

Flora ficológica de México: concepciones y estrategias para la integración de una flora ficológica nacional

JORGE GONZÁLEZ-GONZÁLEZ

Introducción

El propósito de este trabajo es proporcionar los elementos históricos, contextuales, conceptuales y metodológicos para elaborar una estrategia que permita la integración de una flora ficológica nacional. Además, en cuanto a su estructura, contenido y orientación, pretende reunir la información necesaria para analizar el desarrollo de la ficología en México, así como los problemas relacionados con ella que llevaron a cuestionar los conceptos y los métodos de la ficoflorística, y finalmente a conformar la estrategia de integración que se propone. Lo anterior no sólo con el fin de familiarizar a estudiantes e investigadores con la problemática de las algas como objeto de estudio y con los diferentes aspectos teórico-metodológicos de la ficoflorística, sino fundamentalmente para analizar la propuesta y evaluar los resultados de un proyecto colectivo, con planteamientos innovadores, que persigue la solución de los problemas relacionados con la ficología en el país. Este artículo resume más de veinte años de trabajo personal, de los cuales, los últimos quince, me he visto estimulado, y también presionado, por un envidiable equipo que comparte conmigo el mismo afán, el mismo dolor y quizá hasta mi obstinación. He incorporado, a manera de informe, algunos elementos que tienen por objeto presentar, analizar y evaluar los avances y los resultados del proyecto general de investigación del La-

boratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Aunque es imposible dar a conocer todos los resultados, y más aún el esfuerzo compartido; espero haber logrado comunicar las muchas posibilidades y perspectivas que ofrece este proyecto. Es mi intención, asimismo, poner al servicio de ficólogos y formadores de ficólogos, de biólogos y formadores de biólogos, y de científicos en general, una herramienta fundamental de trabajo, una teoría general del conocimiento de la biología, aplicada al desarrollo de un proyecto global de investigación y a la elaboración de una concepción pertinente de la flora, tomando a las algas como objeto de estudio. Dicha teoría del conocimiento es la Teoría de los Procesos Alterados, esta concepción es la Fico-Flora Dinámica (FFD) y el proyecto de investigación

es el programa Flora Ficológica de México.

La teoría de los procesos alterados

A continuación presento una síntesis de los fundamentos ontológicos, metodológicos y epistemológicos para el estudio de los seres vivos y, en particular, de las algas en los que he sustentado la Teoría de los Procesos Alterados (TPA) (González-González, 1991). Analizo, asimismo, sus repercusiones en la práctica biológica y específicamente en la ficoflorística. La TPA es una visión general del mundo; es una alternativa que cuestiona las ideas y los mitos en los que se basa la visión científica (objetiva, neutral y universal) actualmente dominante. La concibo como una forma de aproximación a la naturaleza, que reconoce y se mueve en el ámbito de



Plocamium cartilagineum (L.) Dixon subsp. *pacificum*

Jorge González-González: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM

interacción de la biología con la filosofía y la ideología, y como una herramienta teórico-metodológica para abordar el estudio integral de los seres vivos. (Figura 1.)

En la TPA se define la noción de potencialidad como la posibilidad de expresión total de la naturaleza; como una interacción e integración de lo inmanente con lo emergente. Se considera lo inmanente como la capacidad de respuesta a una crisis y lo emergente como la respuesta misma; es decir, la capacidad de respuesta es inmanente pero se modifica con la emergencia de distintas cualidades. Las cualidades emergentes acumulan e incrementan las capacidades potenciales inmanentes en los diferentes niveles de organización de la materia. Ésta es para mí, desde el punto de vista ontológico, si no la única, la auténtica aproximación dialéctica y procesual al problema epistemológico fundamental de las ciencias, que surge al tratar de explicar la unicidad y totalidad de lo diverso a la vez que la diversidad de lo único y total.

En esta teoría se sostiene que la biología, como cualquier otra ciencia, es una actividad humana, con una función social, que busca a través de su praxis, trascender otras disciplinas e incidir en la cultura científica. Se le reconoce como un conjunto heterogéneo de intenciones, conocimientos, razonamientos y metodologías, que plantea diversas propuestas de ordenamiento del conocimiento biológico a partir de distintas concepciones. Se podría

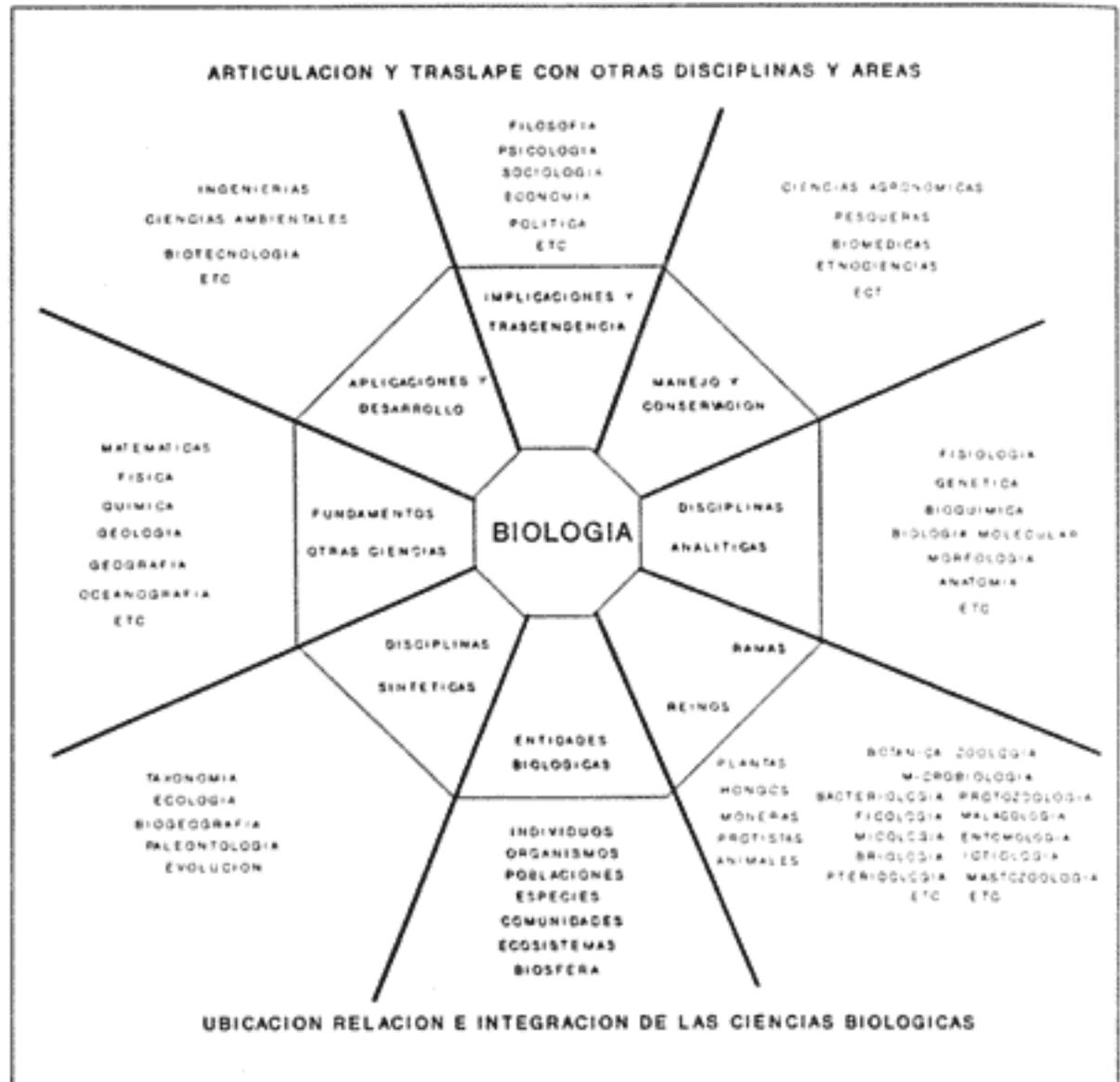


Figura 2.

decir incluso que no hay una sola biología, que hay muchas biologías, de acuerdo con la amplitud y complejidad de sus metas, objetos y métodos de estudio. (Fi-

gura 2) Es por esto que la TPA plantea la búsqueda de una biología integral, que tome en cuenta la autoperpetuación como cualidad inherente y punto de referencia de las características inmanentes y emergentes de los seres vivos (como objeto de estudio); que permita definir y delimitar su ámbito y dominio específico de conocimiento; que desarrolle y refleje sus propios criterios de científicidad, y que integre, coherente y consistentemente, la praxis biológica en la investigación y la enseñanza.

La TPA sostiene que las teorías y disciplinas biológicas con orientación holística y orgánica nada tienen que ver con las exigencias de falseabilidad y predictibilidad para dar validez a las teorías científicas, ya que con este criterio de censura (método de refutación y conocimiento objetivo), estarían descalificadas por las características propias de su objeto de estudio y por sus métodos teóricos y empíricos. Se contempla a la biología, en un ámbito de interacción de modelos teóricos e integración del conocimiento, desde los tres enfoques o tendencias más importantes en la ciencia, a saber, la tendencia

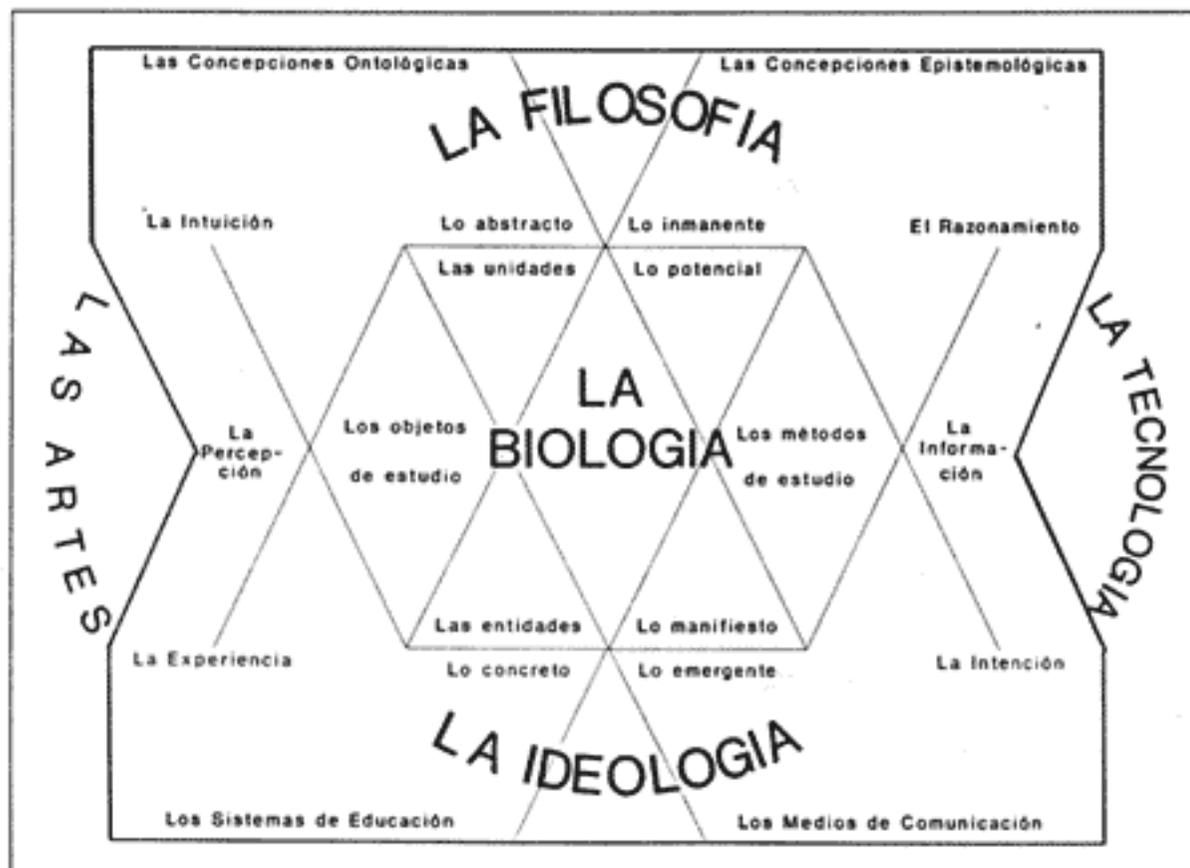


Figura 1.

