistema (Parker 1997).

La *sucesión ecológica* es el marco conceptual en el cual se basa la restauración ecológica. Los ecosistemas que han sido degradados llevan por sí mismos eventos de recuperación que son parte de un proceso de sucesión. El conocimiento de los procesos de sucesión de los diversos ecosistemas o comunidades permite plantear diferentes enfoques para realizar una restauración ecológica con éxito. La sucesión fue definida por Cleinents, quien la definió como un proceso *sinecológico* (se refiere al estudio de los grupos de

organismos que viven juntos y que integran una unidad funcional del ambiente) (Villem 1987), grupos de eventos graduales y recurrentes que tienden a llegar al equilibrio en las comunidades: *hipótesis de monoclimax*, a raíz de esta propuesta surgieron hipótesis posteriores de cómo se lleva a cabo la sucesión en los ecosistemas.

Posteriormente Connell y Slatyer plantearon tres posibles mecanismos para el proceso sucesional: facilitación, tolerancia e inhibición. Algunos autores proponen que la sucesión es el resultado de un proceso demográfico donde las poblaciones forman parte de las comunidades en diferentes etapas serales (comunidades individuales de transición en un ecosistema) (Villem 1987), es decir, el cambio en una comunidad es el resultado de los cambios que se originan en las poblaciones de las diferentes especies que la componen. Otro de los aspectos fundamentales en la teoría ecológica es el estudio de los disturbios y la dinámica de parches en las comunidades naturales. Los sistemas naturales son dinámicos tanto en tiempo como en espacio. Dado que los disturbios desempeñan un papel importante al frenar o acelerar la sucesión, probablemente éstos deban usarse como posibles herramientas para obtener estructuras y composiciones deseadas en la restauración (Martínez 1996).

Hobbs y Norton (1996) definen siete procesos clave en la restauración ecológica, mismos que consideran esenciales para la integración exitosa de la restauración al manejo de la tierra:

1. Identificación de los procesos principales de la degradación o declinación.
2. Desarrollo de métodos para revertir o disminuir la degradación
3. Determinación de metas realistas para el restablecimiento de especies y ecosistemas funcionales, reconocimiento de las limitaciones de la restauración y de las barreras socioeconómicas y culturales para su implementación.
4. Desarrollo de medidas de fácil observación para cuantificar el éxito.
5. Desarrollo de técnicas prácticas para la implementación de los objetivos de la restauración en una escala proporcional al problema.
6. Documentar y comunicar estas técnicas para incluirlas en posteriores programas de manejo de tierra, estrategias de manejo, uso y planeación.

7. Sistema de monitoreo de variables clave del ecosistema para asegurar el progreso de la restauración relativa a los objetivos planteados y realizar los ajustes necesarios si es que se necesitan.

Por otra parte, Ewel indica que en una técnica de restauración ecológica se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

- **Autosustentabilidad.** Se refiere a que el ecosistema a restaurar sea capaz de autopertuarse, inclusive sin la ayuda del hombre.
- **Invasión.** Implica reconocer las especies que invadan comunidades perturbadas, pues las comunidades naturales son menos susceptibles a la invasión de especies no originales.
- **Productividad** Una comunidad restaurada debe ser tan productiva como una original.
- **Retención de nutrientes.** Las comunidades son sistemas abiertos en el flujo de nutrientes; una comunidad restaurada debe perder la menor cantidad posible de éstos.
- **Interacciones bióticas** El ensamblaje de los organismos en una comunidad es un aspecto fundamental al que debe enfocarse una restauración ecológica. El conocimiento de las especies clave es fundamental para alcanzar ese objetivo.

Otro aspecto importante dentro de la restauración es el concepto de las perturbaciones o disturbios. Los ecólogos reconocen el significado de disturbio tradicionalmente como un evento masivamente destructivo y raro (Rykiel, E. J 1985). Las perturbaciones han sido reconocidas como un factor importante que afecta la estructura y dinámica de las comunidades (Pickett 1989). El concepto de disturbio se ha enfocado hacia como afecta la composición de la comunidad más que a como afecta los procesos y funciones de las comunidades y los ecosistemas. Los disturbios pueden afectar cada nivel de los ecosistemas, desde el individual hasta el ecosistema completo. Las consecuencias son diferentes para cada nivel jerárquico. El efecto de una perturbación depende del nivel jerárquico empleado como marco de referencia, la escala a la cual el sistema es observado y el proceso ecológico que pueda propagar el disturbio a través de diferentes niveles. Un

disturbio a un nivel no necesariamente induce perturbaciones en todos los niveles (Rykiel 1985).

Los disturbios se han visto como eventos negativos porque frecuentemente llevan asociados un elemento de destrucción. Sin embargo, los disturbios muchas veces liberan recursos que hasta entonces eran inalcanzables en el sistema existente. La hipótesis de disturbio propuesta por Connell depende de dos factores: 1) Los disturbios de cierta intensidad y frecuencia evitan la monopolización de recursos por una o unas cuantas especies y 2) los disturbios no son sólo destructivos, pues algunas especies pueden explotar los recursos que han quedado disponibles (Rykiel 1985). Partiendo de estas ideas, la restauración ecológica aprovecha los disturbios en favor de los objetivos de restauración de un área determinada. Dado que cada nivel de los ecosistemas (individual, población, comunidad, ecosistema) responde de manera diferente a los disturbios, esto es una referencia útil para promover ciertos disturbios que favorezcan la restauración, ya sea, porque puede acelerar el proceso o porque facilitar la autoperpetuación del sistema.

Asimismo la restauración emplea los diferentes componentes de la teoría ecológica para llevar a cabo sus objetivos. Por ejemplo la ecofisiología aporta conocimientos sobre germoplasma nativo o producido en viveros, que puede ser empleado para la restauración de comunidades. Entre las ventajas se encuentran que produce comunidades diversas que resisten mejor la invasión de especies no deseadas, el banco de semillas puede colectarse rápidamente, es barato, provee nutrimentos, materia orgánica y propágulos de micorrizas. Entre las desventajas están la impredecibilidad de la composición, la viabilidad variable bajo condiciones diferentes de transporte y almacenamiento. La recolección de micorrizas proporciona un disturbio en la comunidad donadora.

La restauración ecológica emplea también, la teoría de la ecología de poblaciones, como las características de especies útiles en restauración o especies clave para monitoreo. Un ejemplo de ello son los ailes. Lindig y Vázquez-Yanes (1997) realizaron un estudio sobre el potencial de estas plantas para la restauración ecológica, ya que una condición indispensable para que un proyecto de esta índole tenga éxito es contar con especies ecológica y económicamente adecuadas.

La importancia de la restauración ecológica es evidente en los espectros social, científico y legislativo para la recuperación de una producción sustentable de los bienes y

servicios naturales de los sistemas ecológicos. Sin embargo la toma de decisiones dentro de un abanico de opciones aún es problemática. Por ejemplo, cada grupo interesado puede insistir que el ecosistema debe ser restaurado para servir a sus intereses particulares. Sopesar las alternativas y elegir entre las concesiones, es fundamental para el proceso de planteamiento de los objetivos de la restauración ecológica dentro de una sociedad plural. Un ejemplo de esto es la restauración que se llevó a cabo en los pantanos de Florida, donde se conciliaron las opciones de restauración con las opciones que ofrecían los habitantes vecinos de los pantanos.

Cuando se decide llevar a cabo un trabajo de restauración existen varios factores que deben ser tomados en cuenta, no sólo los mencionados anteriormente sino los que involucran las cuestiones socioeconómicas. La figura 2.2.4.3 muestra tres puntos importantes en la evaluación de los objetivos para un trabajo de restauración.

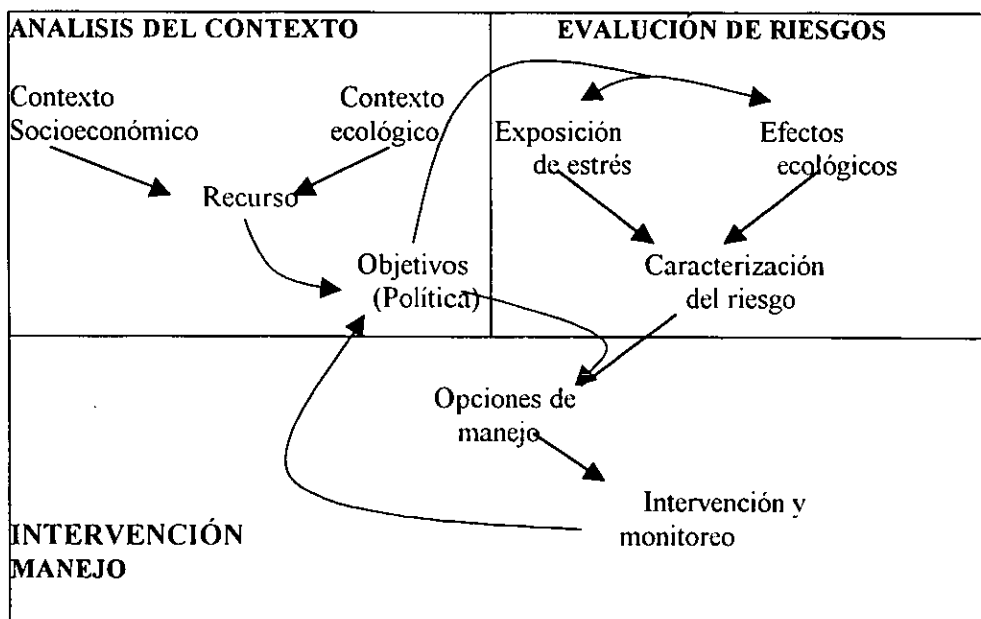


Fig. 2.2.4.3. La figura muestra un esquema de las diferentes opciones que intervienen en la decisión de una restauración ecológica (Tomado de Wyant 1995)

Cuando surge una propuesta de restaurar un área dañada, se deben considerar ciertos puntos, entre los que se encuentran los límites del conocimiento científico asociados a las incertidumbres de la interacción entre ciencia y política. En general los puntos son: 1) los objetivos o finalidades de la restauración, 2) el impacto ecológico acumulado por efecto de la actividad antropogénica y cómo esto determina la necesidad de restaurar, 3) los mejores métodos y tecnologías a emplear en las actividades de restauración y 4) cómo será juzgado el éxito o el fracaso de la restauración.

Los objetivos de una propuesta de restauración deben tener un significado para la sociedad, es necesario dar a conocer los beneficios que nos proporcionan los ecosistemas, para que de esta manera la sociedad pueda apreciar y apoyar las ventajas de la restauración. Además, se debe tomar en cuenta que el reconocimiento de estos beneficios depende del contexto social y cultural (Tabla 2.2.4.1). Además, se deben proporcionar expresiones formales de las características ecológicas deseadas desde los puntos de vista social y cultural basadas en un contexto local; si las características no satisfacen las perspectivas se pueden realizar ajustes o realizar acciones de restauración alternativas (Wyant 1995).

Tabla 2.2.4.1 Ejemplos de Bienes y Servicios proporcionados por los Ecosistemas Terrestres

Bienes

- Alimento para el hombre
- Animales domésticos (no para comida)
- Materiales animales (pieles, plumas, etc.)
- Animales de pastoreo (para comida)
- Agua (calidad/cantidad)
- Combustibles (biomasa)
- Materiales vegetales (fertilizantes, medicinas, fibras, etc.)

Servicios

- Polinización
- Hábitat de especies silvestres y en peligro de extinción
- Corredores migratorios
- Control de enfermedades y plagas/protección
- Diversidad genética
- Modificación climática (en escala micro y macro)
- Ciclaje biogeoquímico (nutrientes, secuestro de carbono)
- Descomposición de contaminantes, transporte, dilución y almacenamiento
- Formación de suelo
- Control de la erosión y formación de banco de semillas
- Control de aguas estancadas
- Recreación
- Investigación científica
- Valor hereditario (histórico, cultural, exclusivo)

(Tomado de Wyant 1995)

Una vez que se han identificado los objetivos sociales y biológicos de la restauración, es necesario establecer las prioridades entre las posibles opciones. Un mecanismo es estimar el potencial de pérdida de recursos importantes a causa de disturbios humanos, así como cambio de uso de suelo o la introducción de contaminantes. La caracterización de los riesgos incluye un análisis conjunto de la intensidad del estrés antropogénico, y de los disturbios naturales e inestabilidades cíclicas que también pueden afectar a los recursos. El reto en la evaluación de estos riesgos es el hecho de que las perturbaciones humanas frecuentemente están ligadas a vías indirectas del ecosistema, que son complejas y que afectan los recursos.

Existen dos cuestiones fundamentales que deben ser resueltas: 1) determinación de la inestabilidad normal del sistema que surge de los disturbios naturales y de otros procesos temporales, y 2) regular la pérdida o reducción en los recursos ecológicos por actividad humana, intensificando las acciones en contra de los causantes de estas modificaciones.

El análisis de contexto y la evaluación de riesgos son dos pasos esenciales en la estrategia de ubicar las prioridades entre las diferentes opciones de restauración ecológica. Estos procedimientos ayudan a identificar formalmente lo que es ecológicamente posible y reduce el riesgo de la pérdida de bienes y servicios socialmente útiles o necesarios (Wyant 1995). El manejo es importante en un proyecto de restauración ecológica, se debe tener un buen conocimiento del sistema, mediante las evaluaciones de suelo, flora y fauna, identificación de especies clave y una vez obtenida la información promover un sistema de monitoreo, de tal manera que manejo y monitoreo sean la segunda parte del trabajo de restauración. Ya que, el monitoreo y una evaluación crucial del sistema indicarán si los cambios en el sistema restaurado lo están conduciendo hacia un estado sucesional maduro o no. Los objetivos de la restauración no deben ser ambiguos, deben tener relevancia social o biológica, ser accesibles a la medición o a la predicción (Wyant 1995).

En la última década la restauración ecológica ha cobrado un auge mundial. En Europa y América del Norte se han realizado algunos trabajos en los que se han evaluado las condiciones de los ecosistemas y se han hecho modificaciones en el ecosistema para recuperar su productividad primaria.

Por ejemplo en Quebec, Canadá, se realizó un trabajo de restauración ecológica en un sistema de turberas (ecosistemas complejos compuestos por musgos como *Sphagnum*

sp.) agua y fauna diversa. Son medios húmedos con un pH ácido, típicos de los países nórdicos, tienen la particularidad de tener una velocidad mayor de crecimiento que de descomposición.

Desde principios de siglo las turberas del sur de Canadá son explotadas de manera industrial (Borde 1997). La turba recogida sirve esencialmente de abono agrícola. La recogida altera el medio de varias maneras: el drenaje rebaja la capa freática, lo que reduce la humedad del suelo. Las condiciones ambientales dominantes después de la explotación son poco favorables para el restablecimiento de los musgos. En los lugares donde la recolección de turbera fue por bloques se observó una invasión de otras especies vegetales. El mayor impacto de la explotación se manifiesta sobre todo en la microbiología del medio, que se ve empobrecida. Las turberas sólo pueden restaurarse mediante ciertos reacondicionamientos ambientales indispensables para su desarrollo (manejo).

Se realizó un trabajo de restauración en las turberas donde se obtuvieron resultados favorables: los musgos mostraron una gran capacidad de regeneración y recolonización, motivo por el cual se propuso a la industria una guía técnica detallada de la restauración de turberas. Sin embargo, para tener la seguridad de que una turbera restaurada evolucionará correctamente, especialistas en fauna buscaron especies animales características de las turberas, capaces de validar el éxito de la restauración (especies clave). Por ejemplo una comunidad de aves refleja las características más sutiles de hábitats a veces difíciles y costosos de medir (Borde 1997).

Es importante mencionar que este trabajo de restauración se llevó a cabo por presiones sociales ejercidas sobre la industria de turberas, probablemente si las organizaciones ecológicas canadienses no hubiesen presionado, las turberas seguirían siendo explotadas indiscriminadamente. El componente social que involucra la restauración ecológica es uno de los motores para el desarrollo de proyectos de esta índole. Es necesario dar a conocer este tipo de ejemplos que sirvan para motivar proyectos de restauración en nuestro país donde intervenga la parte social. Es aquí donde la divulgación y en particular la propuesta aquí presentada cumple la función de comunicar sobre la restauración ecológica.

Otro ejemplo son los pantanos de Florida, los que han sufrido numerosas modificaciones, entre las que se encuentran la desecación por utilización del agua para

cultivo. El trabajo de restauración en esta zona no ha sido sencillo, dado que muchos de los componentes vegetales se desarrollaron en los pantanos desde la última glaciación y muchos están en peligro de extinción, además, de que existen numerosos intereses políticos en el manejo del agua de los pantanos. Se tomaron las alternativas de restaurar zonas no muy dañadas y rehabilitar aquellas zonas que hubiesen padecido mayor daño y por último conservar aquellas que presentaban poco o nulo daño (Holloway 1994).

Nuestro país, al igual que muchos otros ha sufrido severas modificaciones en la composición de su paisaje, principalmente por modificaciones en el uso de suelo y tala inmoderada, entre otros. Desde hace algunos años se han iniciado trabajos de restauración, pero en últimas fechas la restauración ecológica ha recibido más apoyo dentro de programas gubernamentales.

2.2.5 Restauración en México

Anualmente en México por diversas causas se pierden entre 500,000 y 600,000 hectáreas, de superficie forestal.

Los principales factores que provocan esa pérdida son: cambio de uso del suelo para la expansión de la frontera agropecuaria, urbana y de servicios, incendios forestales, plagas y enfermedades.

Los incendios forestales tienen causas variadas como las siguientes:

- Fuegos intencionales para el cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, especialmente en áreas colindantes a zonas urbanas y en áreas de expansión de las actividades agropecuarias.
- Manejo negligente del uso del fuego en las actividades de roza, tumba y quema en la preparación y limpia de terrenos agrícolas y en el rebrote de pastizales.
- Descuidos de excursionistas, paseantes, vacacionistas etc.
- Causas naturales que durante sequías prolongadas generan incendios espontáneos (relámpagos).

Durante 1999, se presentaron condiciones climatológicas extraordinariamente adversas que propiciaron incendios forestales, y dificultaron su control, alterando 583 mil

664 ha., de las cuales el 30% fueron pastos naturales, el 27% fueron zonas arboladas y el 43% arbustos y matorrales (SEMARNAP 2000).

En México, en 1999, se llevaron a cabo proyectos de restauración en diversas zonas del país, bajo la dirección de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Los objetivos de estos trabajos son:

- ◆ Propiciar el proceso de regeneración de la vegetación para la recuperación y restablecimiento de las condiciones naturales de las áreas afectadas por incendios forestales y al mismo tiempo permite la continuidad de los ciclos naturales que en ellas se desarrollan.
- ◆ Mantener las áreas de vocación forestal impidiendo el cambio de uso de suelo mediante acciones de protección y vigilancia en las superficies que resultaron afectadas.
- ◆ Incorporar de manera organizada y con fundamentos técnicos la participación social y de instituciones públicas y privadas en torno a la restauración de las áreas afectadas por los incendios.
- ◆ Fomentar la educación, cultura y capacitación en la conservación y restauración del entorno ecológico, así como la prevención de los incendios forestales.

Las áreas en restauración de todo el país se muestran en el cuadro 4.1. Los criterios para la elección de las áreas a restaurar son los siguientes:

- 1) selección y caracterización de áreas afectadas por incendios considerados como graves o relevantes, según los criterios de conservación de biodiversidad, importancia ecológica y magnitud de la biomasa afectada y riesgo en el cambio de uso del suelo para decretar como Zona de Restauración Ecológica
- 2) caracterización de cada una de las áreas afectadas para decretar como zona de restauración ecológica
- 3) delimitación y elaboración de estudios de justificación de las áreas afectadas
- 4) publicación del decreto de Zonas de Restauración Ecológica por el Ejecutivo Federal
- 5) Emisión de los programas de restauración de cada zona decretada,
- 6) Promoción de la participación a través de reuniones de coordinación y concertación para aplicar el programa.