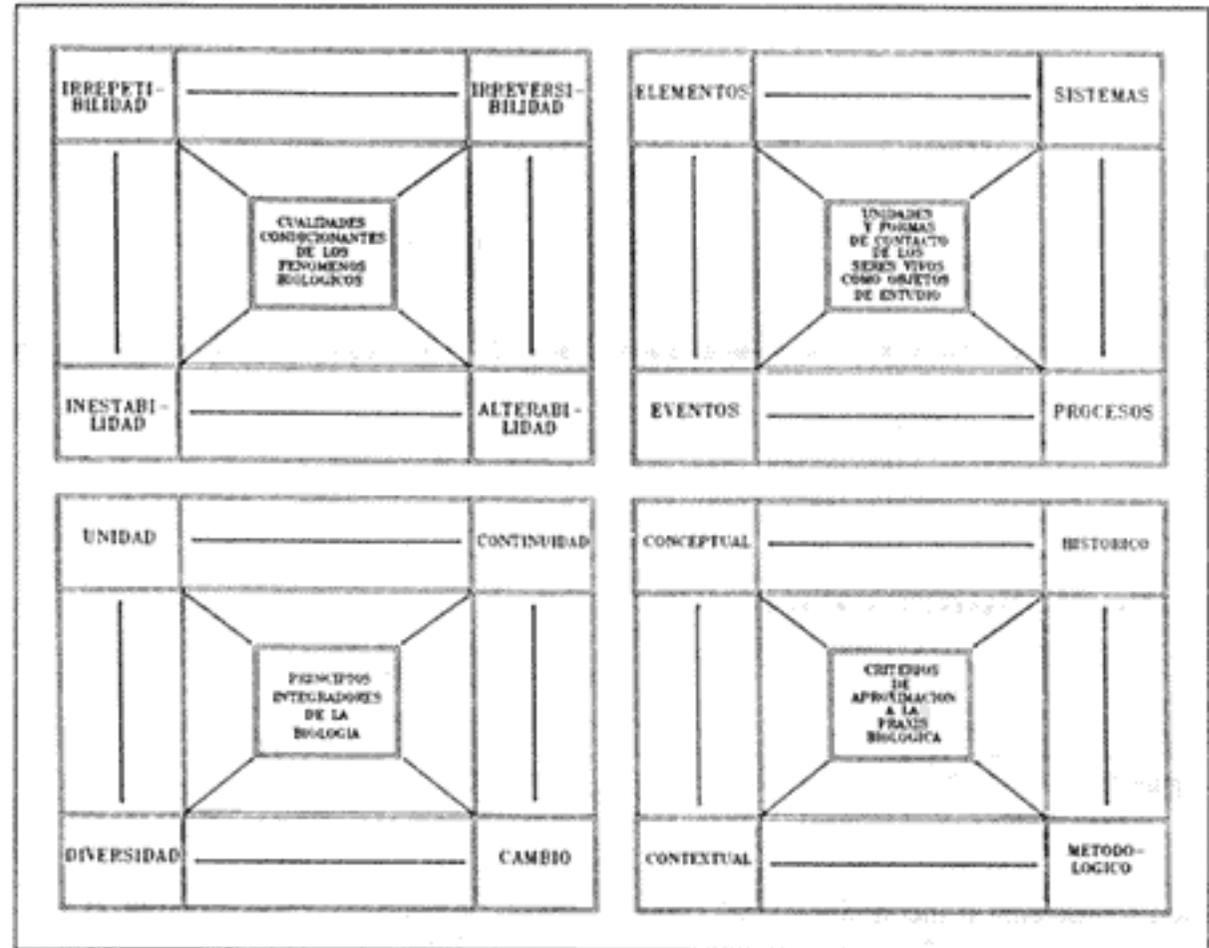
analítico-reduccionista, la sistémico-holística y la procesual-integrativa. (Figura 3.)

A continuación bosquejo los fundamentos ontológicos, metodológicos y epistemológicos de la TPA.

A. Fundamentos ontológicos. Son los elementos para una integración consciente y coherente de la ontología, la epistemología y la praxis. Se plantea que las infinitas posibilidades de expresión ontológica se dan por las mismas propiedades de cambio de la materia (entidad, fenómeno, etc.), es decir, que los seres vivos son manifestaciones de una forma compleja de organización de la materia y la energía y, como tal, poseen la capacidad de expresarse de maneras distintas en su devenir espacio-temporal a través de sus cualidades de alterarse, alterar y ser alterados. Estos procesos de alteración en la naturaleza ocurren en tres niveles distintos:

Nivel I: Procesos intrínsecos de cambio o procesos de autodesarrollo (alteración desde el interior). Este primer nivel de alteración consiste en la capacidad intrínseca de cambio inherente a todo ser vivo. Todo "individuo" tiene unidad y continuidad en sí mismo (identidad), así como un proceso de manifestación diferencial (alteridad) en el transcurso de su existencia. Dicha relación identidad-alteridad se manifiesta en su proceso de desarrollo ontogenético, a través del cual el individuo mantiene la unidad y la cohesión de sus elementos constitutivos además de una regularidad y constancia en la relación, interacción e integración de sus partes. Esto se debe a la identidad genética entre las diferentes etapas de su desarrollo que, a su vez, va cambiando debido a las distintas manifestaciones fenéticas diferenciales de cada etapa. Este primer elemento causal de alteración de los procesos aporta cierto componente determinista, porque toda entidad tiene una expresión de origen y una historia que se traduce en una tendencia inercial de su desarrollo. Sin embargo, esta capacidad intrínseca de cambio no es un destino, sino una manifestación de su capacidad de alteridad, vinculada a su capacidad de respuesta (apócrisis) (Figura 4A).

Nivel II: Procesos extrínsecos de transformación, de alteración circunstancial o de coincidencia e interacción transformadora (proceso transformado). Un proceso transformado es la entidad en movimiento, es el devenir de un ser en sus circunstancias; es el proceso resultante del cambio intrínseco de la entidad, los cam-



Tendencias en la praxis biológica	Tipo de unidades como objeto de estudio	Metodología general	Relación disciplinaria
Análítico reduccionista	Entidades y eventos como elementos ajenos a su historia y circunstancias	Análisis reduccionista y síntesis mecanicista	Yuxtadisciplinaria
Sistémico holística	Relaciones de elementos y eventos como sistemas	Análisis expansionista y síntesis holística	multidisciplinaria
Procesual integrativa	Entidades, eventos, sus relaciones y su devenir como procesos	Análisis integral y síntesis confrontativa	Interdisciplinaria

Figura 3.

bios producidos por la interacción con otras entidades y los cambios del entorno. Esta segunda causa de alteración aporta un cierto componente aleatorio, ya que la entidad se ve alterada, directa o indirectamente, por la existencia coincidente de otras entidades a las que altera y por las que es alterada. Un proceso transformado es, entonces, un devenir colectivo, un devenir de devenires. Es decir, este segundo nivel de alteración se produce debido a la interacción de los diferentes procesos que tienen lugar en la naturaleza. Un individuo se manifiesta fenotípicamente de manera distinta, en función de las condiciones de su entorno, constituido por otros individuos semejantes o diferentes a él, y en función de las condiciones ambientales. Esta segunda alteración es un

proceso recíproco, porque un individuo, a la vez que es modificado por la presencia de otros y por las condiciones ambientales, modifica también al entorno con su presencia. (Figura 4B).

Las dos alteraciones que se han mencionado, se presentan en todos los seres vivos de manera interna y externa, simultánea y continua, lo que constituye una procesión de eventos muy compleja que hace necesario el siguiente nivel.

Nivel III: Procesos de alteración del conocimiento o tercer nivel de alteridad de los procesos. Es la transformación de la entidad real en unidad de conocimiento, es decir, la alteración subjetiva de los procesos, que tiene lugar ya que la intención del conocimiento implica la altera-

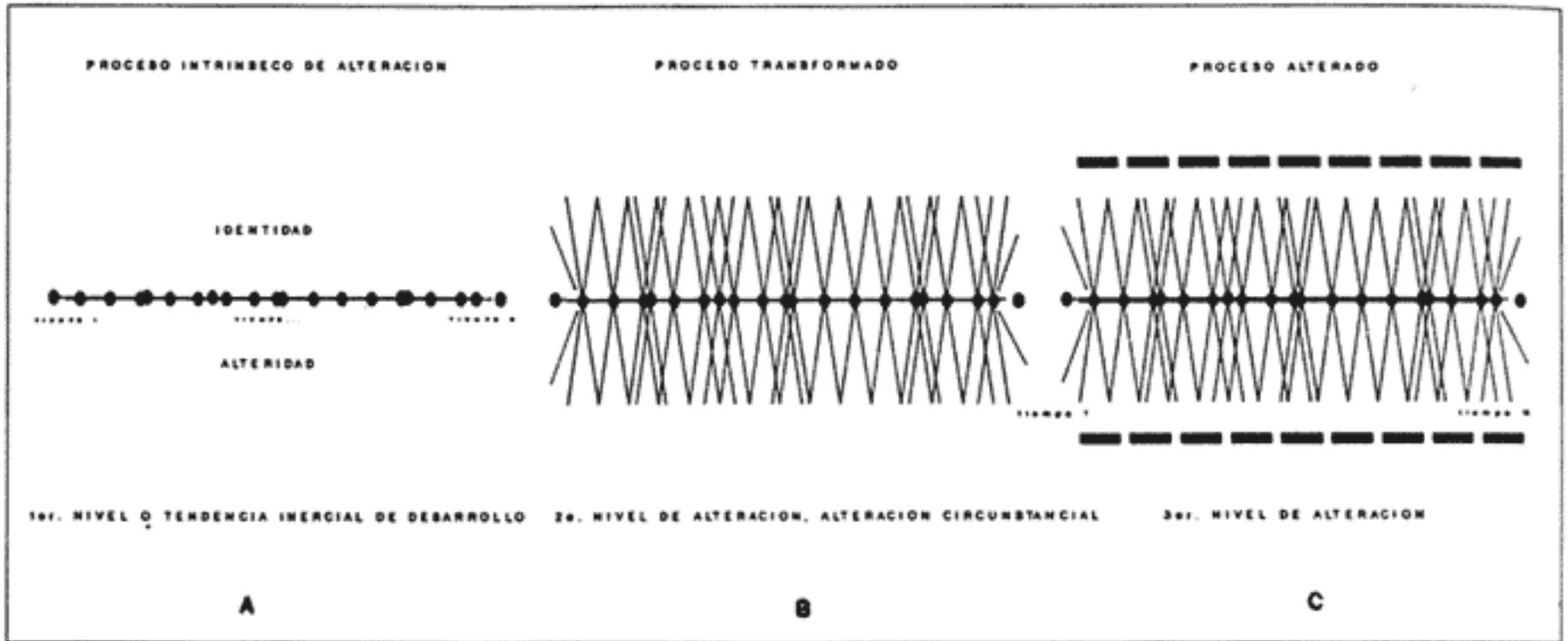


Figura 4.

ción (consciente o inconsciente) del objeto de conocimiento. Esto implica que sólo para fines de traducción a la dimensión de la conciencia, la realidad puede tener límites en el espacio, en el tiempo y en el espacio-tiempo. Esta última alteración es la que convierte un proceso transformado en un proceso alterado y además de incluir el componente de la creatividad, porque en los procesos del conocimiento el sujeto enajena al proceso transformado (Figura 4C) y aporta sus capacidades intrínsecas, su información previa, su experiencia y su práctica, utilizando para ello diversos procedimientos y artificios (criterios, metodologías, técnicas, etc.).

B. Fundamentos epistemológicos. En función de los fundamentos ontológicos anteriores, para todo análisis crítico y evaluación del proceso del conocimiento, en la TPA, se reconoce la (desgraciadamente) necesaria ruptura de la realidad, y la consecuente discontinuidad del conocimiento, por lo que los momentos de alteración del conocimiento, tanto del primer contacto (obligado) como los de confrontación (necesarios) son intencionalmente complementarios para aproximarse a la realidad y reconstruirla. Para ello ha sido menester la elaboración de un conjunto de instrumentos epistemológicos, compatibles con la concepción de los procesos transformados y alterados, y que hacen posible traducir la dimensión y el *continuum* de los procesos transformados al campo del conocimiento (Figura 5). Asimismo, hacen posible la elaboración de modelos de la realidad a partir de las uni-

dades de contacto y muestreo de la misma (unidades tigmicas).

C. Los fundamentos metodológicos. La TPA establece los elementos e instrumentos teórico-metodológicos para una reelaboración del cuerpo conceptual de la biología, en función de un modelo dinámico de las entidades, procesos y fenómenos vitales. Por ejemplo, se ha reelaborado el concepto biológico de especie en otro denominado IOPE (Individuo, Organismo, Población y Especie) ante la imposibilidad de separar éstas unidades-entidades (individuo, organismo, población y especie) en su devenir ontológico (procesos ontogenéticos y filogenéticos). El IOPE integra y relaciona epistemológicamente las discontinuidades de su manifestación, y da cuenta y representa sus diferencias fenomenológicas (proceso de expresión diferencial). Individuo, organismo, población y especie, forman así una nueva unidad de conocimiento que explica la especie como el proceso transformado complejo (Figura 6A).

El concepto complejo IOPE es también una aproximación a la unidad teórica de la biología, que trata de entender y explicar las manifestaciones de los seres vivos a través del proceso de autopropagación de la vida. A partir de dicho concepto se han elaborado una serie de unidades teórico-metodológicas en el ámbito de la fitoflorística: las unidades merísticas, holísticas, hápticas, harmósticas y heurísticas. (Figura 6B).