En cada zona a restaurar se aplican los siguientes puntos: protección de áreas afectadas, reforestación y revegetación, fomento a la regeneración natural, recuperación de suelos y agua, manejo de vida silvestre, inspección y vigilancia, evaluación y seguimiento. Manejo forestal por contingencia, prevención y combate de incendios, difusión, capacitación y educación ambiental. Los primeros cinco puntos corresponden a una restauración ecológica como tal, los últimos a manejo de bosques y divulgación. Para la realización de estos programas se solicita la cooperación internacional así como la participación privada. (Cuadro 2.2.5.1) (SEMARNAP 2000).

| ESTADO | MUNICIPIO | ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS | ÁREAS BAJO MANEJO | SUPERFICIE (ha) |
|------------------|------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------|
| Chiapas | Villa Corzo | X | | 13 160.70 |
| | Villa Flores | X | | 17 205.37 |
| | Ocosingo | X | | 25 274.10 |
| | Ocosingo | | | 21 369.62 |
| | Selva El Ocote | | | 19 077.30 |
| | Tonalá | X | | 9 456.75 |
| Chihuahua | Arriaga | X | | 4 427.35 |
| | Bacayna | | | 634.61 |
| Coahuila | Arteaga | | | 5 099.46 |
| Distrito Federal | Cuajimalpa | X | | |
| Estado de México | Villa Guerrero | | | 446.63 |
| | Temascalcingo | | | 149.13 |
| | Amatepec | | X | 420.02 |
| | Temascaltepec | | | 1 020.27 |
| | Acambay | | X | 41.01 |
| | Texcoco | | | 2 363.57 |
| | Sto. Tomás Poblano | | | 469.63 |
| | Valle de Bravo | | | 203.34 |
| | Almoloya de Alquisiras | | | 114.32 |
| | Valle de Bravo | | X | 217.20 |
| | Sn. Felipe Progreso | X | | 40.89 |
| | Temascalcingo | X | | 22.55 |
| | Valle de Allende | X | | 135.30 |
| | Tierra Blanca | | | 554.14 |
| Guanajuato | Zitlala | | | 99.26 |
| Guerrero | San Miguel Totoloapan | | | 1 082.46 |
| | José Ma. Azuela | | X | 1 590.30 |
| | Chilpancingo | | | 94.30 |
| Hidalgo | Zimapan | X | | 89.20 |
| | Nicolás F. | X | | 336.29 |
| Jalisco | Zapopan | X | | 2 202.54 |
| Michoacán | Uruapan | X | | 9.28 |
| | Uruapan | | | 2.09 |
| | Acusilio, Uruapan | X | | 19.26 |
| | Acusilio | X | | 6.62 |
| | S? | X | | 19.77 |

| ESTADO | MUNICIPIO | ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS | ÁREAS BAJO MANEJO | SUPERFICIE (ha) |
|--------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|-----------------|
| | Zitácuaro | X | | 261.34 |
| Morelos- Edo. Méx. | Huxilac | X | | 389.92 |
| Nuevo León | Galeana | | | 59.45 |
| Oaxaca | Gral. Zaragoza | | | 434.31 |
| | San Pedro X. | | X | 6 121.42 |
| | Concepción P. | | X | 9 961.29 |
| Puebla | Ixtlacamaxtitlán | | | 159.81 |
| Querétaro | Jalpan de Z. | X | | 12 585.50 |
| Quintana Roo | Benito Juárez | | | 2 787.17 |
| San Luis Potosí | Villa de Guadalupe | | | 2 041.30 |
| Sonora | Cananea | X | | 141.58 |
| Sonora | Cananea | X | | 534.60 |
| Tlaxcala | Tlaxco | | | 454.05 |
| | Tetlanohcan | X | | 985.91 |
| | Huamantla | X | | 524.47 |
| Veracruz | La Perla | X | | 140.77 |
| | Calchahuaco | X | | 1 109.55 |
| | Uxpanapa | | | 2 039.57 |
| | Perote | X | | 3 357.35 |
| Yucatán | Tizimin | | | 435.25 |
| | Tizimin | X | | 1 219.88 |
| | Celestún | X | | 110.67 |
| No. de Predios | 85 | 48 | 6 | 188 288.85 |

Cuadro 2.2.5.1 Resumen de zonas de restauración ecológica.

Dentro de los trabajos en restauración en la Ciudad de México se encuentra el realizado por la Dra. Consuelo Bonfil en el Parque Ecológico de la Ciudad de México, el cual se localiza en la parte media del Ajusco, al sur de la ciudad. Entre los años de 1959 y 1977 el crecimiento urbano destruyó un total de 992 ha de bosque de encino, 954 ha de bosque de pino encino y 800 de pedregal (parte del cual estuvo poblado por encinos) de la Sierra del Ajusco. En el Ajusco Medio los asentamientos urbanos irregulares realizados en los años setenta tuvieron un impacto ecológico irreversible.

Debido a la importancia que tiene el Ajusco Medio para la recarga de acuíferos que abastecen la Ciudad de México y por ser una zona que aún alberga una alta biodiversidad, a partir de 1990 se inició un proyecto de restauración ecológica en la zona sujeta a conservación ecológica denominada Parque Ecológico de la Ciudad de México. Para lograr el restablecimiento de la vegetación en las áreas perturbadas se consideró necesario estudiar a ciertas especies importantes para el funcionamiento del ecosistema. Debido a que los encinos son elementos dominantes del paisaje, se abordó el estudio de las condiciones que permiten la regeneración de la especie más abundante (*Quercus rugosa*), así como el estudio de su dinámica poblacional.

El análisis de la regeneración y la dinámica poblacional de *Quercus rugosa* fue el eje principal en torno al cual giró el trabajo de restauración en el Ajusco Medio. De esta manera con la información generada se aportaron bases sólidas para la recuperación de esta zona en las condiciones específicas de los sitios perturbados del Ajusco Medio y zonas similares (Bonfil 1998).

Uno de los aspectos importantes una vez terminado este trabajo fue la publicación de un artículo de divulgación (Bonfil 1997), el cual da una descripción general de lo que es la restauración ecológica. La revista donde fue publicado este artículo maneja un nivel para estudiantes de bachillerato y universitarios. El lenguaje está dirigido a personas que cuentan con una comprensión de términos y temas ecológicos. Además el nivel del artículo es más para estudiantes universitarios que para público en general.

2.3 DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA.

2.3.1 ¿Qué es la divulgación de la ciencia?

Divulgación en su sentido más primario es hacer público algo, difundir entre el común de las personas, poner a disposición de todos alguna cosa, idea, información, expresión; incluye un público amplio y heterogéneo, se pretende dejar una impronta sensorial y emocional asociada al proceso racional de descubrir y conocer. (Zamarrón, 1995)

Por otra parte difusión es más amplia y menos precisa, al igual que la divulgación preestablece un centro de donde se parte, distribuye y disemina lo que se difunde, de acuerdo a una convención difusión se usa en comunicación de revistas especializadas, dirigidas a segmentos más definidos (Zamarrón 1995). La propagación del conocimiento *entre especialistas* es difusión, por ejemplo la presentación de trabajos en un congreso científico es una actividad de difusión de la ciencia (Estrada 1992).

Existen varias definiciones de divulgación científica entre las que se encuentran las siguientes: "la divulgación de la ciencia es una recreación del mensaje científico para ponerlo al alcance del público" (Sánchez 1998); "la divulgación de la ciencia es un acto de comunicación, es un discurso que desea transmitir una información determinada" (Tappan 1992), ambas definiciones coinciden en que la divulgación tiene un discurso propio, así como la ciencia, en el que se pretende dar al público general un panorama de lo que es la ciencia, ya sea en su método o bien en sus productos (conocimiento puro y aplicado).

La divulgación de la ciencia presenta la ciencia al público en general, en este caso la presentación de resultados de una investigación, enfocados a un público en general es divulgación de la ciencia. Esta labor incluye entre sus destinatarios a los científicos, puesto que parte de la divulgación es dirigida a especialistas que no conozcan lo que se realiza en otros campos fuera de su especialidad (Estrada 1992).

La divulgación de la ciencia implica la utilización de diversos recursos tanto creativos como de manejo de lenguaje. Los expertos hacen énfasis en que la divulgación no es una mera traducción del mensaje científico (Estrada 1994), sino que crea un mensaje paralelo al del científico puesto que se requiere de una contextualización de los conceptos que se deseen divulgar.

El objetivo principal de la divulgación es dar a conocer la ciencia al público en general. De aquí se desprenden diversos objetivos que están en función de lo que se desee dar a conocer, a quién se dirija y cual sea el medio por el cual se realice. El divulgador tiene que tomar en cuenta estos elementos para desempeñar un buen trabajo.

La divulgación cuenta con características que le han sido atribuidas de acuerdo con las opiniones que se tienen sobre sus objetivos o sus finalidades. Dichas características son (tomado de Aranday 1998):

- ❖ Mostrar una visión integrada de cómo la ciencia se relaciona con los problemas de la sociedad y su impacto con la naturaleza.
- ❖ Dar al público general información para el análisis, de manera que se acorten las distancias entre los expertos y éste.
- ❖ No tener por finalidad formar especialistas.
- ❖ Presentar una descripción del desarrollo científico y tecnológico en un contexto social.
- ❖ Integrar un análisis crítico a cerca de las implicaciones éticas, políticas, ecológicas y sociales de la introducción de las nuevas tecnologías.
- ❖ La explicación y difusión del pensamiento científico y técnico deben realizarse preferentemente fuera de la enseñanza formal.
- ❖ Integrar elementos conceptuales importantes para la educación de los jóvenes. Reforzar la imagen del divulgador de la ciencia como elemento importante en la vida cultural de nuestro país.
- ❖ Servir como un medio para integrar, entre otros factores, la ética al quehacer científico y el conocimiento de los pueblos indígenas al conocimiento científico.

La divulgación científica utiliza muchos lenguajes, involucra al público con el tema que esté divulgando. Pasa a través de diversas modalidades, desde las pasivas como la lectura hasta la interactivas como una conferencia, un taller, una exhibición en un museo o una obra de teatro. El propósito es el de informar sin aburrir (Paladin 1999).

La divulgación científica puede incrementar la libertad del individuo, proporcionarle herramientas críticas, incidir en la creación de un ambiente propicio al desarrollo científico y tecnológico en el país, puede influir en la cultura, educación y economía de la población, por lo cual cobra un sentido para la sociedad.

2.3.3 ¿Por qué divulgar?

Una vez que se ha concluido una investigación, el siguiente paso es la publicación de dicho trabajo, como se mencionó en el punto 3.1 este es el primer contacto de la información generada con un "público" específico, constituido por investigadores y alumnos. Sin embargo existe una necesidad de que dicha información llegue a otros niveles, puesto que la ciencia y la tecnología modifican velozmente el mundo en el que nos desenvolvemos, existe una demanda por comprender esa nueva tecnología o esos nuevos conocimientos y su efecto o repercusión dentro de la sociedad.

Según el Dr. Barradas, existe un deseo interno del o los investigadores por llegar al "gran público" con el conocimiento generado por sus investigaciones, independientemente de su efecto, sólo por el hecho de compartir y ampliar el bagaje de conocimientos que la ciencia genera día a día, formando así parte de la cultura de una sociedad. (Barradas 1998, apéndice 2)

La Dra. Bonfil menciona: "Creo que la necesidad de comunicar siempre existe, dependiendo del trabajo le das diferentes prioridades, se necesitan recursos materiales y humanos" (Bonfil 1998, ver apéndice 2).

Como menciona Luis Estrada (1983) "la ciencia es una actividad en la que abundan las experiencias interesantes, lo que la hace una rica e inagotable fuente de comunicación humana".

El interés de divulgar depende de lo que cada investigador o divulgador, (según sea el caso) desee comunicar y a quien lo quiera dar a conocer, quien realiza un trabajo de divulgación tiene un objetivo particular que conduce su trabajo hacia una dirección determinada.

Si bien existe el deseo de comunicar, dicho deseo está acompañado de ciertos inconvenientes como indica el Dr. Víctor Barradas: " A mí me encanta esta cosa de la

divulgación pero creo que es difícil para un científico que está en un determinado nivel de abstracción bajar de ese nivel; además, que se debe tener gracia para divulgar. Por otra parte me es difícil determinar un público, porque la información sería dirigida a una determinada elite y eso sesgaría la comunicación de la información".(Barradas 1998, apéndice 2)

Complementando esta opinión Estrada (1983) menciona que en divulgación hay quienes tienen facilidad para comunicar los conocimientos, pero son la minoría y esto constituye una fuente de incomunicación. La proliferación indeterminada de la información es otra. Otro factor es el público, el público general es muy heterogéneo y no está interesado en la ciencia. La ciencia es extranjera en nuestro país.

Existen ciertas dificultades que complican la labor del divulgador. Entre ellas se destacan la dificultad de la ciencia misma, que incluye la dificultad del lenguaje y la especialización de la investigación científica y la falta de apreciación de la divulgación por los científicos. De la parte de los comunicadores existe la tendencia al sensacionalismo y al escándalo.

La dificultad de la ciencia radica en su especialización constante, dado que las áreas en ciencia van particularizándose cada vez más. Es difícil hablar en términos generales, además de que los avances son lentos y fuera de su contexto son difícilmente entendidos. Para un periodista sin formación científica suele ser muy difícil ubicar los diversos avances que van ocurriendo en las ciencias dentro de su contexto correcto, y lograr una visión balanceada.

En cuanto a los lenguajes que maneja, las palabras de uso común adquieren un significado muy diferente dependiendo del contexto en el que se empleen. Cada área de la ciencia tiene un lenguaje determinado por ejemplo, en física las partículas elementales tienen "encanto y color", pero los calificativos que normalmente asociamos a estas palabras no tienen relación directa con el significado original ni con lo que se intenta decir de las partículas elementales, al menos en el sentido convencional de las palabras (Allen 1997).

El sensacionalismo en ciencia es algo a lo que muchos periodistas amarillistas recurren, la falta de información fidedigna, el rechazo de la mayoría de la población hacia la ciencia y el fuerte arraigo de algunos mitos crean un terreno fértil para la manipulación y el sensacionalismo de ciertos fenómenos naturales. Un ejemplo de esto han sido los

cometas, pues desde la antigüedad se les han dado diferentes interpretaciones asociaciones y efectos sobre la tierra (Allen 1997).

La poca apreciación de la divulgación científica por parte de los científicos es una dificultad muy particular de la divulgación de la ciencia, ya que comúnmente se le considera una actividad secundaria sin darle la importancia que merece, puesto que no es la hermana menor de la ciencia. Si bien surge a partir de ella, tiene un cuerpo específico y por lo mismo un objetivo y una finalidad diferente a la ciencia. Además la gran mayoría no sólo desdennan escribir artículos divulgativos, sino que ven a los colegas que sí lo hacen con cierto desprecio. Hasta hace poco que ha ido disminuyendo esta percepción por parte de los científicos. Son pocos los investigadores que realizan labores de divulgación de una manera sistemática y continua, como parte integrante de sus actividades cotidianas.

El verdadero científico siente la imperiosa necesidad de comunicarse con personas ajenas a su oficio. Juntos, científicos y periodistas pueden complementar sus mutuos intereses para hacerle frente al desafío que representa el mantener al público informado sobre el acontecer científico en una forma amena y veraz. Amena como por lo general a los científicos les es difícil hacerla y veraz para contribuir a la educación de nuestro pueblo y no a su manipulación.

2.3.4 ¿Para quién se hace divulgación?

Como comenta Guadalupe Zamarrón, (1995) "divulgación en su sentido más primario es hacer público algo", tomando como base lo anterior, la respuesta más simple a la pregunta que encabeza este capítulo es: *la divulgación se hace para todos*, para niños, adolescentes y adultos, para amas de casa, y profesionistas, dentro estos últimos se podría incluir a científicos y humanistas, artistas, abogados, médicos, ingenieros, etc.

El gran público al que se ha hecho mención anteriormente, es a quien se dirige la divulgación de la ciencia. Pero dado que es muy heterogéneo no es posible realizar un trabajo de divulgación que lo abarque en su totalidad. Es por ello que se definen diferentes tipos de público como se verá en el siguiente punto.

2.3.4.1 Tipos de público

Ese gran público que se ha mencionado anteriormente puede clasificarse en varios tipos. El público que está interesado en la ciencia y el que no lo está; cuando el público siente interés por los temas científicos, es más sencillo atraer su atención hacia los trabajos de divulgación científica que cuando no estás interesado. Para este caso, es necesario desarrollar estrategias que atraigan su atención y hagan que se interese por la ciencia.

Otra clasificación se establece de acuerdo a su edad; se divide en niños, adolescentes y adultos. Una categoría más es de acuerdo al nivel escolar o cultural. Una última considera la actividad profesional.

La divulgación científica se plantea en tres niveles: el del público en general, el educativo y el de los investigadores. El primero abarca un grupo muy heterogéneo, pero es uno de los públicos a quien se dirigen muchos de los trabajos de divulgación científica. El segundo contempla a un público muy amplio, que ha centrado la atención de los divulgadores por mucho tiempo. Dada la posibilidad de desarrollar y dirigir trabajos de divulgación hacia el público escolar. El tercero se refiere a los científicos que trabajan en un área de estudio determinada. Como consecuencia de la especialización científica, los científicos pierden contacto con otras áreas de la ciencia y los avances en éstas resultan incomprensibles (Bonfil 1993).

2.3.5 ¿Cómo divulgar?

Al hacer divulgación científica se deben tener en cuenta varios aspectos, entre ellos se encuentran los siguientes:

- El primero es contrarrestar la concepción de que la ciencia es indescifrable y por lo mismo aburrida. Por lo general se considera que las ciencias no son algo que se pueda disfrutar sino al contrario. Por lo tanto uno de los grandes desafíos es hacer atractiva la ciencia, mostrar un aspecto que al resto de la gente le resulte interesante y le motive para querer saber más sobre algún tema que se esté manejando.

- El segundo corresponde al afán del divulgador, esto es, aprovechar el bagaje cultural del divulgador para echar mano de todos los recursos que sea posible para poder recrear el conocimiento científico de tal forma que el público pueda integrarlo a su cultura.
- El tercero es el de la originalidad, éste es un requisito muy importante ya que de esto depende fundamentalmente la reacción del público ante un trabajo de divulgación (Sánchez, 1990).

La originalidad puede atraer la atención del público y de primera mano contrarrestar la impresión de que la ciencia es aburrida. Posteriormente el manejo del lenguaje es muy importante, ya que se deben seleccionar cuidadosamente los conceptos a divulgar, la selección debe ser equilibrada, de tal manera que se comunique sin caer en un exceso de terminología que confunda al público ni en la simplificación que haga del trabajo un producto plano donde se considere como “tonto” al público, hablándole con términos sosos.

Para hacer divulgación científica es necesario definir el tipo de público al que se pretende llegar, conocer sus características y diseñar un proyecto de divulgación que pueda ser efectivo para comunicar lo que se desee.

La elección del medio a través del cual se divulgará básicamente depende del juicio del divulgador, entre los aspectos que se consideran están el objeto a divulgar y el público al que se quiera dirigir. El medio puede ayudar en el manejo del lenguaje, ya que no es lo mismo realizar un documental para televisión que escribir un libro o un ensayo.

Cada medio requiere cierto manejo, es importante tomarlo en cuenta para realizar una coordinación adecuada entre lenguaje, medio y contenido. A continuación se mencionan los medios de comunicación por los que se puede divulgar.

2.3.5.1 En qué medios

En la divulgación de la ciencia se usa una gran variedad de medios de comunicación. En el siguiente cuadro (fig. 2.3.5.1) se presenta una relación de estos medios, donde se anota el tipo de público al que se dirige más idóneamente la información.

| | Público general | | Educadores | Sector Productivo | Sector gubernamental y Político |
|------------------|-----------------|----------|------------|-------------------|---------------------------------|
| | Adulto | Infantil | | | |
| Conferencias | | | | | |
| Talleres | | | | | |
| Exposiciones | | | | | |
| Museos | | | | | |
| Diaporamas | | | | | |
| Videograbaciones | | | | | |
| Cine | | | | | |
| Radio | | | | | |
| Televisión | | | | | |
| Diarios | | | | | |
| Revistas | | | | | |
| Libros | | | | | |

Cuadro 2.3.5.1. El cuadro presenta algunos tipos de público y los medios de comunicación más adecuados para ellos. (Tomado de del Río 1982)

Los medios que se emplean en divulgación pueden ser divididos en medios escritos y medios audiovisuales. Dentro de los medios escritos se encuentran las revistas, los libros y periódicos. Mientras que en los audiovisuales podemos citar el cine, la radio, la televisión y los videos. En una categoría aparte se encuentran las conferencias, talleres, exposiciones y museos.

Los medios escritos implican un proceso, ya que el lector se involucra con la información que va adquiriendo a través de la lectura. Esta interacción le permite profundizar en el tema y adquirir una nueva perspectiva. Los medios más personales son las conferencias y los talleres, mientras que los medios colectivos (radio, televisión, cine) son los más impersonales y costosos (del Río 1982).

Las revistas y los periódicos tienen espacios para artículos cortos, por lo que el lenguaje empleado casi siempre es directo, dado que se tiene poco espacio para hacer retórica y se deben emplear cuidadosamente los términos. En cambio en un libro dedicado enteramente a un tema para divulgar está diseñado de otra manera, así como la extensión y manejo de los conceptos considere como importantes, las analogías que emplee y las

explicaciones que dé sobre el tema que esté tratando.

Entre las revistas de divulgación que se pueden conseguir se encuentran:

| NIVEL DE DIVULGACION | REVISTA | PERIODICIDAD | DÓNDE CONSEGUIRLAS |
|---|--------------------------------|--------------|--|
| De muy alto nivel | Nature | | Cualquier biblioteca del área científica (UNAM, IPN) |
| | Science | | Igual que <i>Nature</i> |
| De alto nivel | Scientific American | Mensual | En Sanborn's |
| | La Recherche | Mensual | En Sanborn's |
| | Ciencia (AMC) ³ | | Cualquier biblioteca del área científica (UNAM) |
| Divulgación para público con cultura científica | Discover | Mensual | En Sanborn's |
| | Ciencias (Fac. Ciencias) | Trimestral | En la Facultad de Ciencias, UNAM |
| | Ciencia y Desarrollo (CONACYT) | Bimestral | En Sanborn's y puestos de revistas |
| Divulgación a público con interés en ciencia | Muy interesante | Mensual | En Sanborn's y puestos de revistas |
| | ¿Cómo ves? (DGDC) ⁴ | Mensual | En Sanborn's, puestos de revistas y UNIVERSUM, DGDC ⁵ . |

Los periódicos que cuentan con secciones fijas de divulgación científica son:

- *La Jornada* (lunes)
- *Reforma* (jueves)
- *Crónica* (sección Academia, diaria)
- *El Universal* (diaria)

Los medios audiovisuales atraen la atención del público y ejercen cierta influencia sobre el mismo. Los medios audiovisuales poseen características que hacen que el público se identifique con lo que se comunica a través de ellos.

La televisión cuenta con recursos que permiten llegar a un público masivo, y recursos tecnológicos que bien manejados pueden dar productos interesantes en materia de divulgación. Un ejemplo de ello es el programa *El Mundo de Beakman* está dirigido a niños pero atrae la atención de un público más amplio donde se incluyen adultos, aunque son minoría. El científico y divulgador Carl Sagan realizó su serie *Cosmos*, es un producto de

³ AMC siglas de Academia Mexicana de Ciencias

⁴ DGDC siglas de Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM

⁵ UNIVERSUM es el museo de las ciencias, se ubica en Ciudad Universitaria.

divulgación muy bien realizado que significó un parteaguas en la divulgación científica, ya que fue uno de los primeros videos documentales dirigido al público en general con gran aceptación del mismo.

En nuestro país se han realizado programas como *El tesoro del saber*, de hace algunos años y más recientemente el programa *Interciencia*, el primero era un programa donde se divulgaban conocimientos básicos y los personajes resultaban atractivos para los niños. El segundo era dirigido a un público adolescente. Representa un esfuerzo en la realización de programas de divulgación, que intentó atraer la atención de su público meta sin muy buenos resultados, ya que ciertas carencias en su estructura y un abuso del uso de la computadora (el personaje principal se conectaba a su computadora y viajaba para obtener información, literalmente), daban como resultado un programa poco creíble, aunque la información y los temas fuesen interesantes.

En radio se realizan programas de divulgación de la ciencia que tratan diversos temas, son transmitidos a través de Radio UNAM y en Horizonte 108 fm. Los programas son:

| PROGRAMA | CONTENIDO | PUBLICO | DURACION | HORARIO | TRANSMISION |
|--|---|--------------------------|-------------|--------------------------------------|---|
| "En la ciencia" | Comentarios, artículos, entrevistas, noticias sobre ciencia. | Bachillerato en adelante | 15 minutos | Lunes 13:45 hrs. | Radio UNAM |
| "A la luz de la ciencia" | Revista radiofónica: cartelera, noticias, cápsulas, entrevista en vivo a un investigador. | En general | 1 hora | Jueves 14-15 hrs. | Radio UNAM |
| "Por pura curiosidad" | Entrevistas con investigadores para vincular las ciencias y las humanidades. | En general | 1 hora | Martes 14-15 hrs. | Radio UNAM |
| "Intersección" | Cápsulas de información científica | En general | 3 minutos | Lunes, miércoles y viernes 18:35 hrs | Horizonte 108 FM. del IMER |
| CÁPSULAS | CONTENIDO | PUBLICO | DURACION | | DISTRIBUCION |
| "La ciencia a tu alcance" | Información científica ligera | Jóvenes de 18 a 25 años | 2-3 MINUTOS | | |
| "Serie de cápsulas: la ciencia es parte de la cultura" | Información científica relacionada con la cultura | En general | 3 minutos | | En diversas radiodifusoras de la república. |

En materia de videos documentales, existe una colección de videos de *National Geographic* y *Discovery Channel* que abordan diversos tópicos en ciencia, por ejemplo los videos de *National Geographic* tienen cierta inclinación por temas ecológicos y de protección a los animales en peligro de extinción o tratan sobre animales que ejercen cierta fascinación sobre el hombre.

En general cada medio ofrece ciertas ventajas y por supuesto ciertas limitaciones para el divulgador. Sin embargo, los medios escritos siguen siendo los más empleados por los divulgadores, probablemente porque permiten tener un trabajo más rico para divulgar.

2.3.5.2 Manejo de un lenguaje común

Como se mencionó anteriormente la ciencia ha desarrollado un lenguaje específico y articulado para cada área. Dicho lenguaje ha hecho que la comunicación entre científicos y no científicos sea restringida. Por otra parte, el lenguaje “vulgar” ha sufrido transformaciones dando como resultado en algunos casos una incomunicación o mejor dicho una incompreensión entre el público general y los científicos. La intención de la divulgación es ampliar esta comunicación y gracias a los avances en tecnología hay términos científicos que han incursionado en el lenguaje común.

Es necesario, como divulgadores, manejar un lenguaje accesible que permita establecer comunicación con el público, sea cual fuere, sin caer en exageraciones de formalidad o informalidad y también sin aumentar el mal uso de términos, sino corregir en la medida de lo posible dichos usos para que la comunicación entre vulgo y científicos se enriquezca y conserve sus propiedades.

El desarrollo de un lenguaje común se ve favorecido en la medida en que se empleen analogías adecuadas en los trabajos de divulgación para ejemplificar claramente los conceptos que se deseen divulgar y que queden impregnados en la memoria del público.

El empleo de estas analogías es completamente ilustrativo ya que es lo que permite ejemplificar o relacionar los conceptos de ciencia con aspectos comunes que las personas encuentran cotidianamente. Es aquí donde la divulgación presenta su lado formativo para la conformación de una cultura científica.

2.3.6 Enseñanza y Divulgación

Es difícil separar radicalmente la enseñanza de la divulgación, ya que la frontera entre ambas es muy difusa y que más bien se podrían colocar en un continuo, considerándolas como tareas complementarias en la labor de contribuir a la formación de una cultura científica de la sociedad. Lo anterior se basa en la creencia de que todas las experiencias que vivimos, no sólo lo que ocurre dentro del salón de clases. Contribuyen a la construcción de nuestro conocimiento sobre el mundo en que vivimos (Reynoso 2000)

Tanto la divulgación como la enseñanza tienen el objetivo de transmitir un mensaje a un público determinado. Los conceptos científicos están expresados en lenguaje científico, donde las palabras tienen significados precisos y que en ocasiones son distintos al lenguaje cotidiano. Debido a lo anterior el educador o el divulgador deben complementar la información para que el público entienda el mensaje (Bonfil 1993).

De acuerdo con la definición de David Hawkins, educación abarca todo lo que las personas han aprendido desde su nacimiento como resultado de vivir en el mundo natural y el humano, entonces, bajo cualquier criterio utilizado para medir el aprendizaje, el peso logrado antes de los cinco o seis años de edad superaría a todo lo que viene después. Por lo tanto se podría decir que el aprendizaje es un proceso continuo, que no se restringe a la escuela únicamente y lo que se aprende fuera de este en particular a través de la enseñanza no formal, representa una parte importante de nuestro conocimiento.

Se entiende por enseñanza formal la que se da en la escuela y se distingue entre otras cosas por su certificación oficial (Reynoso 2000). La enseñanza se caracteriza por ser un proceso de comunicación en el que existen dos requisitos principales: que el público receptor del mensaje, los alumnos, entiendan el mensaje y, además, que lo aprendan. Se realiza una evaluación para asegurar la asimilación de los contenidos (Bonfil 1992). Ingle, Prieto Castillo y Meléndez coinciden en definir la educación formal como aquella que se refiere al sistema educacional jerárquicamente organizado, graduado cronológicamente, en ella el sistema se responsabiliza en gran parte del aprendizaje del alumno (García 1994).

La educación no formal se organiza fuera del marco de las instituciones de educación formal y atiende, por una parte al mejoramiento de la vida social o al desarrollo de destrezas ocupacionales específicas, alejándose de los planes curriculares

convencionales. También atiende a los diversos tipos de educación denominada abierta. La responsabilidad del aprendizaje recae aquí en el educando (García 1994). La enseñanza no formal es la que contribuye a la formación de los individuos pero no tiene ningún valor curricular (Reynoso 2000). En la "educación informal", el aprendizaje se produce de forma desorganizada y asistemática y comprende el proceso por el cual el individuo logra actitudes, valores, habilidades y conocimientos, merced a la experiencia diaria (García 1994). Algunas características distintivas entre enseñanza formal y no-formal serían las siguientes:

| Enseñanza Formal | Enseñanza No-Formal |
|---|---|
| Obligatoria | Voluntaria |
| Estructurada | No estructurada |
| La comunicación es más bien oral y a base de símbolos | La comunicación se basa más en el empleo de objetos y ayudas visuales |
| Dirigida por el que enseña | Dirigida por el que aprende |
| Alejada de la realidad | Cercana a la realidad |
| Estimula el trabajo individual | Estimula la interacción social |
| Con evaluaciones y certificación | Sin evaluaciones y sin certificación |
| Motivación extrínseca | Motivación intrínseca |

(Tomado de Reynoso 2000)

La enseñanza se caracteriza por ser un proceso de comunicación en el que existen dos requisitos principales: que el público receptor del mensaje, en este caso los alumnos, entiendan el mensaje y lo aprendan. Para garantizar dicho aprendizaje se emplean diversas técnicas de evaluación, como exámenes, ejercicios, tareas, etc.

En la divulgación el aprendizaje no es un requisito. Si es necesario que el público sea capaz de entender el mensaje. Debido a esto gran parte de los esfuerzos en el campo de la divulgación se dirigen a garantizar que la información se presente en una forma que facilite su comprensión. El segundo gran requisito de la divulgación consiste en lograr que el público se interese por el mensaje (Bonfil 1993).

La principal distinción entre enseñanza y divulgación no consiste en el nivel del contenido científico, ya que dicho nivel varía según el caso y está determinado por la formación del emisor del mensaje y su objetivo. En la divulgación no hay un maestro que

dirija el aprendizaje; no hay exámenes que reprobar. Generalmente, no hay un orden riguroso que seguir. En la divulgación lo principal es que el público se interese y entienda. Mientras que en la enseñanza el alumno debe entender y aprender (Bonfil 1993, Bonfil 1995).

El principal objetivo de la divulgación es atraer la atención del público. Una vez que se ha logrado este objetivo se desarrolla la interacción público-divulgador o público-producto de divulgación. Existen casos donde la divulgación puede ser una herramienta para la enseñanza, sin embargo, como se ha mencionado anteriormente las diferencias entre enseñanza y divulgación son de objetivos. Los objetivos de ambas son diferentes, aunque en ocasiones se mezclen y causen confusión (Bonfil 2000).

III. OBJETIVOS

3.1 Justificación

Los bosques juegan un papel importante en el delicado equilibrio ecológico de la Ciudad de México. La restauración ecológica es una alternativa para la conservación y manejo de los mismos, por lo que es importante divulgar en qué consiste, para que en futuros proyectos gubernamentales sean consideradas las ventajas que ofrece. La restauración ecológica presenta ventajas a largo plazo, lo que implica una inversión en tiempo y dinero, sin embargo el resultado sería prolongar el promedio de vida de los bosques de la Ciudad de México, y por consiguiente incrementar sus beneficios como la oxigenación de la ciudad, sus funciones para la captación y filtración de agua, y su uso como zonas recreativas y educativas. De esa manera podremos disfrutar de nuestros bosques y colaborar en el fomento de una cultura ecológica donde se aprecien nuestros recursos naturales con énfasis en el respeto y la concientización de lo que ello implica.

La restauración ecológica es un tema interesante e importante, aunque complejo. Es por ello que se debe dar a conocer a quienes toman decisiones que afectan a los habitantes de esta ciudad, porque es necesario reducir el nivel de ignorancia que existe referente a los temas ecológicos, para que de esta manera las decisiones se evalúen correctamente tomando en cuenta tanto las zonas a proteger como a los ciudadanos involucrados. Si los políticos que toman estas decisiones cuentan con información sobre la restauración ecológica, podrán apoyar de manera más consciente, con conocimiento de causa, futuros proyectos de restauración en diversas áreas de la ciudad, área metropolitana y del país.

La divulgación científica, por sus características, puede hacer llegar el mensaje de la restauración ecológica desde una perspectiva nueva y dinámica para los políticos y para los niños, que son los dos públicos que se han elegido.

Para la divulgación de la propuesta he considerado dos tipos de público: adultos, particularmente políticos (legisladores y delegados políticos del D.F.) y niños de entre 8 y 12 años. El motivo por el cual se han elegido a los políticos se debe a que es un público que pocas veces es considerado como público meta en trabajos de divulgación y sin embargo es un público importante. Por otra parte, los políticos son quienes promulgan leyes que afectan a la población, y en materia de cultura ecológica existe mucha ignorancia. El

tipo de políticos al que me refiero es aquel que tiene acciones directas en planeación y realización de proyectos relacionados con cuestiones ambientales, de conservación, de manejo y de la tradicional reforestación. Respecto al público infantil, es un tipo de público que por lo general es considerado al hacer trabajos de divulgación dada la enorme gama de estrategias que se emplean para comunicarles información científica.

¿Por qué políticos?: Porque cuando surge una propuesta de restaurar un área dañada, se deben considerar ciertos puntos, entre los que se encuentran los límites del conocimiento científico asociados a las incertidumbres de la interacción entre ciencia y política (Wyant 1995). Además, los políticos (legisladores y delegados) son quienes proponen y aprueban leyes; y en general muestran desconocimiento de los fundamentos ecológicos que facilitarían el desarrollo y la aplicación de proyectos. Si los políticos conocieran un poco más la importancia que de tener buenos recursos naturales, probablemente desarrollarían mejores propuestas en legislación ambiental y en apoyo a programas de restauración ecológica y conservación.

Los legisladores son quienes podrían apoyar proyectos en modificaciones a la leyes ambientales para proteger los bosques y las áreas verdes, si contaran con la información para ello. Si se les hace llegar dicha información de manera comprensible. Los políticos administrativos encargados en las delegaciones requieren también de contar con dicha información para apoyar directamente los trabajos de restauración ecológica que se estén desarrollando en la actualidad o que se realicen a futuro.

¿Por qué niños de 8 a 12 años?: Los niños son quienes aplicarán en un futuro mucho de lo que aprendan en estas edades; los niños de 8 a 12 años son más conscientes de lo que les rodea, que niños más pequeños, y son permeables a los nuevos conocimientos. También son receptivos, su imaginación juega un factor importante en la proyección a futuro.

La propuesta que aquí se presenta, consiste en dirigir una serie de charlas hacia los políticos, en las que el nivel del lenguaje contenga los elementos clave (ver mapa conceptual, pág. 85) sobre qué es la restauración, cuál es su importancia y sus implicaciones sociales. Acompañando a esta charla se entregará un resumen de las conferencias sobre restauración ecológica como complemento, el cual estará presentado en forma accesible y clara.

3.2 Objetivo General

Diseñar una propuesta de divulgación científica sobre el tema de la restauración ecológica para satisfacer las necesidades de información y cultura científica en cuanto al manejo, recuperación y cuidado de bosques en la Ciudad de México, con aplicación a dos tipos de público: adulto, políticos (legisladores y delegados políticos del D.F.) e infantil (niños de 8 a 12 años).

3.3. Objetivos Particulares

3.3.1. Cubrir la insuficiencia de información, en cuanto a la divulgación de los trabajos de restauración ecológica que se realizan y en particular los del Distrito Federal.

3.3.2. Mostrar a través de la propuesta de divulgación científica la importancia de la restauración ecológica para la conservación de los bosques en la Ciudad de México.

3.3.3 Proponer cómo se usaría la divulgación científica en restauración ecológica como un medio efectivo para que la información llegue a los públicos definidos, de tal manera que logre no sólo informar sino también generar interés para la participación en proyectos de este tipo.

3.3.3.1 Proporcionar herramientas que promuevan la creación de vínculos que permitan comunicar los conceptos clave sobre restauración ecológica a los públicos elegidos.

IV. METODOLOGÍA

Para la realización de la presente tesis se siguieron los pasos siguientes. Si bien para la elaboración de trabajos de divulgación no existe una metodología definida, aquí se mencionan los puntos que se tomaron en cuenta para la realización de este trabajo y que podrían resultar útiles para quien considere realizar otra propuesta de este tipo.

- 1 **Elección de un tema.** El divulgador de la ciencia puede elegir cualquier tema que considere interesante para comunicar al público. En este caso, se ha elegido un tema de importancia social por las implicaciones que tiene para la conservación de los bosques en la Ciudad y la factibilidad de mejorar el manejo de los mismos. La restauración ecológica, como se ha mencionado en los capítulos anteriores, es una muy buena alternativa para mantener en buen estado los bosques, ya que cada vez sufren más presiones para ser substituidos por viviendas (Bonfil 1998).
- 2 **Recopilación de información sobre el tema elegido.** Se reunió información referente a la divulgación de la ciencia, a la restauración ecológica y a los bosques de la Ciudad de México, para establecer los antecedentes. Se realizó una revisión documental tanto en revistas como en resúmenes de congresos y diplomados, a fin de reunir la información que proporcionara los datos necesarios para sustentar la propuesta.

Además se realizó una revisión bibliográfica en diversas revistas de divulgación científica para conocer lo ya hecho y evaluar la pertinencia de la presente propuesta. Se analizó la cantidad de artículos encontrados, el tipo de público al que se dirigían, así como el manejo del lenguaje.

Para complementar la información recopilada se realizaron entrevistas a investigadores relacionados con el tema. Dichas entrevistas fueron guiadas por las siguientes preguntas: a) ¿Qué opina sobre la restauración ecológica? ¿por qué es importante?; b) ¿Cuál es la diferencia con la reforestación, es mejor o igual?; c) ¿cuál considera que es la importancia de la divulgación científica?

3 **Definición del público meta.** En el apartado 2.2 se ha hecho mención sobre el público y sus características. Si bien todos somos como un gran público al que se pueden dirigir los trabajos de divulgación (Zamarrón 1995), es necesario definir el tipo de público al que se pretende llegar, conocer sus características y diseñar un proyecto de divulgación que pueda ser efectivo para comunicar el mensaje (Estrada 1991). Esto se debe a que el bagaje cultural que cada individuo posee es diferente y no es posible emplear los mismos términos para explicar un fenómeno determinado a un ama de casa que a un especialista médico, aún cuando en esencia la información por comunicar sea la misma.