En ellas se maneja la noción de lo potencial como la posibilidad de expresión de la naturaleza, y lo manifiesto como la

expresión real ubicada espacio temporalmente. Lo potencial y lo manifiesto se conciben como una interacción e integración entre lo inmanente y lo emergente; considerando lo inmanente como la capacidad de respuesta de los organismos a un momento o fenómeno crítico de su autopropagación (bioapócrisis), involucrando capacidades metabólicas, reproductivas, adaptativas y de variación (plasticidad) (Figura 6C); y lo emergente, como producto de dicha respuesta, es la adaptación. La bioapócrisis es inmanente pero se modifica con la emergencia de nuevas cualidades (mutación y recombinación) que incrementan y acumulan dichas capacidades potenciales de manifestación en los diferentes IOPEs. Todas ellas representan y hacen presente la unicidad y la totalidad de lo diverso y la diversidad de lo único y total. (Figura 6D).

Las algas como objeto de estudio

¿Por qué estudiar e inventariar a las algas? La respuesta más sencilla podría ser que por la misma razón por la que hace con otros seres vivos; es decir porque son una fuente de conocimiento y un recurso natural potencialmente utilizable. En el caso de las algas, parecería ser que el hecho de que no se hayan estudiado, particularmente en México, tan intensa y extensamente como otros grupos de organismos, fuera reflejo de que son poco importantes; sin embargo lo que en realidad le da importancia e interés a un grupo de organismos es el hecho mismo de conver-

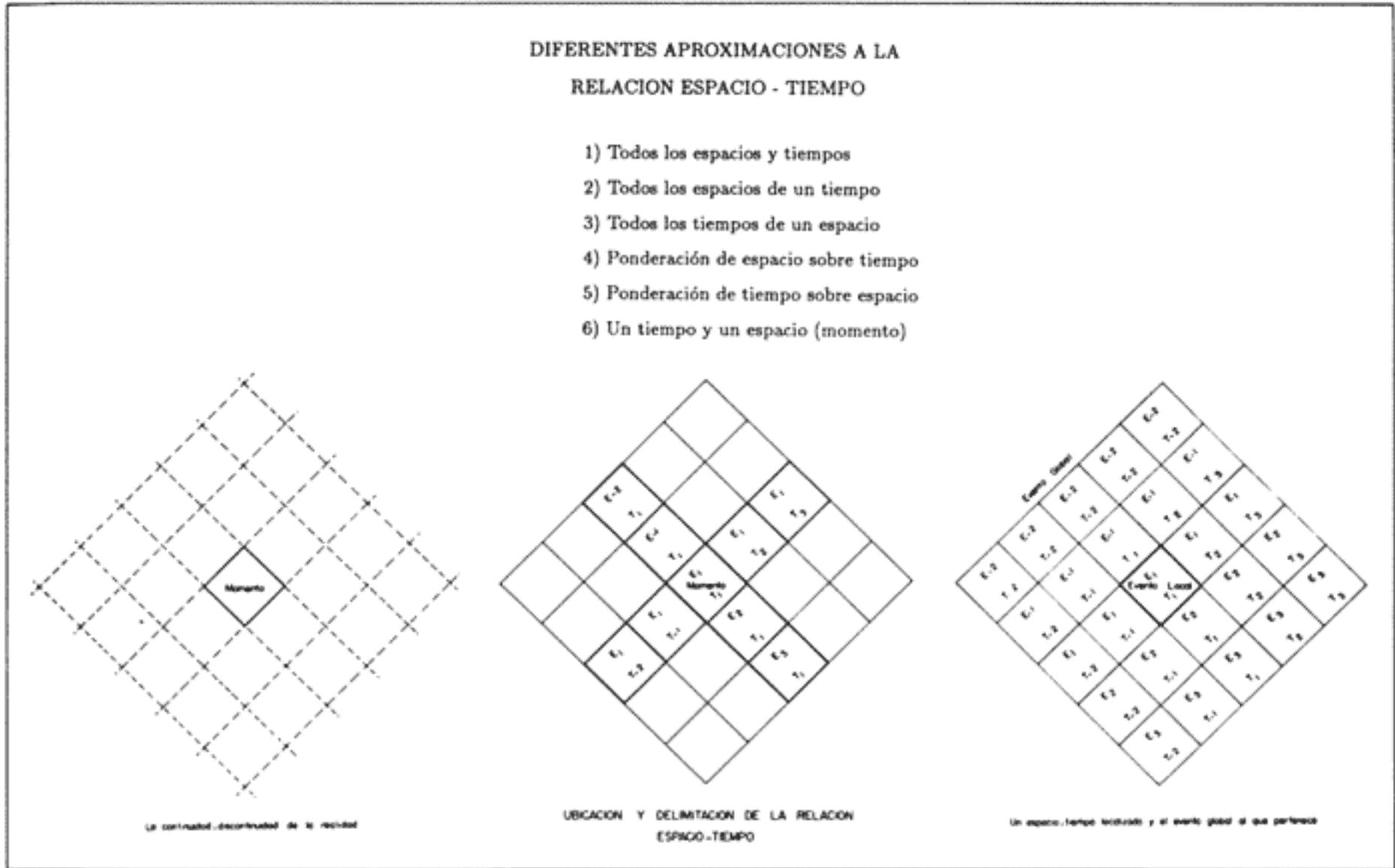


Figura 5.

tirse en un objeto de estudio. Los criterios de selección y delimitación de un objeto de estudio en biología generalmente implican y denotan una determinada concepción del universo y de la naturaleza, lo que deriva en el significado y uso metodológico de las excepciones y generalizaciones. Por ejemplo, si se piensa que en la naturaleza existen "progreso" y "predeterminación", quiere decir que se concibe al mundo vivo como una cadena ascendente de seres inferiores a seres superiores. Partiendo de la concepción de progreso, lo más "lógico" sería estudiar a los "seres cumbre o superiores" porque en ellos se concentra todo el camino recorrido; y si se parte de la predeterminación lo más "lógico" sería estudiar a los "seres inferiores" porque en ellos se puede predecir lo que se encontrará en los superiores. En ambos casos se generaliza a partir de un extremo de "la cadena del ser". Si por el contrario se considera que no se pueden hacer generalizaciones de un gran grupo taxonómico a otro, entonces la selección de cualquier grupo implica una aproximación específica con un diseño metodológico particular.

Lo anterior, es mucho más evidente

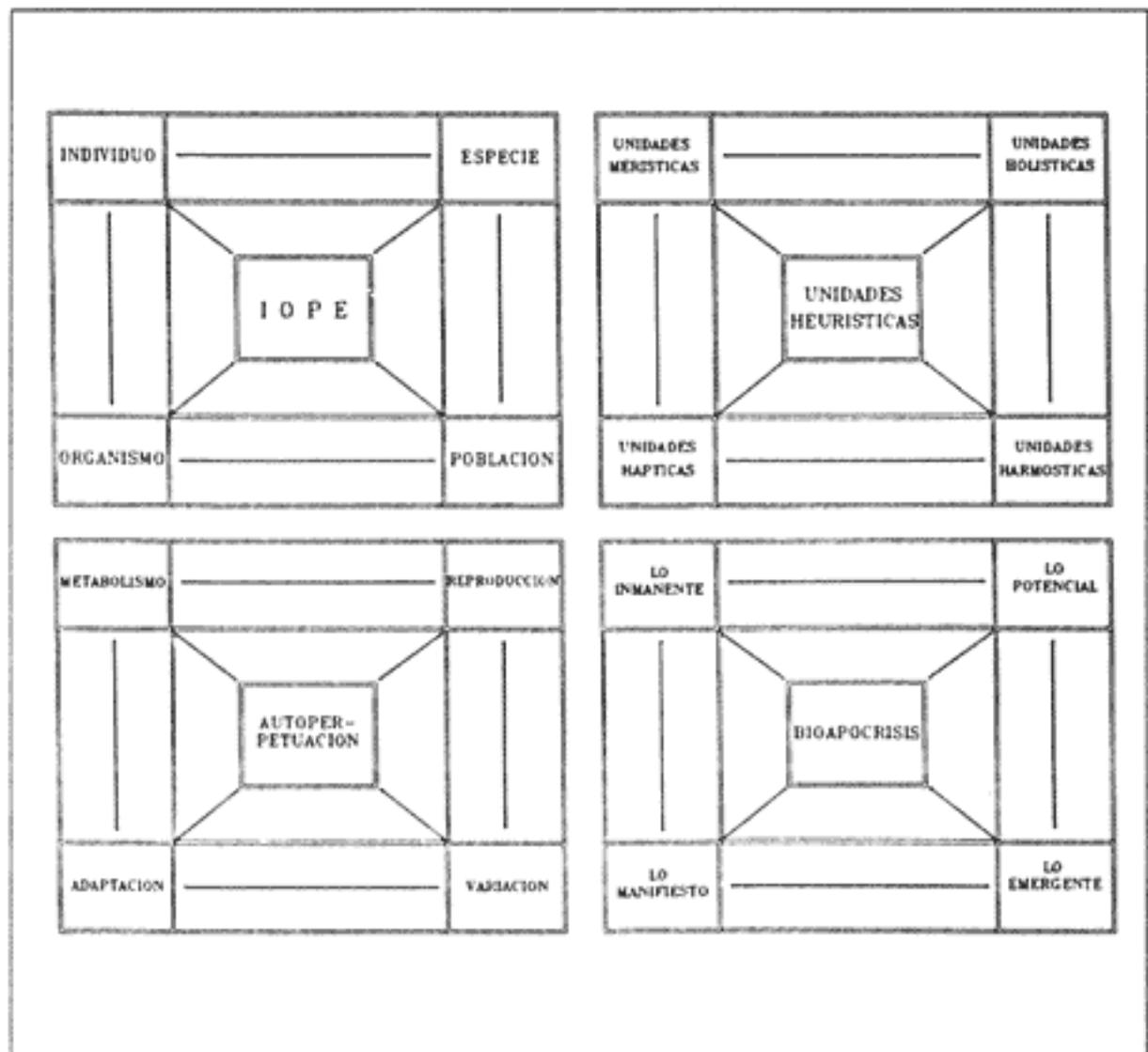


Figura 6.

cuando el objeto de estudio son organismos "inconspicuos" y de generaciones cortas, como las algas, los hongos, los protozoarios y varios grupos de invertebrados, que son precisamente los grupos de organismos que se han estudiado menos y que han sido tratados como excepción, cuando en realidad la excepción son los organismos superiores. El hecho de que gran parte del desarrollo conceptual y metodológico de la biología se haya basado en los organismos superiores ha tenido dos consecuencias negativas: por un lado, los que han trabajado en los grupos inferiores lo han hecho a través de generalizaciones, adaptando conceptos tomados de la biología de organismos superiores, mismos que tienen características y cualidades distintas y por otro, las aportaciones conceptuales y metodológicas con las que el estudio de los organismos inferiores podría enriquecer a la biología, han sido pocos y de poco valor. Estas son algunas de las razones por las cuales seleccionamos a las algas como objeto de estudio.

¿Qué son las algas?

En 1753, Linneo usó el término de "algas" (del latín *algae*) como categoría taxonómica para denominar a ciertos organismos de "un mismo tipo". Actualmente, "algas" es el nombre común empleado para designar a un conjunto extremadamente variable, heterogéneo y complejo de grupos de organismos autótrofos que realizan fotosíntesis a partir de la clorofila liberando oxígeno y que cuentan con niveles de organización semejante, producto de evoluciones paralelas. Dentro de esta denominación se agrupan más de 30 000 especies que difieren notablemente en su forma, tamaño, estructura celular, metabolismo, composición química, ciclos de vida, hábitats, etc. Las algas se encuentran en todas partes del mundo y en general tienen la capacidad de colonizar cualquier medio ambiente. Hay algas subaéreas, acuáticas y terrestres; viven dentro o sobre rocas, fango, arena, plantas o animales; en el agua dulce, en el mar o en agua salobre, y habitan desde los lagos tropicales hasta las nieves alpinas y polares. Esto debido a su antigüedad —hay registros fósiles desde el Precámbrico—, sus mecanismos de dispersión y su plasticidad adaptativa. Las algas no evolucionaron a partir de un an-

cestro común y es por esto que no hay un conjunto de caracteres unificadores de todas ellas, es decir no hay un único patrón estructural y funcional básico. A partir de ancestros diferentes ha habido respuestas similares, que han dado por resultado caminos evolutivos paralelos con estadios semejantes. Es decir, dentro de las algas se encuentran niveles de organización equivalentes, que han sido determinados por las respuestas adaptativas convergentes a los distintos ambientes que han compartido a lo largo de su historia. Para entender la dificultad de definir y delimitar a las algas como objeto de estudio es importante, entonces, reconocer que independientemente de sus relaciones y afinidades filogenéticas existen otros criterios como las similitudes morfológicas, fisiológicas y ecológicas, a partir de los cuales se puede conformar a las algas no sólo como un grupo natural relacionado filogenéticamente, sino como un grupo funcional relacionado filofenéticamente.