Para esta propuesta se definieron dos tipos de público: el adulto (políticos-legisladores) y el infantil (niños de 8 a 12 años). En la elección del primer público se tomaron en cuenta los componentes esenciales de la restauración ecológica, los cuales involucran a políticos, ecólogos y habitantes de las zonas a restaurar. Como comenta Wyant (1995): cuando surge una propuesta de restaurar un área dañada, se deben considerar ciertos puntos, entre los que se encuentran los límites del conocimiento científico asociados a las incertidumbres de la interacción entre ciencia y política. Además, los objetivos de una propuesta de restauración deben tener un significado para la sociedad, es necesario dar a conocer los beneficios que nos proporcionan los ecosistemas, para que de esta manera la sociedad pueda apreciar y apoyar las ventajas de la restauración.

En lo que respecta al público infantil: se decidió dirigir la propuesta al público infantil porque los niños son importantes como futuros adultos: lo que se les pueda transmitir y que ellos puedan comprender podría modificar su percepción de las cosas que les rodean, y servir esto de inspiración para en un futuro impulsarlos a que sean ellos quienes promuevan la conservación y restauración de los bosques u otras zonas de esta naturaleza.

Además, fue necesario determinar un rango de edades, se eligió el que comprende de 8 a 12 años porque el divulgador puede comunicarse con ellos manejando un lenguaje similar al de los adultos, al hacer un uso adecuado de los conceptos y palabras clave.

- 4 **Elaboración de un mapa conceptual.** El mapa es una ordenación de conceptos clave. Una vez seleccionados los conceptos se deben acomodar en forma descendente, se coloca el concepto central en la parte superior del mapa y debajo de él los conceptos subordinados, dependiendo de la importancia que tengan dentro del tema, o bien de la importancia que quiera darles el divulgador. Los conceptos se conectan entre sí mediante palabras clave, que permiten darle un orden lógico al mapa. En el caso de esta propuesta, el concepto central es la restauración ecológica y de este concepto se hace un desglose hacia otros conceptos relacionados pero que están subordinados al concepto central. (ver mapa conceptual, pág. 85).
- 5 **Elección del medio de comunicación más adecuado.** Fernando del Río, en su artículo "La comunicación de la ciencia" (1982); propone un cuadro con los medios más idóneos para los diversos públicos. En dicho artículo menciona que las conferencias y talleres son medios más personales que los medios colectivos de comunicación. Tomando esto como base se han elegido las conferencias y los talleres como los medios más adecuados para divulgar la restauración ecológica. Las conferencias son adecuadas para el público adulto, ya que éste puede concentrar su atención mejor que el público infantil en el tema que se esté trabajando. Para este último, los talleres representan un medio más rico para la divulgación de la restauración ecológica; pues se puede interactuar con los niños de tal manera que ellos asimilen la información proporcionada. Como complemento de las conferencias se entregaría un resumen de las ideas presentadas y en el caso de los talleres, se entregaría a los asistentes una historieta que refuerce la información dada, de una manera amena.
- 6 **Elaboración de la propuesta de divulgación acorde al público meta.** El manejo del tema para la elaboración de la propuesta se refiere a la elección de conceptos clave, los cuales ayudan a definir las ideas más importantes para divulgar, mismas que se adecuan a las necesidades de los públicos. Para el caso del público adulto, los conceptos se pueden explicar respetando ciertos términos técnicos. Sin embargo es necesario ser explícito en las definiciones para que no existan confusiones. En el caso de los niños es necesario hacer más énfasis en explicar muy bien el concepto central y dar ejemplos que permitan identificar claramente de lo que se habla.

El público identifica los conceptos de acuerdo al nivel cultural que posea; si este nivel es alto podrá comprender un nivel de lenguaje complejo pero por el contrario, si el nivel de lenguaje que posee es bajo requerirá un mayor número de explicaciones referentes al tema de que se esté hablando.

V. RESULTADOS

5.1 CÓMO DIVULGAR SOBRE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

En los capítulos anteriores, que sirven de marco para el desarrollo de esta tesis, se han establecido las características de la ciencia, de la divulgación científica y de la restauración ecológica; A continuación se definen los conceptos extraídos del apartado 2.3 para emplearlos en el diseño de la propuesta de divulgación científica y las conexiones entre los mismos. Se presenta en este capítulo una revisión de los artículos de divulgación que se obtuvieron a través de la revisión bibliográfica y se incluye una crítica a cada uno. Se incluye una serie de entrevistas y comentarios, realizados a investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México y al coordinador de un proyecto de restauración ecológica en la Ciudad de México.

5.1.1 Conceptos clave en restauración ecológica

A continuación se presentan los conceptos clave (destacados en negritas) que se deben tomar en cuenta para realizar divulgación científica sobre restauración ecológica.

El deterioro ambiental es un problema de índole internacional que afecta principalmente a las grandes ciudades. Las áreas de bosque que aún se conservan se encuentran amenazadas constantemente. Dentro de las opciones que se presentan para conservar y recuperar áreas de bosque se encuentra la **restauración ecológica**, rama de la ecología cuyo objetivo final es el de reconstruir un **ecosistema** que ha sufrido alguna perturbación importante, generalmente derivada de perturbaciones humanas, de tal forma que su composición y funcionamiento sean muy parecidos a los del sistema natural (Bonfil 1997).

Un ecosistema es la suma de todas las partes biológicas (plantas, suelo, animales) y no biológicas (humedad, temperatura, pH) de un área que interactúan para que las plantas crezcan o mueran, se forme suelo, y el agua se filtre al subsuelo (Aber 1991). Por ejemplo un bosque que haya sufrido una perturbación leve puede restaurarse con los mismos

elementos que presenta (misma composición vegetal y animal) con una alta probabilidad de una restauración exitosa.

Otros conceptos asociados a la restauración ecológica son:

Modificación ecológica: en este proceso se llega a recuperar un funcionamiento similar al original, habitado por organismos similares. Por ejemplo Un bosque que haya sufrido una perturbación severa y en donde se puedan reestablecer cierto tipo de plantas y animales parecidos a los que había originalmente o bien mezclar elementos (plantas o animales) originales con elementos nuevos que sean compatibles con los originales, de tal manera que los elementos que conformaban el bosque originalmente han sido modificados pero sin alterar del todo el bosque.

Rehabilitación ecológica: en este caso el terreno volverá a ser útil desde el punto de vista ecológico pero con uso o funcionamiento distintos, frecuentemente con especies diferentes. Este caso se aplica cuando hay una zona que antes fue un bosque pero ha sido modificada totalmente, por ejemplo las zonas de bosque alrededor de las minas sufrió una alteración muy fuerte, después de la explotación minera esas zonas se abandonaban y los bosques que existían allí ya no existían más. De tal suerte que ya no hay elementos con los que se pudiera restaurar, entonces se aplica la rehabilitación, es decir se acondiciona el terreno con especies diferentes a las que existieron originalmente pero que podrían mantener una dinámica ecológica, relaciones entre animales, plantas, suelo, agua.

Remediación ecológica: Se trata de corregir al mismo tiempo que se está dando el proceso de perturbación. Por ejemplo una sección de bosque se incendia, los bomberos lo apagan y simultáneamente se empiezan los trabajos de reforestación, con las especies vegetales adecuadas, para ayudar a que el bosque se restablezca más rápido.

Reforestación, es el acto de cubrir con vegetación un terreno que habiendo estado poblado con árboles y plantas los ha perdido por accidentes naturales o por destrucción del hombre (Romero 1992).

La reducción de los **bosques y áreas verdes** trae como consecuencia la **perturbación** de los **procesos ecológicos**. **Perturbación o disturbio**, se reconoce tradicionalmente como un evento masivamente destructivo y raro (Rykiel, 1985), pero con importantes implicaciones en los procesos ecológicos. Éstos últimos se refieren a aquellos procesos que realiza un ecosistema como parte de sus funciones vitales. Dentro de estos

procesos se encuentran los siguientes: balance de energía, agua y carbono; control de luz, fotosíntesis, herbivoría; disponibilidad de nutrientes y química del suelo; modificación biológica de la disponibilidad de nutrientes, productividad, descomposición de la hojarasca y balance de nutrientes de materia orgánica, interacciones planta-suelo, y planta-animal, depredación, parasitismo, mutualismo (Aber 1991).

La perturbación altera o modifica los procesos ecológicos que se desarrollan dentro de un ecosistema. En ocasiones, una perturbación puede ser una modificación que favorezca el establecimiento de ciertos organismos; que a su vez intervengan en el desarrollo de los procesos ecológicos antes interrumpidos.

Por otra parte cuando ocurre un disturbio severo que modifique totalmente uno o varios procesos ecológicos puede ocasionar la pérdida de uno o varios **beneficios**. Los ecosistemas proporcionan beneficios que se pueden clasificar en **tangibles** e **intangibles**. Los primeros se refieren a los espacios para recreación y descanso que nos proporcionan los bosques, mientras que los segundos se refieren a aquellos que no se pueden ver o comprobar directamente, como liberación de oxígeno, recarga de los mantos acuíferos, control y reducción de la temperatura, función como barreras contra el viento, ayuda para la reducción en el nivel de CO₂ atmosférico, amortiguamiento de ruidos y proporción de hábitat para diversas especies.

Algunos de los problemas que se presentan como consecuencia de las perturbaciones, en particular la humana, se encuentran la **contaminación atmosférica**, la **contaminación del suelo y del agua**, y la reducción de las superficies boscosas por efecto de la expansión de la mancha urbana. Por lo general, todos los habitantes de las grandes ciudades sufren las consecuencias de estos efectos, los cuales son provocados por la industria y el elevado número de vehículos. Por otra parte, la escasa representación vegetal, es decir pocos bosques y áreas verdes, contribuye a que los efectos de la contaminación sean más severos.

El lograr que la población general conozca estos beneficios ayudará a complementar la cultura ecológica, más allá de sólo conservar los bosques como áreas de esparcimiento, donde se realizan días de campo o partidos de fútbol. El mejoramiento en la cultura ecológica ayudará, a que las personas que normalmente no tienen acceso a ellas aprecien mejor la existencia de reservas ecológicas.

A diferencia de la **reforestación**, la restauración ecológica intenta aplicar los conocimientos generados por la ecología para recuperar procesos ecológicos de los bosques, que son los que los mantienen vivos. En cambio que el manejo tradicional de la reforestación sólo contempla la plantación o replantación de árboles sin considerar qué especies son y tomar en cuenta cuál es su posible desarrollo y por consiguiente su impacto en el ecosistema.

Otro concepto es el de **sucesión ecológica**, que es el cambio direccional progresivo en la estructura de una comunidad (Aber 1991), o bien es el recambio de una comunidad a través del tiempo (Smith 1992).

Para llevar a cabo un trabajo de restauración es necesario tomar en cuenta a las **especies nativas** y a las **especies exóticas**. Las nativas son aquellas que son originales de un sitio, es decir que se establecieron en un lugar determinado y ahí han permanecido. Las especies exóticas son aquellas que han sido introducidas, principalmente por el hombre modificando los ecosistemas.

5.1.2 Conexiones de los conceptos clave para la propuesta de divulgación

Los conceptos clave mencionados en la sección anteriores pueden relacionar entre sí mediante palabras clave que sirven como conectores para que el público pueda integrarlos y comprenderlos. Son estas palabras y las imágenes o referentes a los que se pueden asociar los conceptos clave, las conexiones que hacen la propuesta adquiera sentido para el público.

A continuación se incluye un mapa conceptual sobre la restauración ecológica, sus palabras clave y sus palabras conectoras. (Fig. 5.1.1)

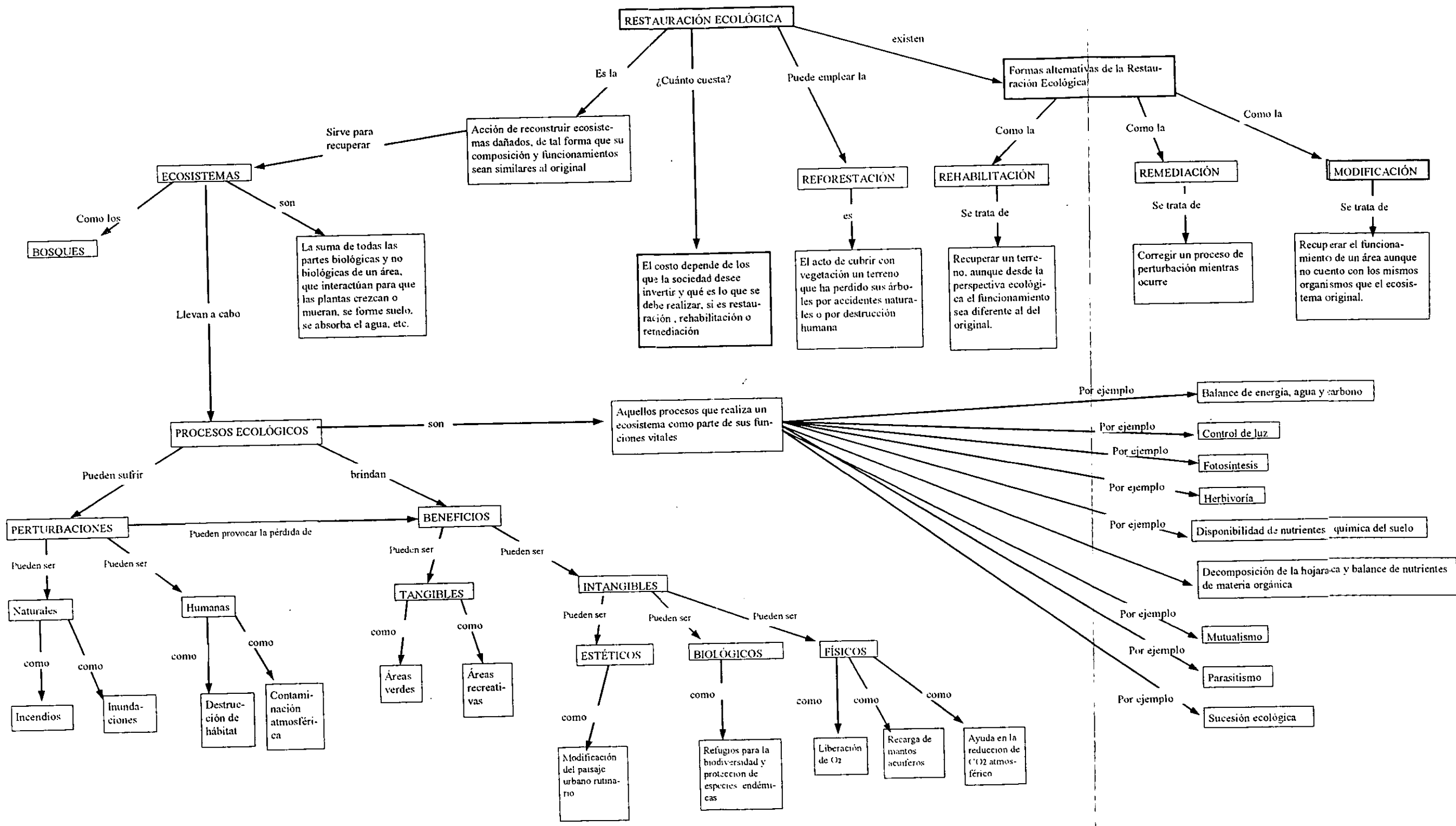


Fig. 5.1.1. Mapa Conceptual de los conceptos clave en restauración ecológica

5.1.3 Características del público meta

A continuación se mencionan las características que presenta cada uno de los dos públicos meta elegidos:

Público adulto: políticos (legisladores y delegados). Carecen de tiempo suficiente como para recibir información abundante, por lo que una conferencia es un medio adecuado para transmitirles información correcta en forma puntual y precisa (del Río 1982). Como complemento se propone la publicación de un resumen de la conferencia, para reforzar la información dada, de tal manera que el público pueda consultar alguna duda en caso de que se hubiese despertado su interés en el tema.

Público infantil, niños de 8 a 12 años. Es un público con el que se pueden manejar diversas formas de divulgación para transmitirles información que por lo regular se considera complicada o aburrida. Los niños entre estas edades poseen cierto nivel de conocimientos relacionados con cuestiones ecológicas, gracias a los temas que estudian en la materia de ciencias naturales o educación ambiental, dependiendo el grado escolar. Asumiendo lo anterior, son niños que pueden comprender adecuadamente qué es la restauración y para qué sirve. Usando dinámicas de juegos, videos e historietas pueden asimilar mejor la información

La estrategia que se propone es la siguiente: diseñar un taller donde se realicen actividades relacionadas con el tema, presentación de videos sobre bosques y cómo han sido deteriorados, cuáles son las opciones y tipos de restauración para recuperarlos, así como una historieta con la información básica sobre restauración ecológica, con dibujos atractivos y un guión lógico y coherente para que atraiga su atención y les informe a la vez que les entretiene. La historieta se podría proyectar con diapositivas y al término de la actividad se les entregaría impresa a los niños. Los niños entre estas edades pueden concentrar su atención en una historieta y, a diferencia de los adultos tienen más tiempo libre para hojear un libro de historietas.

5.1.4 Revisión de artículos de divulgación sobre restauración ecológica

Como parte de la investigación para la realización de este trabajo se hizo una revisión bibliográfica sobre los artículos de divulgación científica en materia de restauración ecológica que hubieran sido publicados en los últimos diez años aproximadamente (ver apéndice 1). El siguiente cuadro es un resumen de dicha revisión.

| Revista | Período | No. Artículos encontrados |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Ciencia y Desarrollo CONACYT | Enero de 1990 a Abril de 1999 | 1 |
| Ciencia AMC | Enero 1990 a Diciembre 1998 | 1 |
| Ciencias Fac. Ciencias. UNAM | Enero de 1990 a Diciembre de 1998 | 2 |
| Mundo Científico | Enero de 1990 a Diciembre de 1998 | 4 |
| Scientific American | Enero de 1990 a Marzo de 2000 | 1 |
| Discover | Febrero de 1993 a Marzo de 2000 | 0 |
| ¿Cómo Ves? DGDC. UNAM | Diciembre de 1998 a Agosto de 2001 | 0 |

Cuadro 5.1.4. Artículos sobre restauración ecológica o relacionados con el tema publicados en revistas de divulgación.

De esta revisión se pudo concluir que existe una escasa divulgación en los medios escritos, sobre la restauración ecológica y los temas relacionados a la misma. Se debe tomar en cuenta que estas revistas se difunden ampliamente, y tienen un público definido (ver apéndice 1). Sin embargo su alcance es limitado.

Para complementar esta revisión se realizaron una serie de entrevistas a investigadores relacionados con el tema (apéndice 2). Las opiniones sobre la restauración ecológica y su importancia varían, dependiendo de las áreas de trabajo y las perspectivas que los investigadores tienen respecto al tema. En cuanto a la divulgación, todos coinciden

en que es necesario dar a conocer la información al público en general. Por otra parte, como comenta el doctor Víctor Barradas: “a mí me encanta la divulgación, pero creo que es difícil para un científico que está en un determinado nivel de abstracción bajar de ese nivel y además, se debe tener gracia para divulgar”; para ellos como investigadores les es muy difícil realizar divulgación científica, pero reconocen la importancia que ésta tiene como canal de comunicación.

Por ejemplo, para el doctor Carlos Vázquez-Yanes la restauración debía empezar por un reconocimiento de la vegetación, y la descripción de sus cualidades para ser empleadas en proyectos de restauración. En general, las opiniones externadas por el doctor iban más en el sentido de hacer investigación antes de hacer restauración ecológica en la práctica. En cambio para el biólogo Aníbal Huerta, era necesario aplicar las teorías sobre restauración ecológica ya que él tenía a su cargo la realización de un proyecto de restauración en el Desierto de los Leones.