Importancia y utilidad de las algas

El inventario de los recursos naturales de un país es condición necesaria —aunque no suficiente— para su uso y manejo. En México se tiene un conocimiento diferencial muy marcado de los recursos naturales en general, y bióticos en particular. En el caso de las algas, sin embargo, la gran diversidad de ambientes y grupos algales y por ende de recursos ficológicos con los que cuenta el país, han sido prácticamente ignorados, a pesar de su enorme potencial.

Es ampliamente conocida la importancia de las algas como los principales productores primarios de la biósfera, las macroalgas bentónicas de las regiones costeras y oceánicas, por ejemplo, son productores primarios muy importantes, pero se estima, por ejemplo, que sólo las microalgas que constituyen el fitoplancton fijan varios miles de millones de toneladas de carbono al año en las masas de agua oceánicas y continentales.

Algunas especies juegan un papel importante en la fertilidad de los suelos; muchas cianofitas, por ejemplo, fertilizan los suelos o las aguas en las que habitan, ya que transforman el nitrógeno molecular en amonio, de manera similar a como lo hacen las bacterias. Algunas otras que crecen en suelos inundados, además de aumentar la fertilidad de su hábitat, utili-

zan las sales excedentes, por lo que son útiles en la recuperación de suelos salinos y calcáreos para la agricultura.

Hay también especies de algas que tienen efectos nocivos para las comunidades naturales o para el hombre; tal es el caso de la marea roja (frecuente en las costas mexicanas), producida por el crecimiento desproporcionado y la liberación de toxinas de varias especies de dinofíceas. En lagos y lagunas, asimismo, el crecimiento excesivo de algunas algas en la superficie impide el paso de la luz y por tanto la oxigenación adecuada para la supervivencia de los demás habitantes.

Desde el punto de vista de la importancia de las algas para el hombre, considerando tanto los beneficios como los efectos nocivos, es notorio su creciente valor a nivel mundial. Las algas, actualmente, tienen una gran relevancia como recurso real o potencial, ya que sus derivados tienen muy diversas utilidades en los campos de la salud, la industria, la agricultura, la alimentación, etc. Se utilizan por ejemplo, como fertilizantes y acondicionadores de suelos; como forrajes o complemento alimenticio para el ganado, en el tratamiento de las aguas negras, y en muchos otros aspectos de la vida cotidiana.

Muchas especies se aprovechan directamente en la alimentación del hombre, principalmente en países asiáticos como Corea, Japón, China, India y Filipinas. En occidente, las algas prácticamente no forman parte de la alimentación, excepto en algunos países americanos como el Perú y México. En este último, durante la época prehispánica, los aztecas consumían el tecuitlatl y el cocolin o el amoxtli o gelatina de agua que eran "masas" de algas formadas fundamentalmente por cianofitas que recolectaban en aquel gran lago de México y que aún crecen en algunos lagos de la cuenca de México, principalmente en el lago de Texcoco.

Entre los productos industriales obtenidos a partir de las algas se encuentra el yodo, la potasa y la sosa. Los ficocoloides son los que ocupan el lugar preponderante, debido a su importancia en la industria y al enorme volumen que de ellos se utiliza en el comercio mundial. Se extraen de las paredes celulares de algunas especies de algas marinas rojas y pardas; y pueden ser de tres tipos según sus características químicas y sus propiedades: alginatos, carragenanos y agares. Se utilizan en la elaboración de una gran

variedad de productos; en la industria alimentaria sirven como estabilizadores en malteadas, quesos o helados, o como clarificadores en la elaboración de cerveza, asimismo se utilizan para fabricar tintas, jabones, películas fotográficas, pinturas, barnices e insecticidas, y en la industria farmacéutica en la fabricación de cápsulas y tabletas, pomadas, lápices labiales y otros productos.

Los principales países productores de ficocoloides son: Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Chile y la CEI (anteriormente URSS). En México se colectan, principalmente en la costas de la península de Baja California, cantidades relativamente modestas de estas algas que en su mayoría, se exportan a otros países que realizan el proceso de industrialización. El estudio de otras zonas del país que cuentan con recursos potenciales de ficocoloides, ha abierto posibilidades de incrementar los volúmenes de explotación.

El estudio de las algas en México

En algunos países que cuentan con una larga tradición ficológica, como son Inglaterra, Francia y Checoslovaquia; Japón; Estados Unidos, o incluso Brasil y Argentina, se ha puesto, desde el siglo pasado gran atención al desarrollo de un inventario de sus riquezas ficológicas. En México, por el contrario, no se reconoce aún la gran utilidad de las algas, debido a que dicho inventario está apenas iniciándose, a pesar de la tradición y el desarrollo de otras áreas de la botánica mexicana. Los orígenes de la ficología en México se sitúan a mediados del siglo pasado, con el trabajo de algunos colectores e investigadores extranjeros quienes, sin embargo, trabajaron de acuerdo con sus propios intereses sin dejar ninguna infraestructura en México, o formar personal alguno que pudiera continuar el trabajo iniciado por ellos. En 1846, F. M. Liebmann visitó las costas mexicanas, en las que colectó material que serviría de base para el trabajo que desarrolló J. A. Agardh en 1847 (González-González 1987). A partir de entonces no han sido muchos los trabajos, investigadores o las instituciones que destacan en este campo. Cabe mencionar, no obstante, los estudios sobre las algas marinas realizados en la década de 1920 por Setchell, y el ligero auge de investigadores mexicanos de la década de 1930 en el que resaltan los trabajos de la Dra. Sámano-Bishop y el Dr. Sokoloff sobre las al-



Plocamium cartilagineum (L.) Dixon subsp. *pacificum* (Kyllin) P. C. Silva.

gas de las aguas continentales. En las dos décadas siguientes sobresalen, por un lado las investigaciones de E. Y. Dawson sobre las costas del Pacífico, y por otro, los estudios acerca del fitoplancton del Dr. Osorio Tafall. A partir de la segunda mitad de este siglo se empieza a hacer el listado florístico de las algas marinas de algunas zonas de las costas mexicanas, gracias al esfuerzo y a la tenacidad de la QBP Laura Huerta, la maestra Ma. Elena Sánchez y otros colaboradores formados a partir de su empeño.

El creciente interés en la ficología por parte de investigadores mexicanos, al iniciarse la segunda mitad del presente siglo, no recibió respaldo institucional para reunir en un proyecto coherente la informa-

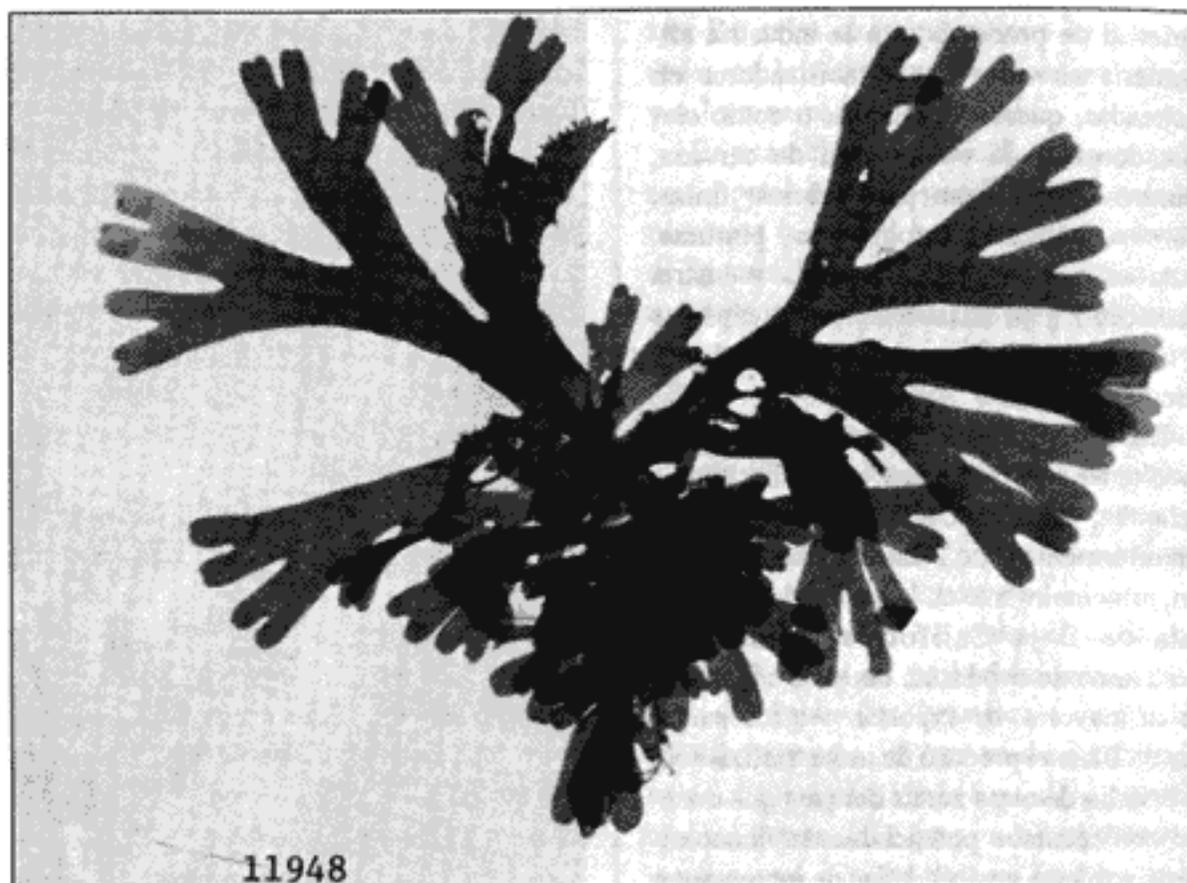
ción obtenida en los trabajos realizados, sino hasta después del año de 1970 (Huerta 1978, Ortega 1984). A partir de entonces se inició el desarrollo de un amplio programa de investigación en el Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias de la UNAM a fin de llevar a cabo el inventario de los recursos ficológicos del país. Actualmente hay un buen número de ficólogos que, distribuidos en diferentes instituciones, se preocupan por profundizar en el estudio de las algas y sus distintas formas de aprovechamiento, así como por consolidar una escuela o tradición mexicana de ficología.

Debido a la corta tradición ficológica mexicana y al escaso conocimiento de la ficoflora del país, por un lado, y por otro,

ante el desarrollo de la ficología a nivel internacional, con el consecuente cúmulo de información que se maneja y el impresionante desarrollo tecnológico, México se encuentra ante dos prioridades impostergables y de gran envergadura, aparentemente excluyentes: la necesidad de realizar el inventario de los recursos ficológicos, y la de actualizarse en el desarrollo de otras áreas, otros métodos y otras metas de la ficología. En este momento tiene prioridad la elaboración de dicho inventario ya que éste permitiría detectar y jerarquizar otros problemas de la ficología, así como ponderar y planear las líneas de investigación que se pueden desarrollar.

Una revisión de las áreas de desenvolvimiento profesional de los ficólogos a través de un análisis de las investigaciones publicadas durante los últimos quince años en revistas especializadas de ficología, como *Journal of Phycology*, *Phycology*, *British Journal of Phycology*, etc., revela que actualmente se presta poca atención a los trabajos de tipo florístico, sobre todo si se toma en cuenta el interés que se ha mostrado por los diferentes aspectos de la bioquímica, la genética, la ultraestructura, la ecofisiología, etc., o por aquellos que abordan problemas de aplicación práctica y directa como la contaminación, o el desarrollo de fuentes alternativas de alimento o de energéticos etc. Desgraciadamente esto sucede aun en los países en vías de desarrollo, mismos que no han inventariado sus recursos ficológicos. Salvo notables excepciones, en general estos países, por seguir modas y pautas de los países desarrollados, se saltan fases importantes, necesarias para el desarrollo de su conocimiento científico, e invierten sus prioridades aun sin contar con el apoyo y los medios necesarios.

Entre las razones de esta problemática se incluyen las preferencias que permiten conseguir apoyo económico sólo para cierto tipo de trabajos, y la dificultad de tener acceso a los últimos adelantos tecnológicos, en equipos, en procedimientos y en informática, que permiten la permanente actualización y disponibilidad de la información. Otra razón, importante, son los prejuicios de valor de la "ciencia moderna" que obligan a los biólogos actuales a tratar de justificar la cientificidad de sus trabajos, haciendo investigaciones de tipo reduccionista, lo más alejados posible de una concepción holista o sistémica o que se asemeje a la naturalista. Todo lo



Dictyota flabellata (Coll.) Setchell y Gardner

anterior está ligado a la razón fundamental del problema desde mi punto de vista: pensar que el trabajo florístico consiste únicamente en hacer un listado de especies, tarea que debe hacerse sólo una vez ya que, para actualizarlo, simplemente se deben agregar las especies que circunstancialmente aparezcan, y que no se hayan reportado antes para el país o la región correspondiente.

Pensar que se conoce la flora de una región sin importar cuando se haya realizado dicho inventario, es una posición simplista que parte (consciente o inconscientemente) de una concepción estática del mundo, y que deriva en planteamientos equivocados de lo que una flora ficológica es en realidad y en una aproximación metodológica también equivocada. Esto ha contribuido al desaliento actual para realizar trabajos florísticos, ya que es bastante frustrante para los investigadores pasar varios años de su vida haciendo listas florísticas que sirven para muy poco.

De cualquier forma, han habido varios procedimientos empleados para la elaboración de floras nacionales, algunos con magníficos y sugestivos resultados, que podríamos aglutinar en dos tendencias generales: en la primera se van acumulando, con base en los trabajos de especialistas, la información y las listas particulares a lo largo de muchos años por ejemplo EUA, Francia, India y Brasil; en la segunda se diseñan proyectos globales con los

que se trabaja intensivamente, y grupo por grupo el inventario algal, obteniendo las listas florísticas en un plazo definido y relativamente corto. Los ejemplos más notables de esta segunda tendencia son Inglaterra, Checoslovaquia, la CEI y Polonia. En ambos casos se tienen excelentes obras, de destacados especialistas que han sido ejemplo a seguir y la base bibliográfica fundamental para todo estudio florístico-taxonómico. Sin embargo aun en estos casos se tienen deficiencias porque las listas florísticas, en sentido estricto, son sólo la enumeración de especies de un área determinada que puede variar desde una localidad hasta todo un país. Esta simple descripción eventual de la flora tiene, por sí sola, escaso valor, porque, aunque las listas parciales pueden tener cierta importancia, ya que posibilitan la relación y comparación de la flora de diferentes tiempos y lugares, la suma de las listas no abarcará jamás la totalidad de la flora; además, no se ha tomado en cuenta, que la flora es un proceso alterado, como hemos dicho, que requiere explicarse y reconstruirse permanentemente. Es decir, nada garantiza que después de realizar el inventario de una región, por más detallada que sea, no puede haber un cambio en las condiciones, que provoque un cambio ligero o profundo en la flora, y por lo tanto se encuentren especies no reportadas o no se encuentren muchas de las ya reportadas.

Estrictamente hablando éste es un problema metodológico derivado de las características inherentes del objeto de estudio. Las algas, como todo ser vivo, no se equivocan. Si se han manifestado en cierto lugar, es porque sus capacidades biológicas y las condiciones mesológicas han hecho posible dicha manifestación en ese lugar, en ese momento y como parte de ese evento. Como ya vimos, aparte de algunas características generales más o menos comunes a todas ellas (gran cosmopolitismo, gran antigüedad, ciclos de vida cortos, niveles de organización que se repiten en diferentes divisiones, etc.), las algas son un conjunto de grupos variado y variable, con diferentes rangos de tolerancia a los cambios de las condiciones ambientales.

Flora Dinámica

Una flora es la coexistencia espacio-temporal de diferentes entidades biológicas (en este caso algas) o un conjunto más o menos eventual de registros. En virtud de la necesidad de buscar concepciones alternativas y diseñar estrategias teórico-metodológicas que tomen en cuenta las características de las algas como objeto de estudio, que permitan construir modelos descriptivos, explicativos y predictivos de los diferentes eventos y procesos florísticos, y que consideren los avances tecnológicos y los conocimientos actuales de la ficología, se elaboró una concepción epistemológica y una propuesta teórico-metodológica de integración taxonómica, ecológica y biogeográfica del trabajo ficoflorístico, que en su conjunto he denominado Fico-Flora Dinámica (FFD) (Figura 7). Esta concepción permite un acercamiento a un objeto y su representación dinámica; es el sustento de la argumentación teórico-metodológica para validar las estrategias que se proponen más adelante.

Bajo la concepción de la FFD, el conocimiento de la flora es un proceso de reconstrucción permanente. Los estudios florísticos no deben darse por acabados ya que las floras (ficológicas) son eventos de diversidad, históricos y dinámicos; es decir, procesos alterados por infinidad de factores bióticos y abióticos. En una flora se van sucediendo una serie de acontecimientos, y van cambiando las relaciones entre sus diversos elementos (individuos, poblaciones y especies) debido a la interacción de sus características inherentes (capacidad intrínseca de manifestación) y

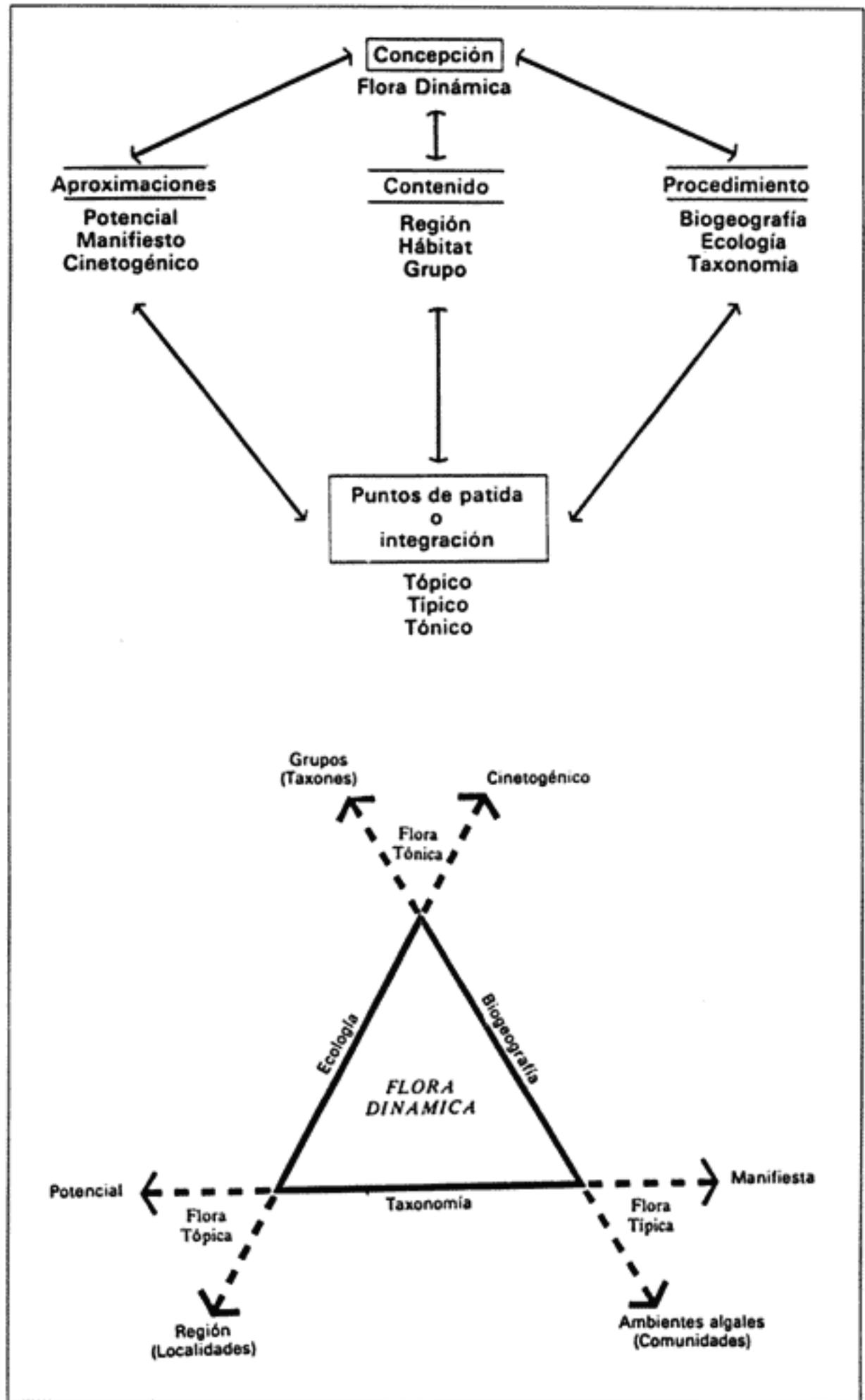


Figura 7.

las características del medio (factores extrínsecos).

A los ojos del observador, la flora se presenta como un incidente discreto, ubicado espacio-temporalmente, a partir del cual se pueden hacer descripciones y análisis objetivos de los hechos y fenómenos que se observan, a la vez que ofrecer interpretaciones de sus relaciones de causas y efectos.

La realidad es que la flora, como cualquier evento de diversidad, tiene una tendencia inercial en su desarrollo, producto de su historia, y una existencia en movimiento permanente en la cual inciden múltiples elementos de alteración y en la que el observador estudioso es sin duda alguna, uno de esos elementos (Figura 8).

La FFD, por lo tanto, es una aproxima-

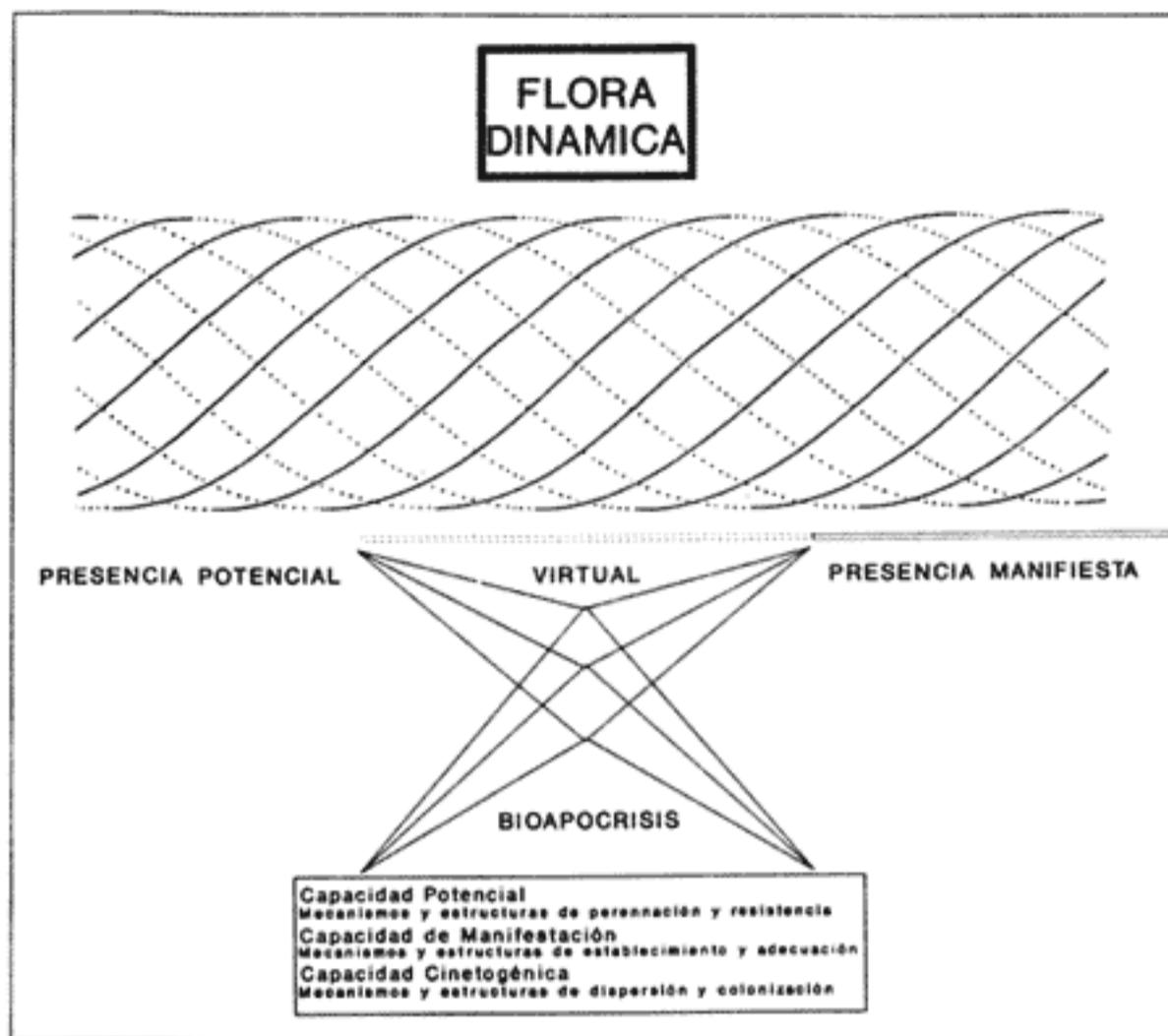


Figura 8.

ción que reconoce y parte del hecho de que la composición florística de los ambientes algales varía notablemente en tiempo (no sólo estacionalmente, sino en unidades mayores y menores a los ciclos de estacionalidad anual) y espacio. Aun en una misma región, la manifestación de la flora no es homogénea ni continua; las especies de algas se manifiestan de manera diferente según la continuidad o discontinuidad de los valores y combinaciones de los factores mesológicos y sus propias tolerancias. Toda heterogeneidad o discontinuidad florística de una región explica y es explicada por la heterogeneidad ambiental de dicha región, y muestra, tanto el cambio de combinaciones de gradientes mesológicos de lugar en lugar y/o de tiempo en tiempo, como la capacidad diferencial de las especies para responder a dichos cambios (Figura 9).