Para la doctora Consuelo Bonfil-Sanders, la restauración ecológica es una forma de recuperar el valor que poseen los ecosistemas. Asimismo, la doctora Consuelo Bonfil comentó del Parque del Ajusco Medio: “la zona fue decretada porque se están perdiendo zonas naturales, lo cual contribuye a que se abatan mantos acuíferos de los cuales se abastece la ciudad. Realmente el fin fue muy pragmático, muy utilitarista”. Esto nos da una muestra de la falta de información entre quienes realizan dichos decretos, puesto que en las zonas que se decretaron existían áreas fuertemente perturbadas, mismas que fueron restauradas como parte del proyecto de la doctora Consuelo Bonfil.

5.2 DISEÑO DE LA PROPUESTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA SOBRE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS BOSQUES DEL DISTRITO FEDERAL.

5.2.1 Puntos básicos de la propuesta

Para el diseño de esta propuesta se han seguido los siguientes puntos, ya mencionados en la metodología (pág. 77):

1. Elección de un tema
2. Recopilación de información
3. Definición del público meta
4. Elaboración de un mapa conceptual
5. Elección del medio de comunicación más adecuado.
6. Elaboración de la propuesta de divulgación acorde al público meta.

5.2.2 Propuesta para el público meta 1.

Dirigida a: Políticos (legisladores y delegados políticos del D.F.).

Medio: Ciclo de conferencias y Publicación de un folleto-historieta

A continuación se presenta un cuadro referente a los temas que se abordarán y al orden a seguir en las conferencias.

RESTAURACIÓN
ECOLÓGICA

¿PARA QUÉ SIRVE?
Para recuperar bosque y áreas verdes en general. Así como los beneficios que proporcionan.

¿QUÉ ES?
Acción de reconstruir ecosistemas dañados de tal forma que su composición y funcionamiento sean similares al original.

¿CUÁNTO CUESTA?
El costo depende de los que la sociedad desee invertir y qué es lo que se debe realizar, si es restauración, rehabilitación o remediación

ALTERNATIVAS A LA RESTAURACIÓN:
REMEDIACIÓN.
Es la corrección de un proceso de perturbación mientras ocurre.
REHABILITACIÓN.
Es la recuperación de un terreno, desde la perspectiva ecológica tiene funcionamiento diferente al original.

VENTAJAS
Ventajas sobre la reforestación e integración de ésta como parte de la restauración

Guión para las conferencias.

1. Presentación
2. Definición de la restauración ecológica y presentar el ejemplo del Ajusco Medio
3. Utilidad de la restauración ecológica:
 - a. Para qué sirve, ejemplos del Desierto de los leones
 - b. Cómo se puede usar,
 - c. Ventajas a mediano y a largo plazo respecto a la reforestación tradicional
 - d. Definición de reforestación, mención de algunos ejemplos de mala reforestación, p. ej. Uso inadecuado de eucaliptos
4. Presentación de las otras alternativas a la restauración:
 - a. Remediación, aplicaciones y ejemplos de cómo se usaría
 - b. Rehabilitación, aplicaciones y ejemplos.
5. Costos de la restauración ecológica.

5.2.3 Propuesta para el público meta 2: niños de 8 a 12 años

Dirigida a niños de 8 a 12 años

Medio: Taller e historieta anexa al terminar el taller.

Diseño: 1. Mención de los bosques y sus beneficios. Realización de dibujos o maquetas con árboles característicos de los bosques de la Ciudad de México.

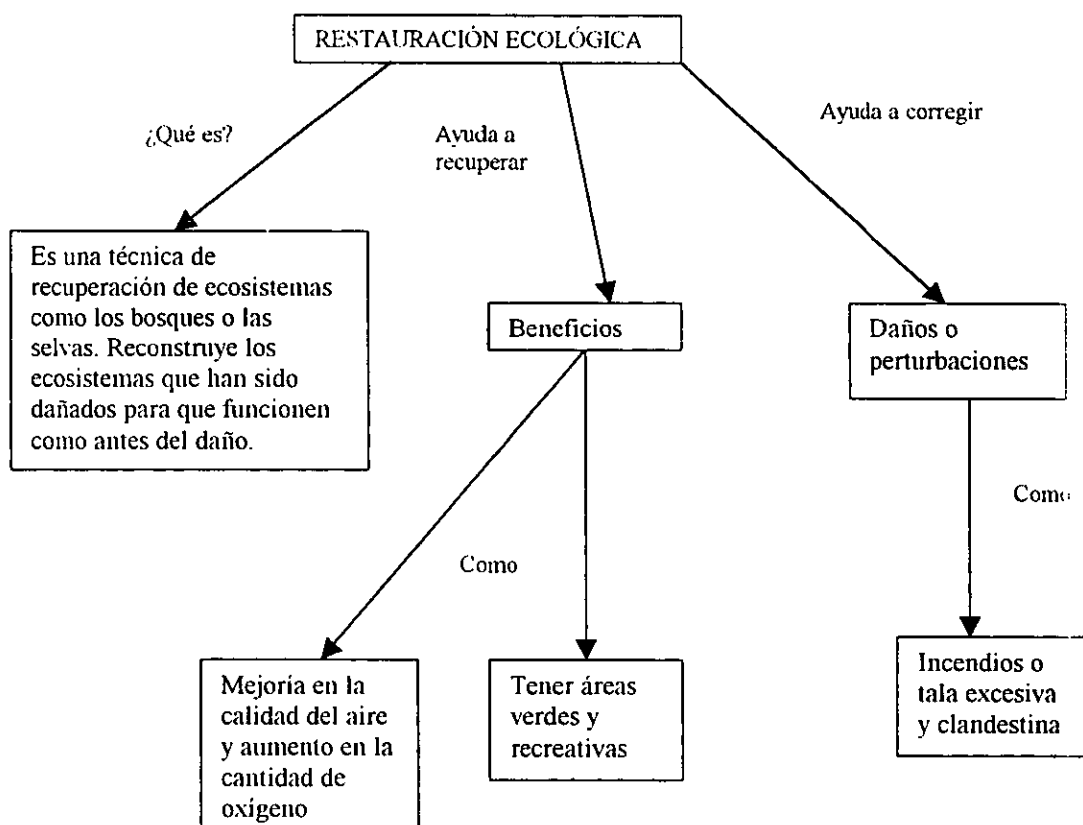
Este ejercicio permitirá conocer la imagen que los niños tienen de los bosques, y comenzar a corregir la información errónea que pudieran tener. Por otro lado, la manipulación física les permite acercarse de manera directa al tema a tratar.

2. Plática sobre los tipos de disturbios, naturales y humanos, sus consecuencias. Podría complementarse con la presentación de videos relacionados con huracanes, terremotos y otros desastres naturales, así comonaturales. Complementación con videos sobre contaminación y tala de bosques.

3. Explicación de la restauración ecológica y sus alternativas, hacer énfasis en las ventajas que presenta. Presentación de la historieta por medio de diapositivas y entrega de la historieta impresa a los niños. Proponer un ejercicio con los niños sobre lo que ellos harían si tuvieran que restaurar un espacio desforestado.

Una vez que los niños han visto cómo se producen los daños ambientales, pueden dar sus propuestas de cómo podrían solucionarse. En esta etapa se verá qué tanto los niños han comprendido la idea de la restauración y su importancia .

A continuación se presenta un mapa conceptual resumido de los conceptos a transmitir para los niños:



5.2.4 Publicaciones

Se propone la publicación de un resumen de la conferencia, que serviría como complemento de la misma. Sería un compendio de los temas que trata la conferencia, escrito de manera ágil y de fácil lectura.

Además se propone la publicación de una historieta, para el caso del taller; que cuente la historia de un bosque que sufrió desforestaciones y que ha sido abandonado porque ya no es útil; y cómo llega un grupo de ecólogos y en colaboración con los habitantes de los alrededores, lo restaura recuperando el bosque y sus beneficios.

Índice de la publicación para el público adulto (legisladores y delegados políticos del DF)

1. Importancia de la restauración ecológica.
2. Beneficios que proporcionan los bosques. (Tangibles e Intangibles).
3. Opciones alternativas a la restauración ecológica: remediación y rehabilitación.
4. Ventajas de la restauración ecológica sobre la reforestación y cómo integrarla a los proyectos de restauración.
5. Costo de la restauración ecológica.
6. Conclusiones

A continuación se presenta una propuesta del tipo de texto que podría utilizarse en la publicación dirigida a este público:

La restauración, como su nombre lo indica se refiere a "arreglar o reparar" los ecosistemas. Así como las obras de arte y los edificios antiguos necesitan restauradores; la aplicación de proyectos de restauración ecológica requiere de personal capacitado para resarcir los daños que ha sufrido y prevenir otros a futuro.

Es necesario aclarar que la restauración ecológica se basa en los conocimientos que ha generado la ecología. Y los ecólogos se sirven de dichos conocimientos para aplicar las técnicas adecuadas para recuperar un área dañada.

Los bosques proporcionan diversos beneficios, que se pueden dividir en tangibles e intangibles. Ejemplos de los beneficios tangibles son los espacios y áreas verdes que pueden ser áreas recreativas y educativas, para paseos familiares o escolares. Por otra parte los beneficios intangibles permiten un control y reducción de la temperatura ambiental, ayuda en la reducción del CO₂ atmosférico, recarga de los mantos acuíferos, liberación de O₂, refugio para la biodiversidad y protección de especies originarias de esos sitios.

Cuando los bosques se alteran, es decir sufren perturbaciones estos beneficios se pierden ya que los bosques modifican su dinámica. En ocasiones los animales emigran en busca de mejores sitios para su desarrollo; en el caso de las plantas pueden morir o extinguirse. Si son especies que tienen una función muy importante dentro del bosque, se podría perder alguno de los beneficios de forma definitiva.

Entre las alteraciones que más afectan a los bosques se encuentran las producidas por la acción del hombre, ya que este tipo de alteraciones rara vez pueden remediarse, o bien son tan fuertes que no hay forma de recuperar el ecosistema. Por ejemplo, cuando cerca de una mina se alteran los bosques aledaños, como efecto de las extracciones mineras, éstos pueden ser afectados en forma grave, y el cambio generado en medio impide su recuperación natural. Para estos casos la técnica adecuada es la rehabilitación, ya que no se puede volver a tener un bosque como el que existió antes, pero se puede tener un área verde que mantenga ciertos beneficios.

También existen otro tipo de perturbaciones, como las naturales. En el caso de un incendio, los bosques pierden su cobertura de árboles pero algunas semillas que hay en el suelo pueden germinar. Aunque la recuperación es lenta, las alteraciones no son tan severas como las humanas y el bosque puede recuperarse. En este caso se pueden combinar la remediación con la reforestación. Es decir, se detiene el fuego y se reforesta el bosque para auxiliar en la recuperación del mismo.

Los bosques que se encuentran en las inmediaciones de la ciudad de México pueden ser restaurados, puesto que son áreas que conservan cierta proporción de bosque. Esto permite que los ecólogos obtengan los recursos biológicos del mismo bosque y se logre una restauración adecuada, con las especies del sitio.

Por otra parte las áreas verdes de la ciudad pueden rehabilitarse, dependiendo de las condiciones en que se encuentren. Los espacios verdes dentro de la ciudad son áreas creadas para mantener espacios recreativos, de descanso dentro de la gran urbe. Como son áreas manipuladas no tienen, necesariamente, árboles o plantas originarias de los parques donde se encuentren. Sin embargo, sufren daños causados por quienes los visitan y requieren de una rehabilitación para conservar sus plantas en buenas condiciones para que su vida media se prolongue.

La diferencia entre restaurar y reforestar se encuentra en sus objetivos. Como se ha mencionado, la restauración pretende recuperar un ecosistema con todo lo que implica, y para ello emplea conocimientos de la ecología y especies nativas. En cambio, la reforestación solo intenta plantar árboles sin tomar en cuenta cuál es la dinámica de un bosque y por ende cuáles son las especies idóneas para hacerlo.

Los bosques son un tesoro invaluable, por lo que es necesario hacer conciencia real sobre su importancia, más aún para la ciudad de México con todos los problemas de contaminación que presenta. La restauración ecológica es una alternativa en la que se debería invertir para mantener en adecuadamente nuestros bosques y así obtener sus beneficios por un tiempo prolongado.

Tanto la restauración ecológica como sus alternativas tienen un costo variable que depende directamente de lo que se necesite invertir y de lo que la sociedad esté dispuesta a proporcionar.

Guión para la historieta que se empleará en los talleres para niños de 8 a 12 años.

A continuación se presenta el guión de la historieta propuesta para el público infantil. A partir de este guión se elaborarían las ilustraciones de la historieta.

“EL PUEBLO QUE SALVÓ A SU BOSQUE”

ESE DÍA, EL PUEBLO DE SALSIPUEDES ESTABA DE FIESTA.

PRESIDENTE MUNICIPAL: Bienvenidos a la feria, a la fiesta...

ABUELO YOYO: ¿hoy sí podemos hacer peticiones?

PRESIDENTE MUNICIPAL: (SORPRENDIDO) ¡¿Y usted que se trae contra la diversión?!

ABUELO YOYO: No, si yo pensé que este era el momento, porque nunca tiene tiempo...

PRESIDENTE MUNICIPAL: Yo pensé, yo pensé...

RAMÓN Y SU AMIGA LISA VAN LLEGANDO AL PUEBLO.

RAMÓN: ¡Abuelo! Ya te ves más viejito.

ABUELO: (LE DA UN COSCORRÓN) pero tan muy fuerte que podría derribar un árbol.

LISA: (SE ACERCA) Mucho gusto Don ¿Yoyo?...

ABUELO: Mi nombre completo es Yoyomiro, niña.

LISA: Don Yoyo está mejor. Ramón habla mucho de su pueblo y de usted. Y me dice que hay un bosque hermoso y que hay muchas historias de hadas y duendes.

ABUELO: (Ríe) Juar-juar-juar, bueno las hadas y los duendes... pues nunca he visto ninguno, y si hubieran ya se habrían ido a otro bosque, porque aquí está muy pelón.

RAMÓN: ¿Pelón, abuelo?

ABUELO: Pelón como la calva de Don Silverio, el presidente municipal.

RAMÓN: No puede ser, si era el paraíso.

ABUELO: Vayan a la feria, y en la noche les contaré toda la historia. Diviértanse antes de que sepan toda la verdad.

LISA (triste): Así ni ganas me dan de subirme a los cochecitos chocones

RAMÓN: Tiene razón mi abuelo, al menos vamos a subirnos a la rueda de la fortuna.

LISA: ¿Cuál fortuna Ramón, explícame? Si todo es desgracia. Esto no es lo que me contaste de tu pueblo.

RAMÓN: No te enojés Lisa... ya sé, mejor vamos a la casa de los sustos.

LISA: Pero esos monstruos no me dan miedo.

ABUELO: Están anunciando a la hormiga que vino de Marte y que le cayó un rayo y se volvió mujer, pero con barba.

RAMÓN: Ay abuelo, cómo crees esas cosas.

LISA: Si es más horrible que hayan acabado con el bosque, eso sí me da miedo.

ABUELO: Tengo una idea, ¿por qué no cenamos un chocolate y cocoles y les cuento toda la historia? Al fin que ya es la hora de los cuetes y el torito, y eso no me gusta mucho.

SALEN DE LA FIESTA Y SUBEN POR UN CERRO PELÓN, HASTA LLEGAR A LA CABAÑA DEL ABUELO.

RAMÓN: ¿Dónde quedaron los árboles, y las ardillas?

ABUELO: Se fueron yendo poco a poco. Ya no sé qué fue primero, si el incendio o el negocio de la tala in-mo-de-ra-da que don Silverio propició.

LISA: ¿Sabe cómo se llama a eso que usted dice? Perturbación ecológica...

RAMÓN: Ella estudia biología en la prepa y su tío es ecólogo y da clases en la escuela donde estudiamos...

ABUELO: No la interrumpas Ramón, o te quedas sin cocol. ¿Decías, hija?

LISA: Que la maestra nos ha hablado de las perturbaciones ecológicas que pueden ser naturales, como los incendios o los huracanes.

RAMÓN: ¡Ah sí! abuelo ¿te acuerdas de cuando se incendiaron todos esos bosques porque todo estaba muy seco?

LISA: Pero también hay perturbaciones humanas como la tala inmoderada o clandestina de los bosques. Las perturbaciones humanas son las que más daño causan.

EL ABUELO PREPARA Y TRAE LOS COCOLES Y A LA LUZ DEL FUEGO DE LA CHIMENEA DECIDEN SENTARSE.

ABUELO: Tengan estas cobijas, porque el frío va a arreciar en unas horas.

RAMÓN: Pues sí abuelo, como te decía, la maestra nos ha dicho también que existe la manera de contrarrestar estos daños.

LISA: Sí hay tres formas de reparar los daños y hacer que los bosques vuelvan a estar verdes y bonitos como si nada hubiera pasado.

ABUELO: Ah sí!!! He oído hablar de eso se llama reforestación ¿no?

RAMÓN: No abuelo, una cosa es reforestar y otra es recuperar, deja que te contemos

LISA: Existen tres estrategias de Recuperación: la Restauración la rehabilitación, y la Remediación.

ABUELO: ¡Ándate Ramón! Tu amiga sí estudia.

LISA: (SONROJADA) Es que de grande quiero estudiar para cuidar estas zonas. (NOSTÁLGICA) Mi abuela Casimira también vivía en un bosque, hasta que empezaron a destruirlo, y ella al ver cómo cambiaba todo no lo soportó y se dejó morir de la tristeza... de pronto.

ABUELO: ¿Pues qué pasó?

LISA: Es que los bosques nos dan muchas cosas como: combustibles, materiales vegetales de los que podía hacer abono y medicinas y fibras, la abundancia y limpieza el agua y sus animalitos... y todo se fue acabando poco a poco, la gente se empezó a ir del pueblo y mi abuela quería demasiado a su pueblo para marcharse así que murió de tristeza.

ABUELO: Es lo mismo que sucedió aquí, empezó a haber más plagas y enfermedades, cuando llovía las aguas se estancaban a las faldas del cerro porque ya no había pasto ni árboles que absorbieran el agua y llegaba escurriéndose hasta abajo y ahí se formaban una lagunotas que luego uno no sabía que hacer.

RAMÓN: ¡Ay abuelo, qué feo !

ABUELO: Es que eso lo sabemos quienes lo vivimos, las pérdidas son reales.

RAMÓN: Bueno, déjenme entender, entonces si ya no hay árboles ni pasto los animales se van

LISA: sí Ramón y además ya no tenemos leña para hacer fogatas

ABUELO: y el agua se contamina más fácil y no se puede usar ni para sembrar porque se estanca y aparecen plagas y enfermedades

RAMÓN: ¿Todo eso sólo porque ya no hay árboles ni pasto?

ABUELO y LISA: ¡Exacto Ramón!

EN ESE MOMENTO TOCAN LA PUERTA. UNA SILUETA NEGRA SE APARECE JUNTO A LA VENTANA.

RAMÓN Y LISA: (GRITAN) ¡El jinete sin cabezaaaaa!

ABUELO: No, es Don Silverio.

PRESIDENTE MUNICIPAL: ¿Qué andan haciendo aquí los tres, tan solitos?, ¿por qué nos dejaron solos en la fiesta?

ABUELO: Porque nosotros sabemos que en realidad no hay diversión.

LISA: Sí, con lo que hoy me enteré, nadie podría ser feliz, sólo los inconscientes.

PRESIDENTE MUNICIPAL: Estas son muchas habladas... pero a lo que vine. Mañana domingo vamos a sembrar arbolitos, y necesitamos que toda la gente coopere. Así se solucionarán los problemas.

RAMÓN Y LISA : Las cosas no se van a solucionar con sólo plantar arbolitos.

LISA. ¡Hay técnicas especializadas!

PRESIDENTE MUNICIPAL: ¡Nombre! Si, plantar arbolitos sí funciona.

LISA Y RAMÓN: Pero no así nomás.

PRESIDENTE MUNICIPAL: Eso me lo dijo el encargado de Cultura y Naturaleza, Don Ostión Parra.

ABUELO: ¿Pero cómo voy a creer, si Don Ostión es carnicero?

PRESIDENTE MUNICIPAL: Aaaa, pos eso si yo no sé, pero él tiene muy buena intención.

LISA (RECUPERA LA SERENIDAD): Mire, si quiere hablamos con todos y hacemos un plan necesario para estos casos. Mi tío nos puede ayudar a recuperar este bosque.