Estrategia teórico-metodológica

Se describe a continuación una estrategia integral teórico-metodológica para estudios ficoflorísticos. En ella se trabaja complementariamente con los tres conceptos fundamentales de la concepción de FFD: flora potencial, flora manifiesta y flora cinetogénica; y con tres puntos de partida o criterios

de integración: flora tónica, flora típica y flora tónica (Figura 10).

Flora Tónica

En todo trabajo de integración de la flora tónica es fundamental contar con la recopilación histórica bibliográfica que permita valorar el nivel de conocimiento que a la fecha se tiene sobre las especies, los autores y las zonas estudiadas. Es, asimismo, importante realizar un inventario que integre todos los reportes de algas de la región, y hacer una caracterización fisiográfica general de la misma. Esto posibilitará posteriores correlaciones de tipo taxonómico, ecológico y biogeográfico dentro de una región, entendida como la unidad ficoflorística más compleja.

La sistematización del registro de las especies en forma de inventario es muy importante porque, además de encerrar una caracterización con criterios geocológicos y fisiográficos generales de la región, posibilita la integración de "floras tónicas" (regionales, locales, etc.) que den cuenta de las relaciones entre los mega y los macrofactores y el conjunto total de especies (flora potencial) susceptibles de manifestarse en diferentes momentos y lugares de la región.

Por "flora potencial" se entiende la lista florística total acumulada en una región geográfica amplia. Forman parte de ella todas las especies que alguna vez se hayan reportado y todas las especies que se vayan reportando subsecuentemente, sin importar el lugar o el momento de la colecta. Dadas sus características, no es posible indicar con seguridad cuándo ni dónde se puede encontrar determinada especie. Es decir, en la flora tónica, todo reporte supone la presencia, algunas veces manifiesta, siempre potencial, de las distintas especies en la región.

De igual forma no se puede caracterizar ni delimitar una región con un criterio tónico, si no lleva explícita la descripción y el análisis de sus componentes ambientales de más impacto ficoflorístico, es decir, de los factores mesológicos de gran dimensión que tienen significado especial para entender de manera general la presencia, el ordenamiento y la distribución de las especies en toda la región o en algún sector de ella. Así pues, en toda integración tónica es necesario hacer análisis de las correlaciones factoriales y/o multifactoriales, que son una fuente importante de información. Toda combinación de factores está influida y moldeada, a su vez, por factores de mayor dimensión, e influye y moldea a muchos otros factores, o combinaciones de ellos de menores dimensiones. Por esto mismo, a nivel global, cada factor individual aislado se puede usar como un indicador de la variación de sí mismo en diferentes puntos de la región, o como parámetro específico para comparar esta región con otras (análisis y correlación factorial o elemental). La caracterización de las combinaciones e interrelación de dichos factores (análisis y correlación compleja o multifactorial) es la expresión integral de la cualidad de fluctuación de las regiones, y puede ser utilizada como parámetro general para comparar cualitativa y cuantitativamente la fluctuación de esta región con respecto a otras. Un criterio importante en la aproximación tónica, es que la ficoflora se analiza siempre correlacionándola con dichos factores o combinación de ellos de diferente dimensión e impacto en su expresión global (región) o puntual (microambiente).

Tras relacionar y generalizar los resultados obtenidos del análisis sectorial de una determinada región, con criterios no naturales (geopolíticos) o naturales (geocológicos), se mejora el conocimiento que

se tiene de la flora manifiesta de dicha región y por lo tanto el inventario de especies y el patrón general de su flora potencial. Se puede considerar a la ficoflora como un indicador cualitativo y cuantitativo de las características ambientales de una región, por ser uno de los componentes más inestables a nivel puntual e incluso local. Como hemos mencionado, elementos (especies) o grupos funcionales (comunidades) tienen una gran capacidad de respuesta (biopocrisis), tanto a las fluctuaciones bruscas como a las graduales, reaccionando a través de cambios; en el caso de las especies, lo que cambia es su forma de manifestación, según su rango y capacidad de expresión adaptativa, y en el caso de las comunidades se altera su composición específica. Para esto debe diferenciarse claramente la ficoflora manifiesta presente en ciertos momentos y/o ciertos lugares y la flora naturalmente potencial que puede manifestarse en otros momentos y/u otros lugares de la misma región.

Flora típica

Como lo hemos reiterado, consideramos que una parte importante del diseño de una estrategia florística es el tomar en cuenta las características del objeto de estudio. El medio ambiente de un alga es tan inherente a ella como sus característi-

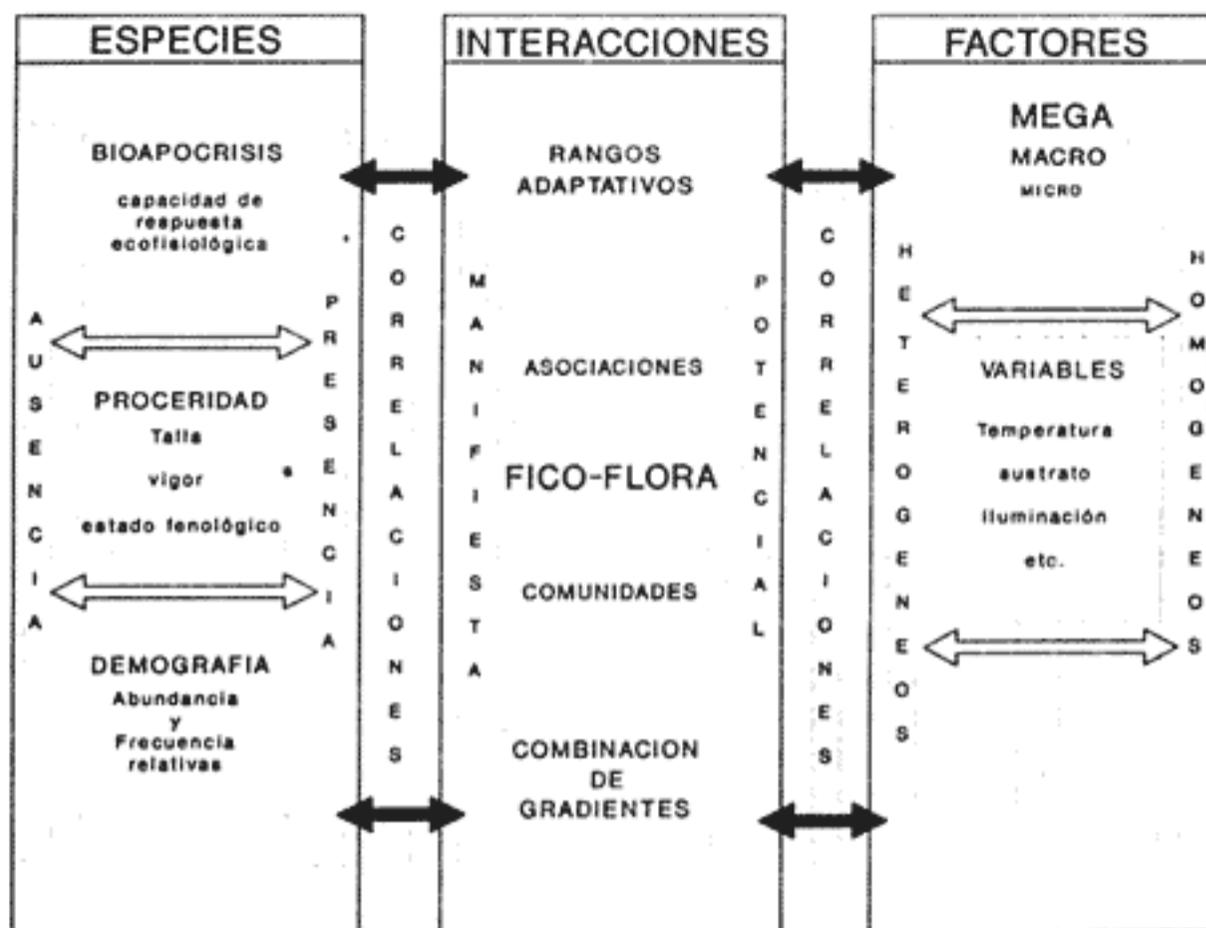


Figura 9.

cas morfofisiológicas. Esto explica, cuando menos en parte, su alternada y variada presencia o ausencia, es decir, su manifestación o potencialidad en una localidad o región. Son múltiples los factores que afectan el desarrollo de las comunidades y de sus especies individuales. Sin embargo, hay un cierto conjunto de factores

que le da regularidad al desarrollo de cada comunidad y afecta la distribución geográfica y ecológica de sus especies componentes. Por tanto, es necesario hacer un análisis multifactorial y reconocer el conjunto de factores preponderantes para cada comunidad y especie. Una flora típica es un patrón de diversidad caracte-

Orientación y estrategia	Criterios de análisis	Escalas y dimensiones de análisis de impacto	Unidades de trabajo	Unidades y niveles de muestreo	Criterios y procedimientos de integración y reconstrucción
Tópica	Regional y/o local	Megafactores	Listas florísticas Regionales, locales, etc.	Tigmotópica Nivel I	Biogeográfico Flora potencial
Topica-Típica	Ambientes generales y/o complejos	macrofactores	Formación o series de grupos de comunidades (grupos de grupos)	Nivel II	Geoecológico. Relación entre la flora potencial y la flora manifiesta.
Típica	Ambientes particulares y/o simples	mesofactores	Comunidades o grupos funcionales	Tigmotópica nivel III	Ficosinecológico Flora manifiesta
Típica-tónica	microambiente	microfactores	Asociaciones, conjunciones o Grupos de especies	nivel IV	Ficosociológico y ecofisiológico. Relación entre la flora manifiesta y la flora virtual
Tónica	Expresión diferencial de las especies para cada conjunto particular de condiciones	nanofactores	Individuo Poblaciones Especies	Tigmotónica nivel V	Autoecológico, ecofisiológico y taxonómico Flora virtual (cinetogénica)

Figura 10. Estrategia metodológica de análisis e integración florística

ístico de un ambiente; es la expresión manifiesta de las diferentes capacidades y posibilidades de las especies, en determinadas condiciones.

Para la tipificación, se debe evaluar de manera integral la composición, distribución y expresión de la flora y todos sus elementos, sean comunidades, asociaciones o especies particulares expresadas en diferencias poblacionales. La notable variación en sus formas de expresión y las grandes diferencias de abundancia que se constatan entre las poblaciones de una misma especie, o entre las especies de un mismo género, complican la valoración y el análisis de las distintas manifestaciones de las especies y las comunidades. Para elaborar una flora típica, entonces, es necesario estudiar a las algas dentro de las comunidades que forman naturalmente; averiguar qué especies, en qué proporciones y en qué condiciones mesológicas forman las diferentes asociaciones o grupos funcionales, para poder caracterizar y delimitar los diferentes ambientes algales. La flora típica es espacial y temporal, y por tanto, la información que da es complementaria a la que da la flora tónica: dice en dónde y cómo se encuentran manifiestas las especies potenciales de la región. En otras palabras, la flora típica es la flora manifiesta en un ambiente de una región y permite predecir, con base en el establecimiento y construcción de patrones, la presencia y proporción de especies y asociaciones en relación con la coincidencia de ciertos valores y gradientes de factores mesológicos.

Flora tónica

A través de la flora tónica y típica se tiene la información acerca de qué especies pueden manifestarse y los ambientes en que de hecho se manifiestan; pero la explicación de por qué pueden manifestarse en los lugares y ambientes donde lo hacen, corresponde a los estudios de la flora tónica. Es decir, la flora tónica es el estudio de la biología, autoecología y de los problemas taxonómicos de cada una de las especies integrantes de una flora, mediante los cuales se explica su presencia-ausencia, permanencia, constancia y proporción, en cada uno de sus medios ambientes; en ella se describe el patrón estructural básico y sus rangos de variación en relación con los gradientes de los factores mesológicos y se evalúa la coherencia de los caracteres y ubicación sistemática de cada uno.

Así, los estudios de las variaciones genéticas y fenéticas de los taxa permiten no sólo resolver cuestiones de definición taxonómica, sino también conocer su potencial adaptativo y explicar parte de los problemas que plantea su propia biología. Posibilitan también la interpretación y predicción de las características de su presencia y proporción en los lugares que cuentan con ciertas condiciones ambientales, que permiten su manifestación, en coexistencia con determinadas especies (flora virtual). En otras palabras, explican el cambio y el movimiento de floras (flora cinetogénica).

El punto de contacto entre los tres criterios de integración anteriores que permite hacer la equivalencia y la transición de uno a otros, es la estrategia de muestreo en la cual el momento de colecta es el instante preciso en el que el objeto natural se convierte en objeto de estudio. A esta unidad de contacto del sujeto con la realidad a través de la intención del muestreo, la he denominado unidad tigmica y es la piedra angular para el conocimiento y reconstrucción de cualquier evento de diversidad ficoflorística.

Tipos de estudio en ficoflorística

Para hacer un estudio florístico integral es importante reconocer que hay diferentes tipos de trabajos florísticos, con diferentes intenciones y pretensiones, por lo que se

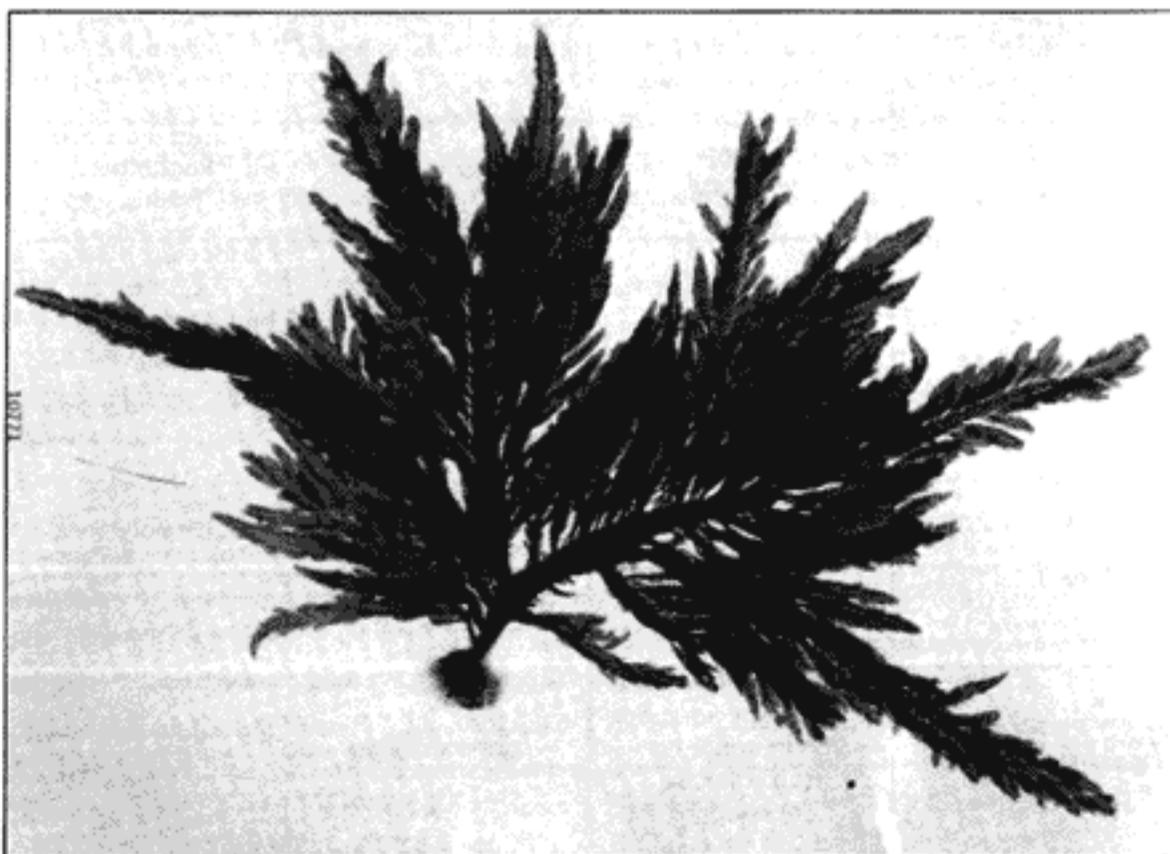
hace necesario diseñar la metodología de trabajo específico para cada caso. Para ello se han considerado varios tipos de estudios ficoflorísticos en función de los diferentes niveles de análisis y síntesis con los que se trabaja: retrospectivos, prospectivos, intensivos, extensivos y exhaustivos.

Retrospectivos

Son trabajos importantes de ubicación y relaciones históricas, contextuales, metodológicas y conceptuales sobre un tema o problema en ficoflorística; establecen los antecedentes; pueden ser analíticos o diagnósticos y sirven de base y referencia para los trabajos prospectivos, intensivos, extensivos y exhaustivos, ya sean taxonómicos, ecológicos, aplicados, etc.

Prospectivos

Son generalmente exploratorios o de reconocimiento con una estrategia de colecta y procesamiento que permite tener el mayor número de datos y muestras, del mayor número de lugares en el menor tiempo posible. Permiten hacer caracterizaciones generales preliminares, y visualizar el panorama ficológico de una región. Posibilitan analizar la homogeneidad de dicha región, tener indicios de la diversidad y detectar problemas de orden teórico, práctico o metodológico, aplicables a otros



Desmarestia herbacea (Lamouroux)

trabajos de mediano y largo plazo. Es decir, se pueden ir haciendo simultáneamente colectas para estudios más intensivos posteriores, organizando bancos de muestras y datos que dan material para estudiar y resolver los problemas que surjan durante los estudios prospectivos. Son el punto de partida para la construcción de las unidades de trabajo según el tipo de flora: estaciones, localidades, regiones, etc. para la flora tónica; asociaciones, grupos funcionales, comunidades, etc. para la flora típica; e individuos, organismos, poblaciones, formas, variedades, especies, etc. para la flora tónica (Figura 11).

En resumen, mediante los estudios prospectivos es posible hacer una primera evaluación de las necesidades y posibilidades de plantear estudios de mayor profundidad o extensión en la región.

Intensivos

Los trabajos intensivos son generalmente de análisis; abordan con detalle la problemática particular de un área, ambiente algal o grupo taxonómico, ya sea por algún interés específico o por haberse detectado en un estudio prospectivo. Consisten en la definición y delimitación de cada tipo de unidades y en la construcción de patrones particulares.

Exhaustivos

Son una modalidad de trabajo intensivo, complementarios o derivados de los anteriores, generalmente conclusivos, y que abordan un problema particular taxonómico, ecológico, etc., con implicaciones florísticas, o un problema colateral de aplicación de la ficoflorística, con objeto de resolverlo o agotar la información sobre el mismo. Estos trabajos son el puente para el manejo de recursos y el desarrollo tecnológico.

Extensivos

Una vez realizados los estudios anteriores se habrá podido detectar y evaluar en qué regiones y con qué tipo de problemas será valioso profundizar para hacer generalizaciones e integraciones. Los estudios extensivos son la ampliación del marco de referencia espacio-temporal de una cierta problemática a un área, grupo o ambiente. En estos estudios se hacen análisis comparativos de las unidades caracterizadas en los prospectivos y

NIVELES EQUIVALENTES PARA CADA UNO DE LOS PUNTOS DE PARTIDA Y/O INTEGRACION

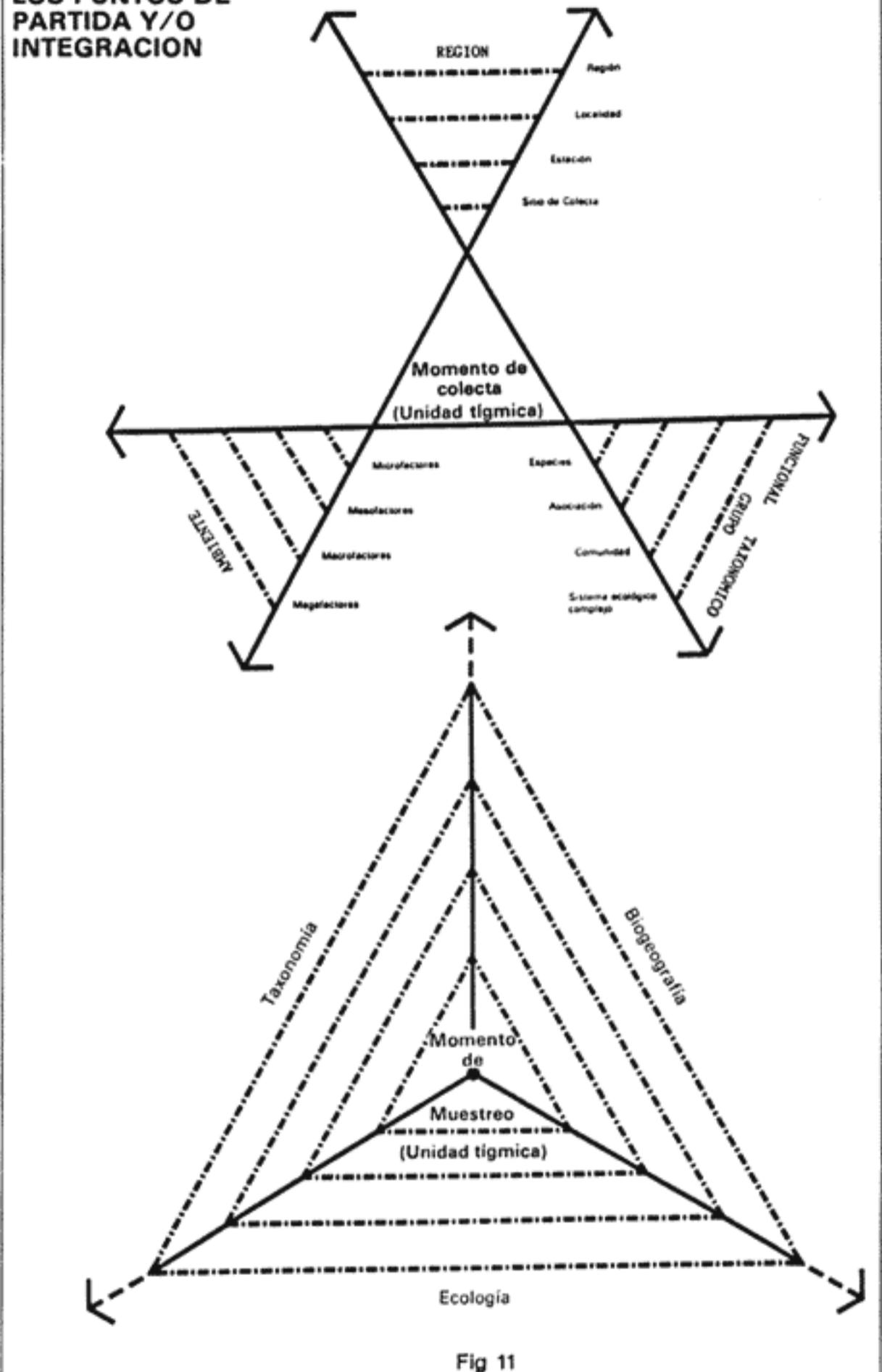


Fig 11

Figura 11.

delimitadas en los intensivos, y se elaboran las síntesis o integraciones para cada tipo de flora, ya sean biogeográficas para el tónico, ecológicas para el típico y monográficas para el tónico, con el objeto de establecer patrones descriptivos y modelos explicativos predictivos (Figura 12).

En resumen, esta estrategia posibilita

abordar racionalmente floras tan extensas y complejas como se quiera, con una metodología de campo y de gabinete, coherente y consistente. Se parte de las características más generales y una evaluación de los tipos de problemas y las posibilidades para abordarlos, ya sea de manera simultánea o en orden de importancia de acuerdo con dife-

Tipo de estudio	Descripción
Retrospectivo	Trabajo importante de ubicación y relaciones históricas, contextuales, metodológicas y conceptuales sobre un tema o problema en ficoflorística; establecen o generan los antecedentes; pueden ser analíticos o diagnósticos y son la base, fundamento y referencia de los otros trabajos mencionados abajo, ya sean taxonómicos, ecológicos, aplicados, etc.
Prospectivo	Trabajo generalmente exploratorio. Punto de partida de proyectos ficoflorísticos de mediano y largo plazo, realizable a corto plazo con una estrategia de colecta que permite obtener el mayor número de datos y muestras del mayor número de lugares el mayor número de veces en el menor tiempo posible
Intensivo	Trabajo generalmente de análisis que aborda con detalle la problemática particular de un rea, ambiente algal o grupo taxonómico por algún interés específico o por haber sido detectado en un estudio prospectivo.
Exhaustivo	Una modalidad de trabajo intensivo, complementario o derivado de los anteriores generalmente conclusivo que aborda un problema particular taxonómico, ecológico, etc., con implicaciones florísticas o un problema accesorio de aplicación de la ficoflorística con el objeto de resolverlo o agotar la información sobre el mismo, estos trabajos son el puente para el manejo de recursos y el desarrollo tecnológico
Extensivo	Trabajo generalmente de integración que aborda de manera comparativa la problemática general de un área, ambiente algal o grupo taxonómico con objeto de establecer patrones descriptivos y/o modelos explicativos extensivos en tiempo y/o espacios

Figura 12. Características de los estudios en ficoflorística

rentes criterios. Se selecciona un problema de cada tipo, para tratarlo con profundidad (trabajo de particularización y de análisis), y se generaliza para abarcar todos los problemas de su tipo (trabajo de generalización y de síntesis). De esta manera los resultados pueden ser evaluables y utilizables desde el inicio de un proyecto (Figura 13).