PRESIDENTE MUNICIPAL: Mire señorita, ejem, niña, platiquen primero conmigo y yo entenderé.

LISA: Mire Don Silverio, hay otra técnica mejor que la reforestación para recuperar los bosques y se llama restauración ecológica...

PRESIDENTE MUNICIPAL: Muy interesante... creo que deberían hablar con Don Ostión

LISA: ¡Pero aún no le he explicado! Déjeme terminar, la restauración ecológica trata de reconstruir los ecosistemas dañados, como el bosque de su pueblo, y no nada más que haya árboles, sino también que regresen los animales que vivían ahí y que todo vuelva a funcionar como antes.

PRESIDENTE MUNICIPAL: Son los primeros chamaquitos que prefieren salvar su medio ambiente a jugar con los cuetones.

ABUELO: Yo creo que no se les ha dado la oportunidad de saber estas cosas a nuestros muchachos. Sus padres les hacen creer que talar árboles y matar animales es una forma de vida..

LISA: criminal...

ABUELO: Es una forma de vida mal encauzada. Habrá que platicar con ellos.

PRESIDENTE MUNICIPAL: Yo me despido, porque me tengo que echar un discursito mañana por la mañana... y ¿no les gustaría hablar, Ramoncito?

RAMÓN (SERIO): Ramón para usted.

PRESIDENTE MUNICIPAL: ¡Ah, qué chamaco éste!

ABUELO: Si quiere mañana vamos.

PRESIDENTE MUNICIPAL: Allá nos vemos, en el monumento al árbol maduro.

ABUELO: vamos a cenar, niños, y nos dormimos luego luego, que mañana temprano tienen que escribir su discurso.

TODOS DUERMEN ARRULLADOS POR EL CANTO DE LOS GRILLOS Y LA LUZ DE LAS LUCIÉRNAGAS. POCO A POCO VA AMANECIENDO Y EL GALLO GORGONIO LOS DESPIERTA. SON LAS CINCO DE LA MAÑANA.

LISA: Rápido Ramón, levántate, que hay que escribir nuestra parte... ¡ah!, ya sé, tu escribes lo de la RESTAURACIÓN, y yo lo de los beneficios

RAMÓN: Va.

ABUELO: No se olviden de dirigir el documento a Don Ostión.

RAMÓN: Lisa qué te parece esto: Los bosques nos dan beneficios como el tener espacios para disfrutar y aprender de la naturaleza. También nos dan una forma de hacer que el agua de lluvia sea aprovechada para los cultivos y las casas, y nos dan oxígeno. Además, sirven como refugio para los animales que viven también en el bosque, y nos dan materiales como madera y leña, y plantas medicinales y hongos que nos sirven como alimento.

LISA: ¡Muy bien Ramón!

MÁS TARDE, MUY ARREGLADOS, SE PRESENTAN EN EL PÓDIUM DE LA CEREMONIA, PERO LOS NIÑOS ESTÁN JUGANDO CON SUS COHETES Y LOS PAPÁS PLATICAN DE LA FERIA.

LISA: Creo que no nos van a hacer mucho caso.

RAMÓN: Tenemos que tener valor.

ENTRA DON OSTIÓN A CUADRO, CON UN TRAJE GARIBOLEADO.

TOMA EL MICRÓFONO Y EMPIEZA UN DISCURSO DE CINCUENTA CUARTILLAS.

DON OSTIÓN: Pueblo de Salsipuedes el Grande, estamos, hoy, plenamente reunidos ante el rayo del sol, con la convicción, de que, es necesario, ser buenas gentes, en este su pueblo, que nos ha dado, amor, confianza, hijos, salud, protección, vialidad, BLA, BLA, BLA...

LISA: Oye, Don Ostión está diciendo muchas sandeces...

RAMÓN: hay que detenerlo...

LISA: Si no, nadie nunca lo hará.

SE LEVANTA LISA Y TOMA EL MICRÓFONO. DEL SUSTO DESPIERTA A LAS PERSONAS QUE DORMÍAN EN SUS ASIENTOS. TODOS VOLTEAN. DON OSTIÓN SE QUEDA MUDO.

LISA: Nuestro bosque está destruido, ¿les gustaría recuperarlo? ¿tener una mejor calidad del agua en sus casas?, ¿que el agua de lluvia se aproveche mejor?, ¿que haya refugios para los animales como los pájaros carpinteros y para las ardillas? todavía es tiempo de que nos beneficiemos si aplicamos las estrategias de recuperación ecológica...

Hay mucho que hacer, no plantando arbolitos, sino con planes concretos de restauración ecológica para devolverle a nuestro bosque toda su belleza.

TODOS EN EL PUEBLO: ¡¡¡Bravo!!!

* * *

UN AÑO DESPUÉS, LISA Y RAMÓN REGRESARON AL PUEBLO DE SALSIPUEDES

RAMÓN: Hola abuelo ¿cómo estás?, ¿cuánto tiempo de no verte?

LISA: Hola Don Yoyo ¿cómo está?, ¿qué cambiado está el pueblo?!

ABUELO: Pues verán, después de su discurso Don Ostión se comunicó con el secretario del gobernador y ellos mandaron unas personas a que nos ayudaran a recuperar nuestro bosque.

LISA: ¿Qué personas?, ¿qué les dijeron?

ABUELO: Mandaron unos biólogos y unos ingenieros forestales. Los biólogos nos explicaron lo de la restauración ecológica, que es una técnica para hacer que el bosque recupere sus plantas y animales y todos juntos vuelvan a vivir como si nunca hubieran tenido daño.

RAMÓN: Y los otros, ¿los ingenieros forestales?

ABUELO: Ah, pos ellos nos hablaron de la reforestación

RAMÓN: y ¿qué les dijeron?

ABUELO: Pues nos explicaron cómo es eso de plantar árboles, que hay que cuidarlos para que el bosque esté siempre verde. Después se pusieron de acuerdo los biólogos y los ingenieros para hacer un plan de trabajo donde todos los del pueblo participamos, unos buscamos las plantas correctas para sembrarlas y otros removían la tierra, otros preparaban la abonaban.

LISA: ¿Todos cooperaron?

ABUELO: Sí hasta Don Silverio y Don Ostión, ¡vieron que ellos nos ayudaron a ir por las plantas al vivero del pueblo Valleverde..!

RAMÓN: ¡Pues ya era hora que ese par hicieran algo bueno!

LISA: Ya ve Don Yoyo, su bosque se recuperó gracias a que todos cooperaron y aplicaron correctamente la restauración ecológica y todos salieron beneficiados o ¿no?

ABUELO: No pos eso sí, los pájaros regresaron, los árboles van creciendo, el río que pasa cerca tiene más agua que antes y también más peces y cuando es temporada de lluvias podemos ir a cosechar hongos y hacernos una sopita.

RAMÓN: Fue buena idea hablar frente a la gente en la ceremonia para explicarles que la restauración ecológica es mejor que la reforestación, y que gracias a ella podemos tener los beneficios del bosque y cuidarlo mejor, ¿no creen?

LISA: Lo más importante es que todos participaron para recuperar y conservar un bosque que beneficia a todos, ya que todos necesitamos a los bosques.

ABUELO: ¡Qué bueno que vinieron, niños! Les va a tocar estar en la fiesta que vamos a hacer mañana para celebrar que nuestro bosque volvió a ser lo que antes era.

Y ASÍ, TODOS JUNTOS, CELEBRARON LA RECUPERACIÓN DEL
BOSQUE.

EL TIEMPO HA PASADO PERO LOS HABITANTES DE SALSIPUEDES HAN
ENSEÑADO A SUS NIÑOS LO VALIOSO QUE ES EL BOSQUE Y LO QUE
DEBEN HACER PARA CONSERVARLO.

FIN

VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

La ciencia es una actividad que genera conocimientos, algunos de ellos de gran interés social, algunos de mayor importancia científica, pero todos susceptibles de ser comunicados. A través del tiempo la ciencia ha desarrollado su propio lenguaje, mismo que la identifica. Si bien este lenguaje sirve para evitar confusiones en cuanto a sus conceptos y terminologías esto ha hecho que sea complejo y tedioso leer y entender los textos científicos y ha abierto una brecha de comunicación entre los científicos y los no científicos.

Aunque el mundo ha sido transformado por los avances en ciencia y tecnología, la ciencia aún sigue siendo incomprensible para los no científicos.

La ciencia se ha transmitido, a través del tiempo, de investigadores a profesores y a alumnos y entre profesores e investigadores; sólo aquellos descubrimientos de relevancia social se difunden entre el público en general, normalmente debido a que tienen aplicaciones a corto o mediano plazo que pueden tener. Desde hace mucho tiempo se ha realizado divulgación científica, pero sólo desde hace algunas décadas, años 70s y 80s, se ha realizado como se mantiene en la actualidad.

La divulgación de la ciencia, como su nombre lo indica, da a conocer el conocimiento científico. Según Guadalupe Zamarrón (1995), divulgación en su sentido más primario es hacer público algo; esto incluye un público amplio y heterogéneo. Pero dado que divulgar al público en general resultaría una tarea imposible, es necesario definir tipos de públicos y considerar sus características para la realización de trabajos de divulgación. Aún cuando esto signifique dividir al "gran público" es necesario ya que cada público presenta características específicas y las estrategias divulgativas son diferentes.

La divulgación se ha definido como un acto de comunicación que cuenta con un discurso propio, el cual se ha desarrollado a través del tiempo y a través de la experimentación. Esto ha permitido que la divulgación defina su campo de acción, que en ocasiones se ha considerado como la mera traducción de los textos científicos a un lenguaje más simple y que pudiese ser entendido por el público ajeno a la ciencia. Conforme ha pasado el tiempo, la divulgación ha demostrado tener un discurso propio que intermedia

entre la ciencia y el público, que emplea aspectos básicos de la comunicación y desarrolla elementos propios, como el empleo de diversos lenguajes, para comunicar un objetivo específico. A través de su discurso, la divulgación fomenta la cultura científica.

Por otra parte, la divulgación es un eslabón importante entre el conocimiento básico adquirido en las escuelas y las modificaciones que sufren dichos conocimientos como consecuencia del avance científico y tecnológico.

Entre los temas científicos que últimamente han adquirido gran importancia se encuentran los relacionados con la ecología. Nuestro país es poseedor de una gran biodiversidad; incluso en épocas remotas la Ciudad de México poseía una variedad de ambientes que conformaban lo que era la cuenca del actual Valle de México. Estos ambientes han sufrido diversos cambios, lo que ha propiciado que en la actualidad sea una de las ciudades más contaminadas del mundo por lo que es muy importante conservar los bosques y áreas verdes que aún posee.

Los objetivos de una propuesta de restauración deben tener un significado para la sociedad, es necesario dar a conocer los beneficios que nos proporcionan los ecosistemas, para que de esta manera la sociedad pueda apreciar y apoyar las ventajas de la restauración. Además, se debe tomar en cuenta que el reconocimiento de estos beneficios depende del contexto social y cultural. Se deben proporcionar expresiones formales de las características ecológicas deseadas desde los puntos de vista social y cultural basadas en un contexto local (Wyant 1995).

Una alternativa para que los bosques se conserven en mejor estado es la restauración ecológica, una propuesta que combina elementos de la ecología pura con prácticas sociales, que involucran a los habitantes de zonas aledañas para que se realicen las prácticas de restauración o de alguna de sus variantes.

La restauración ecológica ha cobrado un auge mundial. La importancia de la restauración ecológica es evidente en los espectros social, científico y legislativo para la recuperación de una producción sustentable de los bienes y servicios naturales de los sistemas ecológicos. Sin embargo la toma de decisiones dentro de un abanico de opciones aún es problemática.

Por ejemplo, cada grupo interesado puede insistir que el ecosistema debe ser restaurado para servir a sus intereses particulares. Sopesar las alternativas y elegir entre las

concesiones, es fundamental para el proceso del planteamiento de los objetivos de la restauración ecológica dentro de una sociedad plural.

Un ejemplo de esto es la restauración que se llevó a cabo en los pantanos de Florida, donde se conciliaron las opciones de restauración con las opciones que ofrecían los habitantes vecinos de los pantanos. El artículo de Holloway (1994), sobre los pantanos maneja los aspectos ecológicos y sociales que involucra la restauración ecológica. Dicho artículo presenta opiniones divididas, ya que se plantea que la restauración ecológica puede tomarse como una salida fácil para seguir destruyendo la naturaleza, ya que da la impresión de que es fácil reconstruir lo dañado. Otra opinión es que la restauración establece la única forma de atraer la atención de la sociedad para remediar los daños (que pueden ser irreversibles) que está sufriendo en la actualidad la naturaleza.

Otro ejemplo es la rehabilitación de turberas en Canadá (Borde 1997). En este artículo se hace énfasis sobre el manejo que hicieron los investigadores y los resultados que obtuvieron, y se menciona cuál fue el factor para la rehabilitación de las turberas: la presión social ejercida por un grupo ecologista hacia la industria.

La restauración ecológica es un tema que no se ha divulgado lo suficiente y tiene potencial para serlo ya que es un tema de actualidad y que involucra a los habitantes de la ciudad desde otra perspectiva que no es la típica de simplemente conservar los bosques porque nos dan oxígeno, sino que propone conservarlos tomando en cuenta otros valores como su papel captador de agua (de lluvias). Algunos de estos valores muestran características que resultan interesantes para compartir con el público y que ayudarían a explicarle un poco más como funcionan. Esta labor contribuiría con nuestra responsabilidad de legarle a las futuras generaciones no sólo los espacios como bosques o áreas verdes, sino también las herramientas para mantenerlas en buen estado.

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada para esta tesis, se muestra que hay un número reducido de artículos de divulgación que manejen este tema, y en general el nivel al que se ha realizado es alto; por otro lado, el lenguaje que manejan es accesible, pero es más fácil de seguir para un público habituado a leer temas relacionados; o bien que cuente con cultura científica, y en particular ecológica. Es probable que esta carencia de divulgación se deba a la especificidad del tema.

Es necesario hacer notar la intervención de los grupos sociales para que se desarrollen los proyectos de restauración ecológica. Es obvio que este factor es uno de los componentes básicos de la restauración ecológica; por otro lado, la parte social, es decir la gente, el público, es uno de los componentes importantes de la divulgación científica. Aquí se puede observar que hay un elemento de convergencia entre la divulgación y la restauración ecológica.

Por otra parte, en el caso de México son pocos los artículos de divulgación que tocan el tema. Aquellos que lo hacen (ver apéndice 1), por lo general centran la atención en los aspectos ecológicos más que en los sociales. Una de las presiones que se ejercen con mayor fuerza respecto a las áreas naturales protegidas es la necesidad de viviendas. La zona del Ajusco Medio, decretada como área protegida, pasó de ser un espacio útil para la construcción de viviendas a un espacio que los pobladores tuvieron que "ceder", como comenta la doctora Consuelo Bonfil (1998, ver apéndice 2): "se intentó establecer contacto con las comunidades, pero en este caso fue difícil porque se les expropió un área, y esa área ellos hubieran preferido que no se les expropiara, porque tiene valor como zona habitacional".

Durante mucho tiempo se han repartido tierras para construcción sin tomar en cuenta la reducción de áreas verdes, las cuales favorecen cierto equilibrio ecológico, como comenta la doctora Consuelo Bonfil (1998, ver apéndice 2) sobre la zona del Ajusco medio: "la zona fue decretada, más que nada, porque se están perdiendo zonas naturales; realmente el fin fue muy pragmático, muy utilitarista, finalmente decidieron dejar áreas sin construir o sin perturbar fuertemente, sobre todo aquellas que actúan como esponjas, es decir donde llueve mucho y donde las características del suelo permiten que se recarguen los mantos acuíferos; yo creo que la decretaron fundamentalmente por eso."

La restauración ecológica es un tema controvertido, que involucra muchos factores. Si la sociedad conociera más de este tema probablemente desarrollaría más conciencia sobre nuestros recursos y podría decidir involucrarse directamente. La divulgación sobre la restauración ecológica puede ser muy útil para atraer la atención del público, que es lo que se pretende con esta propuesta. Captar la atención de los políticos-legisladores, de tal manera que puedan comprender en qué consiste y por qué es conveniente desarrollar y aplicar proyectos de restauración ecológica en la ciudad, y en el país. Hacer que se

identifiquen con la problemática que presentan los bosques y hacer una invitación a que emprendan las acciones pertinentes.

Tomando en cuenta el auge que ha cobrado la restauración ecológica y la carencia de divulgación de este tema se planteó el objetivo de esta tesis, que es diseñar una propuesta de divulgación científica que cubra las necesidades de información en materia de restauración ecológica que existen.

A través de la revisión bibliográfica se comprobó que existe un número muy limitado de artículos de divulgación científica sobre restauración ecológica; además de que el nivel de lengua que manejan es alto y por ende, el público que los lea debe poseer cierto nivel de conocimientos relativos a la restauración ecológica o temas asociados.

La propuesta pretende poner al alcance del público seleccionado (políticos y niños), de una forma accesible los conceptos básicos de la restauración ecológica y los beneficios que proporciona. Cabe aclarar que esta propuesta es un ejercicio ya que no se ha puesto a prueba y sería interesante aplicarla.

Por otra parte en lo que respecta al tipo de público; los políticos (legisladores y delegados), son un público que puede resultar interesante para la propuesta, porque son personas que han perdido contacto con temas científicos, y realizar una actividad que los involucre directamente podría favorecer un incremento en su cultura ecológica y una mejor comprensión de los temas ecológicos. Un resultado colateral de esta actividad podría ser una mejoría en las propuestas de ley ambiental.

El medio elegido para comunicar la propuesta al público adulto es un idóneo ya que permite un acercamiento con este público. Es un medio mucho más directo que los medios masivos (radio, televisión). Puede interactuarse con el público y estimar la respuesta que tiene ante la restauración ecológica y como una alternativa en el manejo y conservación de los bosques. Probablemente una propuesta que se manejara masivamente tendría un mayor número de receptores-espectadores, pero su alcance sería difícil de evaluar. En cambio con una serie de charlas-conferencias el divulgador o conferencista puede darse cuenta de interés que el público muestre mientras ocurre el evento. Además de que los medios masivos requieren muchos recursos tanto económicos como humanos y salen del alcance de una tesis como la presente.

El público infantil, en general ha sido objeto de diversos trabajos de divulgación, por los aspectos de educación-no formal y de complementación de temas educativos que representa la divulgación. Los niños representan a un sector de la población que se considera el futuro de la nación: lo que aprendan, experimenten y comprendan en esta etapa lo reflejarán más adelante. Es necesario divulgar para los niños como un compromiso social, pues significa proporcionarles información que complemente sus conocimientos, su cultura. La divulgación puede transmitirles los conocimientos científicos de forma lúdica, entretenida y sobre todo accesible.

En cuanto a la divulgación sobre restauración ecológica para niños, la idea de elegir niños de 8 a 12 años se debe a la complejidad del tema: si bien es deber del divulgador hacer accesible y comprensible el tema que esté divulgando, como se ha visto la restauración ecológica involucra muchos elementos y es necesario que los niños posean ya cierto nivel de educación en temas ambientales para poderlos comprender.

La propuesta pretende mostrarles otra forma de cuidar los bosques. Al elegir el taller como el medio divulgativo el divulgador estará en facultad de interactuar directamente con los niños, captar su concepción de los bosques, su importancia, qué harían ellos para cuidarlos. Los talleres favorecen una retroalimentación que podría enriquecer la propuesta. En este caso, al igual que las conferencias, la cercanía con el público permite observar el interés que éste presente ante la restauración ecológica.

La propuesta intenta comunicar un tema que involucra directamente a los habitantes de la ciudad, como comenta el doctor Víctor Barradas (1998, ver apéndice 2): “Me parece importante determinar quiénes somos los usuarios del bosque; aún cuando no seamos asiduos visitantes, en realidad todos los que vivimos en esta ciudad somos usuarios de los bosques y de las áreas verdes”. Al divulgar sobre la restauración ecológica se está cubriendo una carencia y al mismo tiempo se está desarrollando una propuesta que involucra a los actores en la toma de decisiones para la aplicación de proyectos. Si la propuesta se desarrollara en otro sentido, que se dirigiese hacia otros públicos, podría despertar el interés de otros grupos sociales, aumentar la “conciencia ecológica” y por supuesto fomentar la cultura científica y ecológica.

En resumen, la divulgación de la ciencia ha desarrollado un discurso propio que sirve de puente de comunicación entre la ciencia y la sociedad, fomentando una cultura

científica a través de diversos lenguajes, comunicando temas que muchas veces complementan la educación que se recibe en las instituciones educativas.

La restauración ecológica es un tema de actualidad y de potencial interés para un público tan importante e influyente como son los políticos, para esta propuesta legisladores y delegados. El diseñar propuestas de divulgación que fomenten la cultura científica y en específico la ecológica ayuda a mejorar la comprensión de temas que son de interés público.

La presente propuesta está diseñada para llegar a dos públicos que son muy diferentes; y sin embargo se proponen estrategias similares para comunicarles el mismo tema. La justificación a lo anterior está basada en el hecho de que la comunicación verbal es mejor en estos casos y el refuerzo por escrito (resumen e historieta) informa y divierte respectivamente.

Probablemente podrían desarrollarse otras propuesta de divulgación para este tema, que abarcaran a otros públicos. Por ejemplo, si se desarrollara una propuesta para algún medio masivo, como la televisión, abarcaría un mayor número de espectadores, dependiendo del horario de transmisión, pero el contacto sería menos personal. Otra opción sería la realización de un video documental.

La divulgación científica es un canal abierto para la comunicación de cualquier tema científico; es un medio que cuenta con una amplia gama de lenguajes que facilitan el acercamiento con el público. Usando estas herramientas se ha desarrollado la presente propuesta, sin embargo no es la única forma de comunicar o de informar al público sobre la restauración ecológica. Existe toda una gama de públicos para los cuales se puede desarrollar una propuesta de divulgación sobre este mismo tema.

La propuesta diseñada en este tesis se ha planteado como un ejercicio que permitirá acercar a dos públicos a un tema interesante y de importancia social. Se ha mostrado que existe una carencia de información ecológica, en particular de la restauración ecológica, para el público en general. Los públicos seleccionados también son susceptibles de experimentar a través de poner a prueba la propuesta.

Realizar este tipo de propuestas es útil para cubrir una serie de carencias en comunicación que existen entre la sociedad y la ciencia. Muchas veces en el ámbito científico se considera este tipo de tesis como intrascendentes pero en la actualidad tiene

relevancia; dado que la comunicación y la transmisión de los conocimientos que se generan, a partir de las investigaciones científicas no pueden quedarse sólo en los círculos científicos. El mundo ha sido transformado por los avances científicos y tecnológicos, y es necesario divulgar el conocimiento que se genera.

Sería conveniente que esta propuesta se aplicara y sirviera de modelo para generar otras propuestas en otros campos científicos, donde fuese necesario o bien donde existiese una carencia de divulgación científica sobre algún tema.

CONCLUSIONES

- La divulgación científica es importante porque hace accesible al público el conocimiento científico, permitiendo su democratización.
- La divulgación de la restauración ecológica es necesaria para informar y sensibilizar al público sobre la importancia que tiene como opción para la conservación de los bosques y áreas verdes de la ciudad de México.
- La divulgación científica sobre restauración ecológica dirigida a políticos (legisladores y delegados políticos del D.F.) y para niños es útil por la función social que tienen los primeros y por el compromiso a futuro que existe con los segundos en cuanto a la conservación y al mantenimiento de los bosques que aún existen.
- La metodología empleada en esta tesis, consistente en 6 pasos (elección de un tema, recopilación de información, definición del público meta, elaboración de un mapa conceptual, elección del medio de comunicación más adecuado y elaboración de la propuesta de divulgación acorde al público meta) es una guía útil para establecer cuáles son los puntos importantes al realizar este tipo de trabajos.
- La elaboración de mapas conceptuales permite esquematizar y jerarquizar los conceptos más importantes del tema a tratar, facilitando la elaboración de la propuesta de divulgación.
- La presente propuesta de divulgación científica sobre restauración ecológica proporciona una alternativa para cubrir la insuficiencia de información científica sobre restauración ecológica que existe en los medios escritos de nuestro país.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ◆ Allen, C, "Cinco Dificultades para la Divulgación de la Ciencia", *III Diplomado de Divulgación de la Ciencia*, Gabinete de Medios Escritos, Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, UNAM, México, 1997.
- ◆ Aranday, V. F., *La divulgación de la química de alimentos*, Tesis de Licenciatura. Facultad de Química, UNAM, México, 1998, 87 pp.
- ◆ Barradas, Víctor, L., & Rocío J. Seres., "Los pulmones urbanos". *Ciencia y Desarrollo*, México, D.F. núm. 78, Enero-Febrero de 1988, pp. 61-72.
- ◆ Begon, J Townsend y Harper, *Ecología. Individuos, Poblaciones, Comunidades*. España, Omega. pp 24-26 1988.
- ◆ Bonfil, C., I. Pisanty, A. Mendoza, J. Soberon, "Investigación y Restauración Ecológica: El caso del Ajusco medio", *Ciencia y Desarrollo*, México, Vol. 21, núm.135, Julio-Agosto de 1997, pp. 15-23.
- ◆ Bonfil, O. M y M. Tappan, "Los términos científicos: su nacimiento y comportamiento en sociedad", *Ciencia*, México, núm. 44, 1993, pp. 253-267
- ◆ Bonfil, O. M., "La divulgación científica como herramienta para el progreso de la ciencia y tecnología nacionales", *II Congreso Mexicano para el Avance de la Ciencia y la Técnica*, México, Noviembre de 2000.
- ◆ Bonfil, O. M., "La divulgación científica y la enseñanza de la ciencia: el compromiso hace la diferencia", *Memorias del II Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*, SOMEDICYT, Jalapa, Veracruz, México, 1993, pp. 88-90
- ◆ Bonfil, O. M., "La divulgación de la ciencia: entre el apoyo a la enseñanza y la difusión cultural", *V Congreso de Divulgación de la Ciencia y la Técnica*, SOMEDICYT, Morelia, Michoacán, México, Noviembre de 1995.
- ◆ Bonfil. O. M., "¿La ciencia es cultura?", *Las dos culturas, Humanidades* núm. 135, Enero de 1997, pág. 3
- ◆ Borde, V. "Y...Turbera volverás a ser", *Mundo Científico*, España, núm. 184, Noviembre de 1997, pp. 920-922.

- ◆ Bravo, I. "Doñana. Ahora o nunca", *Mundo Científico*, España, núm. 192, Julio-Agosto de 1998, pp. 50-53.
- ◆ Bravo, I. "Recomendaciones científicas sobre Doñana", *Mundo Científico*, España, núm. 193, Septiembre de 1998, pp. 79-82
- ◆ Cabrera, G. L., P. E. Mendoza, H., V. Peña, F., C. Bonfil, S. & J. Soberón, M., "Evaluación de una plantación de encinos (*Quercus rugosa* NEE) en el Ajusco Medio, Distrito Federal", *Agrociencia*, México, vol. 32, núm. 2, Abril-Junio de 1998, pp. 149-156.
- ◆ Castro, E, *Lógica*, UNAM, México, 1975.
- ◆ Calvo, H. M., "Completando el círculo", *Chasqui*, núm. 43, Octubre de 1992, pp. 34-37
- ◆ Calvo, H. M., "El periodismo científico en España e Iberoamérica", *Infancia y Adolescencia en México*, INEGI, México, 1997.
- ◆ Club Primera Plana: Instituto de Investigaciones Bibliográficas de la Hemeroteca Nacional, El periodismo mexicano hoy. Memoria del primer seminario de periodismo, UNAM, México, 1990.
- ◆ Chacalo, H. A. & R. F. Nava, "Los árboles nativos e introducidos utilizados en la reforestación de la Ciudad de México", *Ciencia*, México, vol. 46, 1995, pp. 383-393
- ◆ Del Río, F., "El vulgo y la Ciencia", *Naturaleza*, México, vol. 14, núm. 5, Octubre de 1983, pp. 278-279
- ◆ Del Río, F., "La comunicación de la ciencia", *Ciencia*, México, núm. 33, 1982, pp. 73-84
- ◆ Equihua, Z. M. y G. B. Badillo, *Dinámica de las Comunidades Ecológicas*, México, Trillas, 1987.
- ◆ Estrada, L., "Introducción de la revista Naturaleza", *Naturaleza*, México, vol. 14, núm. 5, Octubre de 1983, pp. 273-274
- ◆ Estrada, L., "La Divulgación de la Ciencia", *Ciencias*, México, núm. 27, Julio de 1992, pp. 69-76
- ◆ Ezcurra, E., *De las Chinampas a la Megalópolis. El Medio Ambiente de la Cuenca de México*, México, Fondo de Cultura Económico (Colección La Ciencia desde México núm. 91), 1990.

- ◆ García, B. A., “La divulgación por escrito”, *Naturaleza*, México, vol. 14, núm. 5, Octubre de 1983, pp. 298-302
- ◆ González, V. C. E. “El Papel de la Reforestación en la Protección y Mejoramiento del Ambiente de las Zonas Urbanas”, *Revista Ciencia Forestal*, México, vol. 32, núm.6, Julio-Agosto de 1981, pp. 54-64
- ◆ Hobbs, R. J., y D.A. Norton, “Commentary Towards a Conceptual Framework for Restoration Ecology”, *Restoration Ecology*, Estados Unidos, vol. 4, núm. 2, Junio de 1996, pp. 93-110
- ◆ Holloway, M., “Nurturing Nature”, *Scientific American*, Abril de 1994, Vol. 270 Núm. 4 pp. 76-84.
- ◆ Kulhmann, F, *Información y Telecomunicaciones*, México, Fondo de Cultura Económico, (Colección La Ciencia desde México núm. 149), 1996.
- ◆ Likens, G.E, *Excellence in Ecology, 3: The Ecosystem Approach: Its Use and Abuse*, Ecology Institute, Oldendorf/Luhe, Germany, 1992
- ◆ Lindig, C. R. y C. Vázquez-Yanes, “Los ailes en la restauración ecológica. El planeta con grandes daños “, *Ciencia*, México, vol.48, núm.1, Marzo de 1997, pp. 42-50
- ◆ Lomnitz, C., “El teléfono descompuesto”, *Naturaleza*, México, vol. 14 núm. 5, Octubre de 1983, pp. 275-277
- ◆ López, B. C., “La creatividad en la divulgación de la ciencia”, *Naturaleza*, México, vol. 14 núm. 5, Octubre de 1983, pp. 291-297
- ◆ López, L. J, y P. Campos, P, “Renta y naturaleza en Doñana”, *Mundo Científico*, España, núm. 192, Julio-Agosto de 1998, pp. 54-55
- ◆ Martínez, R. E, “La restauración ecológica”, *Ciencias*, México, núm. 43, Julio-Septiembre de 1996, pp.56-61
- ◆ Miranda, S. J. L., “Divulgación profesional para la formación de una nueva cultura científica”, *Ciencia y Desarrollo*, México, vol. 21, núm. 125, Noviembre-Diciembre de 1995, pág. 9
- ◆ Padilla, G. H, *Glosario de Práctico de Términos Forestales*, Universidad Autónoma de Chapingo, México, pp. 83 y 211, 1987.

- ◆ Paladin, L y L. Pasinetti, "El arte de la divulgación. Viaje por los libros de divulgación para niños y jóvenes", *Oficio Editorial*, Libros de México, México, núm. 54, enero-marzo de 1999, pp. 19-30
- ◆ Parker, V.T, y S.T.A. Pickett, "Restoration as an ecosystem process: implications of the modern paradigm", en Urbanska, K. M, *Restoration Ecology and Sustainable Development*, Cambridge University Press, 1997, pp. 17-32.
- ◆ Pérez, Tamayo R., *Cómo acercarse a la ciencia*, CONACULTA, México, 1989.
- ◆ Pickett, S.T.A., J. Kolasa, J.J. Armesto y S.L. Collins, "The ecological concept of disturbance and its expression at various hierarchical levels", *Oikos*, 1989, núm. 54 pp. 129-136
- ◆ Piñeiro, D, "Los árboles del Valle de México", *Ciencia y Desarrollo*, México, vol. 18, núm. 108, Enero-Febrero de 1993, pp. 85-86
- ◆ Prenafeta, J. S., "Divulgando ciencia y técnica", *Chasqui*, núm. 43, Octubre de 1992, pp. 29-32
- ◆ Reynoso, H. E., *El museo de las ciencias: un apoyo a la enseñanza formal*, Tesis de Maestría, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, 2000, 199 pp.
- ◆ Ricklefs, R.E, *Ecology*, W.H. Freeman and Company, New York, pp. 3-7, 1990.
- ◆ Romero. Q.F, *La Política y la Administración Forestal en México*, Colegio de Postgraduados, México, 1992.
- ◆ Rykiel, E.J, "Towards a definition of ecological disturbance", *Australian Journal of Ecology*, núm.10, 1985, pp. 361-365
- ◆ Rzedowski, J., "Flora y Vegetación en la Cuenca del Valle de México" en: *Memoria de las obras de drenaje profundo en el Distrito Federal*, Vol.1, Departamento del Distrito Federal, Talleres Gráficos de la Nación, México, 1975, pp. 81-130
- ◆ Sabugal, F. P., "Divulgar, difundir, ¿disminuir?", *Información científica y tecnológica*, México, vol. 17, núm. 230, Noviembre de 1995, pp. 15-22
- ◆ Sánchez, M. A. M., "Tres desafíos para el divulgador", *Prenci*, Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, Febrero de 1990.
- ◆ Sánchez, M. A. M., *La divulgación de la ciencia como literatura*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México. 1998.

- ◆ Sanders, W.T, J.R. Parsons & R. S. Santley, *The Basin of Mexico: Ecological processes in the Evolution of a Civilization*, Academic Press. Nueva York. 1979.
- ◆ Smith, R.L., *Elements of Ecology*, 3ª edición, Harper Collins Publishers, USA, pp. 3-9, 156, 318, 319, 372, 1992.
- ◆ Snow, C. P., *The two cultures*, London Cambridge University Press, UK, 1978.
- ◆ Tapia, R., “Los científicos y sus secretos”, *Naturaleza*, México, vol. 14, núm. 5, Octubre de 1983, pp. 280-282
- ◆ Tappan, V. M. y A. Alboukrek, “El discurso de la divulgación científica”, *Ciencia* núm. 43, 1992, pp.273-278
- ◆ Tappan, V. M., “La divulgación de la ciencia un problema de homogeneización”, *III Diplomado de Divulgación de la Ciencia*, Gabinete de Medios Escritos, Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, UNAM, México, 1997, pp: 1-8
- ◆ Urbanska, K. M., N. R. Webb, y P. J. Edwards, “Why restoration?”, en Urbanska, K. M, *Restoration Ecology and Sustainable Development*, Cambridge University Press, U.K., 1997, pp. 3-7
- ◆ Vázquez-Yanes, C. y A. I. Batis, “La restauración de la vegetación, árboles exóticos vs. árboles nativos”, *Ciencias*, México, núm. 43, Julio-Septiembre de 1996, pp. 16-23
- ◆ Vázquez-Yanes, C. y V. Cervantes, “Reforestación con árboles nativos”, *Ciencia y Desarrollo*. México, vol. 19, núm. 113, Noviembre-Diciembre de 1993, pp. 52-58
- ◆ Vázquez-Yanes. C, “Qué verde era nuestro valle”, *Revista de la Universidad de México*, UNAM, México, 1997 pp. 41-43
- ◆ Villee, C. A y otros, *Zoología*, Interamericana, México, 1987.
- ◆ www.semarnap.gob.mx 07-05-2000
- ◆ www.semarnap.gob.mx 28-04-2000
- ◆ Wyant, J.G., R.A. Meganck, & S.H.Ham, “A Planning Decision-Making Framework for Ecological Restoration”, *Environmental Management*, vol. 19, núm.6, 1995, pp 789-796
- ◆ Yriart, M. F., “La divulgación de las ciencias como problema comunicacional”, *Arbor*, España, Junio-Julio de 1990, pp: 163-176
- ◆ Zamarrón, G. M. G., “La ciencia por televisión”, *Naturaleza*, México, vol. 14, num. 5, Octubre de 1983, pp. 303-307

- ♦ Zamarrón, G. M. G., "Qué significa hacer divulgación de la ciencia", *Ciencia y Desarrollo*, México, vol. 21, núm. 125, Noviembre-Diciembre de 1995, pp. 10-12

VIII. APÉNDICES

APÉNDICE 1. RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN SOBRE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.

Revista Ciencia y Desarrollo

La revista Ciencia y Desarrollo es una publicación bimestral del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Está dirigida a la comunidad del CONACYT, así como a público en general que posea nivel universitario o un nivel de cultura científica acorde para comprender y disfrutar de los artículos que ahí se publican.

◆ “Restauración Ecológica: el caso del Ajusco Medio”. (Bonfil, S. C., *et al.* 1997).

El artículo trata sobre la restauración ecológica en el parque del Ajusco, donde menciona que “restauración ecológica es el conjunto de actividades cuyo objetivo final es reconstruir un ecosistema que ha sufrido alguna perturbación importante, derivada de actividades humanas, de tal forma que su composición y funcionamiento sean similares a los del sistema original. Las modalidades de restauración están ligadas a lo que la sociedad desea o está dispuesta a invertir. Se deben considerar los procesos de sucesión, para tener un manejo adecuado de ellos, se debe tener un conocimiento mínimo del ecosistema mínimo del ecosistema por restaurar.

Los objetivos para la restauración del parque ecológico del Ajusco Medio fueron: a) promover el establecimiento de una comunidad vegetal que presente el antecedente sucesional directo de la que existía antes de la perturbación y permita reintroducir en el mediano plazo los elementos florísticos y faunísticos particulares de la zona, y b) implantar un programa de educación ambiental para formar conciencia en la población local sobre la importancia de rescatar y mantener el ecosistema”.

Es un artículo comprensible, sin embargo de poco alcance, ya que una gran parte de la población no acostumbra leer este tipo de revistas. El lenguaje del artículo es accesible, el título es muy atractivo pero al comenzar a leer, el lector espera que se mencione cuál es la problemática y en lugar de eso se da una cátedra completa de la restauración ecológica en general y sólo en una pequeña parte del final se describe

parcialmente la situación del parque ecológico del Ajusco Medio. Hubiese sido mejor que los autores presentaran un bosquejo general de las problemáticas que presenta el Ajusco Medio y posteriormente qué es la restauración ecológica y cómo fue empleada en su proyecto de manera más puntal.

Revista Ciencia

La revista Ciencia es una publicación mensual de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC). Está dirigida a personas que poseen un grado universitario, licenciatura como mínimo. Es una revista de divulgación para profesionistas de diversas áreas científicas, por lo que el lenguaje y el nivel son propios para el público al que se dirige.

- ♦ “Los ailes en la restauración ecológica”. Lindig, C. R y C. Vázquez-Yanes. 1997.

En el artículo se mencionan las posibles utilidades que presentan los ailes en restauración: “Se reconocen dos tipos de restauración: a) ecológica, que sigue el principio de restablecer las comunidades vegetales y animales nativas de un área en particular y b) política cuyo fin es educación y propaganda”.

Las plantas utilizadas en la restauración deberán poder crecer en suelos empobrecidos, tener altas tasas de crecimiento, ser de fácil propagación, establecer elementos nativos de flora y fauna y no tornarse malezas. Los ailes cumplen con las características antes mencionadas y ello los hace especies potenciales para proyectos de restauración y reforestación”.

Es un artículo interesante, escrito de manera ágil que presenta una concepción muy particular sobre los tipos de restauración que plantean los autores y a la vez muestra la potencialidad que poseen los ailes para futuros proyectos de restauración y reforestación.

Revista Ciencias

La revista Ciencias es una publicación trimestral de la Facultad de Ciencias, UNAM. Aunque en su título se mencione que es una revista de difusión, es posible considerarla más de divulgación ya que el público al que se dirige no está restringido al área

científica como sucede en las publicaciones especializadas como *Biotropica* o *Journal of Ecology*. El lenguaje es accesible a un público que posea cierta cultura científica o tenga una educación media-superior.

◆ “La restauración ecológica”. Martínez, R.E. 1996.

“La sucesión ecológica es el marco conceptual en el cual se basa la restauración ecológica, los ecosistemas llevan a cabo por sí mismos eventos de recuperación que son parte de un proceso de sucesión; el conocimiento de la restauración permite establecer diferentes enfoques para realizar una restauración exitosa. Los sistemas naturales son dinámicos tanto en tiempo como en espacio. Los disturbios desempeñan un papel importante al frenar o acelerar la sucesión.

La restauración ecológica no sólo es una técnica de recuperación de comunidades naturales, sino también un método de investigación básica en ecología; la restauración ecológica permite generar nuevos conocimientos y plantear hipótesis.

Respecto a las políticas ambientales, permite el establecimiento de reservas y la rehabilitación de zonas de importancia ecológica, como las áreas de gran biodiversidad o recarga de mantos acuíferos. La restauración ecológica puede ser un proceso caro o barato dependiendo del objetivo que se pretenda alcanzar”.

Es un artículo bastante complejo pero muy completo, cuenta con una enorme cantidad de términos, mismos que explica de manera clara, hasta cierto punto. Es un tema que tiene demasiadas bases teóricas, mismas que no pueden darse por sentadas, por lo que, por momentos el artículo puede parecer tedioso.

◆ “La restauración de la vegetación, árboles exóticos vs. árboles nativos”. Vázquez-Yanes, C. & A.I. Batis. 1996.

En este artículo se menciona que “con la restauración ecológica se intenta detener el proceso de deterioro del suelo, por medio del establecimiento de una nueva cobertura vegetal, y si es necesario, por medio de la realización de obras de ingeniería ambiental que modifiquen algunos de los agentes circundantes alterados que estén generando daños.

Entre las especies exóticas ampliamente propagadas en México se encuentran el eucalipto y la casuarina, los cuales no son útiles como elementos para la restauración ecológica, pues ejercen un efecto negativo en el medio, que restringe el establecimiento de otras plantas. Los bosques de especies exóticas se vuelven *desiertos verdes* que no permiten el establecimiento de especies locales de plantas y animales.

Un punto importante es la domesticación de árboles nativos, la domesticación es la adopción de plantas en la naturaleza con propósitos específicos o múltiples, su manejo y propagación controlada y el mejoramiento de sus propiedades valiosas. La domesticación de plantas multipropósito trae como beneficios a las comunidades rurales.

La conjunción del conocimiento en cuanto a especies, a domesticación y la biotecnología vegetal hacen más completa la información que se requiere para llevar a cabo una buena restauración ecológica. México tiene todo lo que se requiere para iniciar un programa a gran escala de adopción de especies nativas para la restauración”.

El lenguaje y el manejo de la información son más propios para alumnos de semestres avanzados de la carrera de Biología, ya que se manejan conceptos que un alumno de los primeros semestres puede comprender intuitivamente y por lo anterior no obtiene más de los artículos; en cambio un alumno con los conocimientos básicos del tema puede obtener una información más enriquecedora y que complemente su propia formación.

Revista Mundo Científico

La revista Mundo Científico es una traducción de la revista francesa de divulgación *La Recherche*, es la edición española. Es una publicación bimestral donde se presentan artículos de divulgación, mismos que están dirigidos al público en general. Sin embargo en ocasiones el nivel del lenguaje es bastante elevado.

- ◆ “Doñana: Ahora o nunca”. Bravo, I. 1998.
- ◆ “Renta y naturaleza en Doñana”. López, L. J. & P. Campos. 1998.
- ◆ “Recomendaciones científicas sobre Doñana”. Bravo, I. 1998.

Los artículos citados tratan sobre un problema que se presentó en España: “el 25 de Abril de 1998 se produjo un accidente en el parque Doñana, España; dicho accidente consistió en el derramamiento de lodos tóxicos al romperse una presa, en los artículos se manejan los aspectos económicos, costos del desastre y de su reparación política – posición gubernamental-, social-personas afectadas-, ecológico –daño a las especies protegidas por el parque- y las posibles soluciones.

En este accidente la actuación de los científicos se vio limitada por prejuicios económicos y logísticos, aún cuando las soluciones propuestas aseguraban una mayor efectividad en la recuperación de la zona dañada”. Tienen relación indirecta con el tema de la restauración, por las medidas que se llevaron a cabo para recuperar el parque.

- ♦ “Y...turbera volverás a ser. El arte y la manera de hacer que un ecosistema sobreexplotado renazca” Borde, V. 1997.

Las turberas son ecosistemas complejos, la vegetación está dominada por musgos, los cuales crecen más rápido de lo que se descomponen, la turba es un resto vegetal que queda en los residuos musgosos que acumulan agua. La turba sirve como abono agrícola, pero su obtención altera el medio de varias maneras. Un grupo de estudio decidió restaurar las turberas del sur de Canadá, para ello fue necesario estudiar el ecosistema, el daño que había sufrido y su posible recuperación. Una de las partes medulares del ecosistema es la riqueza microbiológica, ya que la interacción de esta con la vegetación facilita las relaciones ecológicas y por lo tanto la restauración del ecosistema. Algunos de los bioindicadores más confiables que se hallaron en este ecosistema fueron los pájaros y los artrópodos: una comunidad de aves refleja las características más sutiles de un hábitat, a veces difíciles y costosas de medir.

Los artículos aquí publicados son artículos que pueden ser comprendidos por un público con una educación de media a media superior. Desafortunadamente es una publicación que presenta artículos con información de lo que ocurre en Europa, principalmente en Francia y España, como los artículos que hablan sobre el

incidente en Doñana. España, lo que puede generar una falta de identificación en el público mexicano con la información publicada. Es decir el público aficionado a leer este tipo de revistas probablemente no leen la información con gran interés dado que no se identifica plenamente con lo ocurrido en esos países, o con el caso particular de Doñana. Los artículos consultados son accesibles, incluso el que habla sobre las turberas, si bien es un tema de ecología que en muchas ocasiones contiene conceptos e información que pudieran considerarse de difícil acceso, la autora los maneja adecuadamente para integrarlos en un artículo de fácil acceso y comprensión.

Revista Scientific American

La revista Scientific American, es una revista de divulgación de alto nivel, ya que el lenguaje y el público al que se encuentra dirigida es un público más restringido, que posee un cierto nivel de cultura científica para poder comprender los temas que aborda.

◆ “Nurturing nature”. Holloway, M. 1994.

La restauración ecológica ha cobrado gran interés, los ambientalistas, oficiales gubernamentales y empresarios perciben a la restauración ecológica como una manera de hacer algo por los daños ecológicos y como una compensación por el desarrollo. A pesar de que la restauración tiene una gran aceptación, también causa una gran controversia. Por ejemplo, si los científicos deciden regresar un ambiente a su estado “natural”, ellos necesitan un completo entendimiento de éste, así como de los cambios ecológicos y de cómo el hombre encaja en él.

Algunos biólogos consideran que si las personas creen que la naturaleza puede reconstruirse no se preocuparán por evitar más pérdidas de bosques y de otros ecosistemas. Otros investigadores ven en la restauración la única alternativa viable para que la sociedad pueda responder a los daños irreversibles en el ambiente. Una buena restauración incluye mucha información sobre el suelo, microbios, botánica, hidrología y ecología de poblaciones, por mencionar sólo algunos aspectos.

Aún existe una gran cantidad de esnobismo de quienes trabajan en proyectos de ecología ecosistémica (con ecosistemas “completos”) hacia quienes trabajan con fragmentos de ecosistemas, pero se deben tomar en cuenta ambos para realizar un buen trabajo”.

En particular el artículo consultado es un mosaico de diversas perspectivas sobre un mismo tema, resulta algo complejo y cansado de leer par alguien no relacionado con el tema, presenta varios recuadros que bien podrían emplearse para hacer varios artículos de divulgación pequeños. Es un artículo bastante complejo, con una gran carga de información.

APÉNDICE 2. ENTREVISTAS A INVESTIGADORES RELACIONADOS CON TRABAJOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y BOSQUES DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Dr. Carlos Vázquez-Yanes (4 de Diciembre de 1998). El doctor Vázquez fue investigador del Instituto de Ecología de la UNAM. La línea de investigación del doctor estaba relacionada con germinación de semillas y como una línea alternativa inició proyectos de investigación sobre especies de plantas útiles para la restauración ecológica y la reforestación.

Él consideraba que para la restauración es necesario conocer más sobre la vegetación, conocer las plantas, cuáles son sus propiedades, para así saber cuáles pueden ser útiles para los proyectos de restauración ecológica. “Aún nos falta mucho por conocer. Se requiere de inventarios, biografías de árboles, entre otras cosas” comentó. Una de las aportaciones sobre las plantas útiles para la restauración es la investigación sobre el aile, realizada conjuntamente con Roberto Lindig. El aile es una planta con mucho potencial tanto para restauración como para reforestación.

“Otro punto importante es determinar el propósito de la restauración, ya que esto es lo que va a definir el trabajo a realizar; si lo que se requiere es restaurar un área protegida, se deben utilizar plantas nativas, pero si lo que se requiere es reforestar las áreas verdes de la ciudad se pueden usar plantas no nativas”.

Su experiencia en cuanto a restauración ecológica se limitó a las conferencias que se imparten en el curso de Restauración Ecológica efectuado por el Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA). De estas experiencias observó que existe un gran interés y mucha receptividad por parte de los asistentes, aunque no se sabe con certeza si apliquen los conocimientos y la información transmitida.

En lo referente a divulgación de la restauración su opinión fue: “creo que es un tema que le puede llegar al gran público; es importante divulgar cuáles eran las condiciones ambientales del Valle de México, para que la gente aprecie mejor el trabajo de la restauración y se den cuenta cuanto mejorarían, además del aspecto estético del Valle”.

Dr. Victor L. Barradas (4 de diciembre de 1998). El doctor Barradas es investigador del Instituto de Ecología de la UNAM, dedica parte de sus investigaciones a los bosques y áreas verdes de la ciudad, principalmente a parques urbanos, dentro de esta área ha realizado varios estudios, algunos de ellos muestran el potencial que los árboles tienen no sólo como generadores de oxígeno, sino como purificadores del aire y controladores de los microclimas de la ciudad.

“Me parece importante determinar quiénes somos los usuarios del bosque; aún cuando no seamos asiduos visitantes, en realidad todos los que vivimos en esta ciudad somos usuarios de los bosques y de las áreas verdes”. Su opinión tiene como bases que los bosques nos proporcionan diversos beneficios. “Creo que los bosques aledaños tienen la desgracia de tener en medio a la Ciudad de México y definitivamente, toda la cantidad de contaminantes que la ciudad produce provocan daños a los bosques. Los bosques aledaños pueden tener importancia dentro del sistema ciudad-área rural, el cual es dinámico; hay un intercambio bastante grande entre la ciudad y todos sus alrededores. La problemática que está envolviendo tanto a las áreas verdes como a los bosques es muy compleja, existe todo un problema cultural que involucra cuestiones políticas y culturales, no sólo se trata de restauración; quizás aquí una solución sea divulgar para conocer, porque una vez conociendo, tú sabes lo que haces.

“Pero un gran problema que tienen las áreas verdes aquí y en China . y en cualquier lado, es la presión, porque han sido desplazadas por los hábitats que nosotros estamos imponiendo y no nos detenemos a pensar si estamos haciendo bien o mal, simple y sencillamente se trata de mi bienestar y vamos desplazando o haciendo cosas extrañas en el hábitat de muchas especies que viven en las áreas verdes o aledañas”.

Entre los motivos por los que se debe conservar un parque urbano se encuentran la siguientes: tiene un efecto benigno en el clima urbano, son como hoyos negros de la precipitación, que lo que hacen es absorber agua y alimentar el subsuelo; y la problemática del agua en México es bastante grande. Entre las razones físicas se encuentran que son grandes filtros de aire porque quitan el polvo

y el ozono del aire lo que da como resultado un aire más limpio. Entre las biológicas está su función como refugio de la biodiversidad, principalmente para las especies endémicas. Desde el punto de vista de la conservación es necesario conservar las áreas verdes por ser refugio de estas especies. Desde un punto de vista de la arquitectura del paisaje las áreas verdes se deben conservar por cuestiones estéticas y desde la perspectiva psicológica se deben conservar porque rompen con el paisaje rutinario.

“Una razón importante de la conservación de las áreas verdes es la contaminación atmosférica. Por ejemplo no estaríamos en contingencia ambiental si tuviéramos una dotación adecuada de áreas verdes. Otro problema es que un área verde urbana no necesariamente tiene que tener plantas originales o nativas, porque entonces tendríamos un grave problema si sólo ponemos plantas nativas, a lo mejor éstas no crecen rápido o necesitan muchos cuidados. En la ciudad, por su característica propia, necesitamos plantas exóticas, que crezcan rápido y quizás den protección a las nativas. Aquí entra una cuestión es necesario estudiar a las plantas que nos serían útiles aún cuando fueran exóticas. Yo me dedico más a las áreas verdes que a los bosques, no dedico todo mi tiempo pero sí una parte, y lo hago porque me gustan. Las áreas aledañas son un poco más caóticas, los bosques que se encuentran dentro y fuera de la ciudad son diferentes ecosistemas; para restaurar es necesario conocer los funcionamientos de los ecosistemas”.

En cuanto a la divulgación, el doctor opinó lo siguiente: “a mí me encanta la divulgación, pero creo que es difícil para un científico que está en un determinado nivel de abstracción bajar de ese nivel; además que se debe tener gracia para divulgar. Por otra parte me es difícil determinar un público, porque la información sería dirigida a una determinada elite y eso sesgaría la comunicación de la información”.

Dra. Consuelo Bonfil Sanders (10 de diciembre de 1998). La doctora Bonfil se ha dedicado a cuestiones de restauración ecológica en el Ajusco Medio, fue quien llevó a cabo la restauración de una parte del parque como parte de su proyecto de doctorado.

“Lo de por qué es importante restaurar forma parte de reconocer que los ecosistemas naturales tienen un cierto valor, que brindan una serie de servicios ambientales a la sociedad. Si tú tienes un área disponible, que sufrió alguna perturbación, en este caso una perturbación humana y esa zona tiene algún valor por el cual la quieras proteger, pues el mejor uso que se le puede dar es tratar de recuperar el ecosistema original, y éste es el planteamiento que está detrás de cualquier proyecto de restauración ecológica: tratar de revertir el daño y de regresar a la condición más natural posible. Dependiendo de qué tan intenso hay sido el daño y de qué tipo de ecosistema fue el que se perturbó, puedes tener mayor o menor éxito: copiar a la naturaleza al 100% es imposible, más bien es como empatarte con un proceso de sucesión natural. O sea, está transcurriendo la sucesión natural y tu estás empujando hacia delante, o canalizando o dándole una dirección y tratando de modificar también su velocidad, pues ése fue el objetivo.

Respecto al Parque del Ajusco Medio: “la zona fue decretada, más que nada, porque se están perdiendo zonas naturales, esto contribuye a que se abatan los mantos acuíferos de los cuales se abastece la ciudad. Realmente el fin fue muy pragmático, muy utilitarista, finalmente decidieron dejar áreas sin construir o sin perturbar fuertemente, sobre todo aquellas que actúan como esponjas, es decir donde llueve mucho y donde las características del suelo permiten que se recarguen los mantos acuíferos; yo creo que la decretaron fundamentalmente por eso.

El daño estaba en una extensión bastante grande del parque; nosotros empezamos desde estudiar qué había, empezar a manejar algunas especies, no todas, para tratar de reintroducir. En eso fue en lo que consistió básicamente el proyecto”.

En cuanto a la divulgación opinó: “yo creo que la necesidad de comunicar siempre existe. Dependiendo del trabajo le das diferentes prioridades, aquí siempre se hizo énfasis en la educación ambiental, y realmente el sector con el que se logró tener una relación, más sostenida y un poco mejor fue con los niños de las escuelas primarias, que fue con los que se trabajó. El problema con la comunicación también es que se necesitan recursos materiales y humanos, por ejemplo, en nuestro caso primero se empezó a trabajar con un conjunto de escuelas bastante grande y al final se trabajó sólo con cinco escuelas.

Otro sector con el que se intentó establecer contacto fue con las comunidades, pero en este caso fue difícil porque se les expropió un área, y esa área ellos hubieran preferido que no se les expropiara, porque tiene valor como zona habitacional. Con la población cercana se hicieron algunos ciclos de conferencias y talleres, pero fue inconstante, porque la organización de estos eventos dependía de la delegación. Otro sector con el que se mantuvo contacto fue con el académico, se dieron pláticas en la Facultad de Ciencias”.

M. en C. Pedro Eloy Mendoza (14 de diciembre de 1998). El maestro Mendoza es docente de la Facultad de Ciencias de la UNAM y ha trabajado en proyectos de restauración ecológica; ha impartido la cátedra de Restauración Ecológica en la Facultad.

"La problemática ambiental de nuestro país en los últimos años ha sido un foco rojo que ha alertado a los dirigentes, investigadores y público en general sobre los riesgos del deterioro de la naturaleza. Las grandes sequías, los incendios, la tala clandestina e inmoderada, la erosión, la contaminación atmosférica, entre otros problemas son las calamidades más conocidas que atañen hoy día.

Hasta hace tres décadas, la reforestación había sido el caballo de batalla para contrarrestar, en lo posible, a tales males ambientales. En el año de 1998, después de los incendios salió a la luz pública un término: restauración.

La restauración ecológica, y más ampliamente la restauración ambiental, es una rama del conocimiento biológico que busca revertir los daños ocasionados a los ecosistemas, provocados por el hombre o los fenómenos naturales y recuperar las condiciones iniciales de los sistemas biológicos. Restaurar significa recuperar las condiciones iniciales de los sistemas biológicos, que se perdieron por los disturbios.

Este concepto de restauración no es el que se ha transmitido a través de los medios, por el contrario, la restauración parece igual a la antigua y mal llevada reforestación. Restaurar un bosque no sólo requiere de plantar árboles, también requiere de conocer los demás integrantes del sistema, conocer su estado de afectación, sus interacciones bióticas y las condiciones del medio abiótico.

La restauración ecológica es realmente una rama del conocimiento nueva; en el mundo existen pocos proyectos que desde su inicio se hayan planteado como metas la restauración del medio ambiente. La restauración puede ser una idea utópica y costosa, ya que en ocasiones es tal el deterioro del medio que regresarlo a sus condiciones iniciales sería una locura; sería como pedir restaurar el sistema de lagos de la cuenca del Valle de México.

El compromiso de los investigadores que trabajan en la restauración ambiental tiene, como se mencionó, una parte utópica, una parte de urgencia (por la velocidad con que transformamos el medio), y una parte de realidad, por la enorme oportunidad que se tiene de poner a prueba varias teorías científicas en las áreas de ecología, edafología, fisiología, demografía, conservación, manejo, legislación, sociología y política. La realidad de la restauración, sin embargo, requiere de varias condiciones mínimas:

- ❖ Tener áreas de los sistemas ecológicos en buen estado para tomarlos como sitios de referencia para la dirección de la restauración.
- ❖ Decidir a qué nivel de organización biológica se aplicará la restauración.
- ❖ Definir con claridad el tipo de restauración que se aplicará según el grado de alteración del medio.
- ❖ Plantear los objetivos y metas de la restauración por etapas.
- ❖ Publicar los resultados.
- ❖ Replantear los objetivos después de los primeros estudios.

El conocimiento y por ende el manejo de los procesos ecológicos como la sucesión vegetal, la sucesión animal, la facilitación, los micrositios, las islas de nucleación, la germinación, el establecimiento, las interacciones bióticas, los grupos funcionales, el manejo de los disturbios, la incorporación de nutrientes, etc. Serán, todos ellos, elementos clave para el éxito de la restauración en el ámbito científico.

En el ámbito no formal, ¿qué será necesario para que la restauración se conozca adecuadamente?. Será necesario publicar los principios básicos de la restauración, publicar varios ejemplos concretos y claros sobre restauración. Publicar de qué manera, procesos como los antes mencionados resultan importantes para la restauración. tratar de resaltar la importancia de áreas no biológicas en el