Programa flora ficológica de México

Justificación y génesis del proyecto

El Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias de la UNAM se fundó en 1974 en función de las necesidades de crear un centro de investigación, docencia y difusión, que impulsara el estudio de las algas en México. En este contexto, estructurar un laboratorio no es una actividad poco importante o de escaso valor académico. Todo laboratorio que se inicia requiere de un gran esfuerzo

que, aunque no se nota si se hace, se nota si no se hace, y generalmente necesita del apoyo de personas con experiencia o de instituciones ya establecidas, que por desgracia, en nuestro caso, no existían en México aunque afortunadamente sí en el extranjero. Si se quiere hacer trabajo de investigación con calidad, es necesario elaborar el diseño del espacio físico, establecer relaciones académicas y buscar financiamiento para obtener el equipo mínimo. Es necesario, posteriormente, diseñar la infraestructura y los procedimientos de trabajo, apoyándose en una biblioteca con acervos bibliográficos clásicos y artículos especializados; ficheros taxonómicos, una iconoteca, etc.

Los objetivos del laboratorio desde su inicio, y particularmente los míos desde varios años atrás, han sido la elaboración de un proyecto general de investigación que contemple el estudio florístico-ecológico de las algas de México. Conside-

ramos éste el único camino para generar infraestructura de investigación; así como para participar en la formación de personal especializado en ficología y, en particular, en ficoflorística, y para subsanar las deficiencias en el conocimiento de los recursos ficológicos. Esto abrirá nuevas posibilidades para el uso de las algas y solucionará los problemas algales teóricos y prácticos en nuestro país.

Sentimos la necesidad de realizar un trabajo de planeación que definiera, evaluara y reajustara, de manera integral, las necesidades y posibilidades del estudio de la ficoflora de México. La experiencia demuestra que el éxito o el fracaso de una persona o de un equipo de trabajo depende directamente de la capacidad de definir sus metas a corto, mediano o largo plazo, y de plantear y seleccionar los criterios de integración de su trabajo para conseguir dichas metas. La verdadera medida del "éxito" es el impacto y la trascendencia de dicho trabajo si éste se convierte en un proceso real de consolidación donde tanto la concepción como la praxis, se traduzca en una tradición o escuela de pensamiento, con fundamentos, metas claras y continuidad; y esto sólo es posible a través de la planeación de un proyecto de trabajo y de vida. Así, tratando de ser consecuentes con todas las consideraciones anteriores y utilizando varios instrumentos tales como encuestas, cuestionarios, cursos o seminarios, los integrantes de aquella primera generación del Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, iniciamos en 1975 un gran proyecto permanente de investigación, denominado "Programa Flora Ficológica de México" (PFFM).

Para ello fue necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos conceptuales, metodológicos, históricos y contextuales, algunos de los cuales ya he mencionado en la primera parte de este artículo:

1. Diferentes concepciones, aproximaciones y estrategias de los trabajos florísticos (incluyendo cantidad y calidad) sobre México o sobre otras latitudes.
2. Estado actual del conocimiento ficológico en el contexto internacional y sobre todo del desarrollo reciente de la ficología mexicana.
3. Características de las algas como objeto de estudio.
4. Características geográficas, geológicas, fisiográficas y ecológicas de nuestro país, para determinar las necesidades y posibilidades reales de conocer, evaluar, diagnosticar y utilizar los recursos ficológicos.
5. Condiciones sociopolíticas y econó-

micas actuales de México para determinar las necesidades y posibilidades reales de conocer, evaluar, diagnosticar y utilizar los recursos ficológicos.

6. Condiciones reales de las necesidades y de las posibilidades institucionales para el apoyo de investigaciones de este tipo y para formación de personal especializado en el área.

La tarea significaba, según los párra-

fos anteriores y el análisis de la primera parte de este trabajo, enormes cantidades de esfuerzo y responsabilidad. Las primeras preguntas importantes que había que plantearse como profesional responsable de un laboratorio, eran: ¿qué tipo de ficología es posible realizar en México y cómo hacer ficología en un país al que le hace falta prácticamente la totalidad del inventario de sus recursos ficológicos, sin

quedar a la saga de los grandes avances de la ficología a nivel internacional? ¿Qué características debe tener un proyecto elaborado en un país subdesarrollado, en el último cuarto del siglo XX, es decir ¿cómo planear un proyecto que actualice un inventario que debió haberse realizado desde finales del siglo XIX, al mismo tiempo que mantenerse al día en la información que se está generando permanentemente? ¿Con qué personal se contaba y qué personal había que formar? ¿En qué plazo habría que plantear el proyecto? Estas eran algunas de las muchas preguntas que había que contestar o cuando menos dejar perfectamente planteadas. Había que planear desde las características del personal especializado que se dedicaría al proyecto, el cual tendría que desarrollar aptitudes y cualidades que le permitieran enfrentarse tanto al trabajo florístico como al trabajo taxonómico de un grupo tan diverso y complejo como lo es el de las algas. Se requerían investigadores con una amplia cultura biológica y una sólida preparación en ficología y en taxonomía.

Descripción del Programa Flora Ficológica de México

El PFFM del Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias de la UNAM encierra la organización y planeación de un proyecto de investigación y enseñanza para el estudio de las algas. Se ha estructurado con objetivos a corto, mediano y largo plazo, con estrategias teórico-metodológicas aplicadas al caso particular de México en la actualidad y tiene como finalidad crear, en un lapso de 25 años, las condiciones para el desarrollo de la ficología y el inventario de los recursos algológicos del país.

Objetivos generales del PFFM

1. Recuperar, organizar y sistematizar la información dispersa que se ha generado sobre las algas de México, en diferentes lugares y épocas, y tanto por investigadores nacionales como por extranjeros. Obtener así un panorama prospectivo de los recursos ficológicos de la República Mexicana, a fin de consolidar un banco de información disponible para profesionales de la ficología y para estudiantes y personas interesadas en el área.

2. Que el PFFM sirva de marco de referencia teórico-metodológico para los proyectos de investigación sobre algas que se realicen en el país, y de apoyo para con-

TIPO DE ESTUDIO	EJEMPLOS DE CONTENIDO, ORIENTACION Y PROCEDIMIENTOS DE DIFERENTES TEMAS Y PROBLEMAS DE FICOFLORESTICA
Retrospectivo	1. Análisis histórico de Quiénes, Cuándo, Como. Cuánto y Dónde han estudiado la ficoflora de país en general, de una región o cuenca en particular o especialmente de una localidad . A. Obras publicadas, orientaciones y fechas. B. Especies reportadas C. Localidades y estaciones trabajados D. Problemas taxonómicos, ecológicos, etc. encontrados. E. Métodos utilizados, etc.△
Prospectivo	1. Estudio ficoflorístico de una región o localidad. Objetivos: A. Caracterización fisiográfica preliminar B. Determinación y caracterización de los ambientes generales y/o particulares. C. Lista florística preliminar. D. Evaluación de las necesidades y posibilidades de plantear otros estudios intensivos, extensivos o exhaustivos en la región o localidad y sus relaciones con otras regiones o localidades.
Intensivo	1. Variación estacional de la ficoflora de la región o localidad y su relación con los cambios en los valores o combinaciones de los factores ambientales. 2. Caracterización y dinámica de las comunidades de los diferentes ambientes de la región o localidad en función de los gradientes mesológicos y la plasticidad adaptativa de las especies . 3. Taxonomía y variación fenotípica y biología de los iope's más significativos e importantes.
Exhaustivo	1. Solución a través de revisiones monográficas de los problemas taxonómicos y momenclaturales de algunas especies significativas o importantes. 2. Ciclos de vida de las especies significativas o imp. 3. Ecofisiología y proceridad de algunas especies sign. o imp. 4. Especies de importancia económica de la región o loc. 5. Análisis químicos cualitativos y cuantitativos de algunas especies de la reg. o loc. 6. Efecto de la variación de algunos factores ambientales sobre el crecimiento, reproducción, etc. de algunas spp.
Extensivo	1. Estudio florístico ecológico comparativo de la ficoflora de la región o localidad con regiones o localidades similares o contiguas. 2. Caracterización y dinámica de las comunidades de los ambientes similares o contiguos en una o varias regiones o localidades. 3. Taxonomía ecológica y distribución de los grupos naturales o taxones más importantes o significativos.

Figura 13.

solidar y ampliar la infraestructura necesaria para la investigación ficológica en México.

3. Coordinar a investigadores e instituciones interesados en trabajar con los diferentes aspectos de la ficología en México, de tal manera que sea posible una adecuada colaboración y un intercambio tanto de información como de recursos humanos y materiales. Lograr, a través de esto, un conocimiento más profundo y una mejor utilización de los recursos ficológicos del país. Además, colaborar con otras instituciones mexicanas en el desarrollo de nuevos proyectos de investigación, principales o colaterales, que se puedan desarrollar complementaria y simultáneamente con el inventario ficológico.

4. Proponer mecanismos para el diseño de estrategias y métodos de trabajo en ficoflorística, que permitan profundizar en el conocimiento y en la descripción de la flora algal, así como explicar los cambios y la dinámica de las floras de las diferentes regiones del país. Estos métodos de trabajo deberán, asimismo, ayudar a detectar, jerarquizar y abordar los diferentes problemas conceptuales, contextuales y metodológicos (taxonómicos, ecológicos y biogeográficos) relacionados con la ficología, y deberán poderse utilizar como criterios de evaluación de las algas como recurso real y potencial.

5. Promover e instrumentar actividades organizadas para la formación permanente de personal altamente calificado en el área de la ficología, con especial énfasis en aspectos ficoflorísticos. Además, planear e impartir cursos de licenciatura y posgrado, proyectos escolares de investigación, etc., que atiendan simultánea y complementariamente la especialización y la formación integral de nuevos ficólogos.

6. Generar conocimientos básicos en las áreas de taxonomía, ecología, evolución y biogeografía de las algas, para contribuir con ello al desarrollo y la consolidación de una teoría del conocimiento biológico, en general, y ficológico, en particular, propio, coherente y pertinente, que permita un desarrollo teórico-metodológico adecuado a nuestro contexto científico.

Estrategia metodológica del PFFM

Para lograr los objetivos de un programa tan extenso y complejo, tratando de ser consecuentes con las conclusiones de los

análisis contextuales y con las concepciones y estrategias de la PFD, se decidió establecer tres criterios de sectorización del PFFM: I. El espacio, la extensión y las características del territorio mexicano. II. Las necesidades y posibilidades en la generación de conocimientos. III. El tiempo considerado para su realización.

I. Criterios de sectorización, organización y planeación en el espacio. División del país en regiones. Justificación e implicaciones

Los recursos ficológicos mexicanos son abundantes y de una diversidad sorprendente. Esto se debe a la gran variedad de ambientes propicios con los que cuenta el país, gracias a su extensión, a su posición geográfica y a su fisiografía (tiene 12 000 km de costa, un escurrimiento promedio anual de 360 000 millones de metros cúbicos e infinidad de cuerpos de agua de distintos tipos y orígenes). El PFFM pretende integrar el primer panorama general que de este recurso se tenga en el país, así como conocer la dinámica de las poblaciones algales, tanto espacial (distribución, ecología) como temporalmente (variación en el tiempo), sin perder de vista el panorama existente de dicho recurso. Resulta obvio que para lograr los objetivos de un programa tan amplio ha sido necesario dividir el país para fines prácticos y de planeación. Para ello se consideraron los siguientes criterios posi-

bles de sectorización y delimitación:

1. Delimitación arbitraria, cuadriculando al país, mediante coordenadas, dividiéndolo en cierto número de áreas o sectores de cierto tamaño, con base, por ejemplo, en criterios estadísticos.

2. Delimitación usando como base la división política existente.

3. Delimitación por áreas más o menos naturales, utilizando como criterio las características naturales de las regiones, por ejemplo fisiografía, geomorfología o tipo de suelo; hidrología, clasificando a los cuerpos de agua según sus orígenes, importancia, dimensiones, uso, etc.; elementos climáticos, tipos de vegetación, etc.

Tomando en cuenta las características de las algas, los objetivos del PFFM y la conveniencia de trabajar integralmente la información sobre la ficoflora, es decir, trabajar todos los ambientes algales de un área o región natural, se llegó a la conclusión de que la primera gran división relevante del país debería hacerse con base en una combinación de criterios fisiográficos, hidrológicos y climáticos, es decir de mega y macro factores ambientales. Esto posibilita hacer interpretaciones ecológicas generales, definir y delimitar las floras a distinto nivel (de una región, de una localidad, una cuenca, etc.) y detectar problemas relevantes (específicos) de dichas áreas o regiones naturales.

En el caso de las algas de ambientes continentales, se decidió dividir al país en las siguientes cinco regiones: (Figura 14)

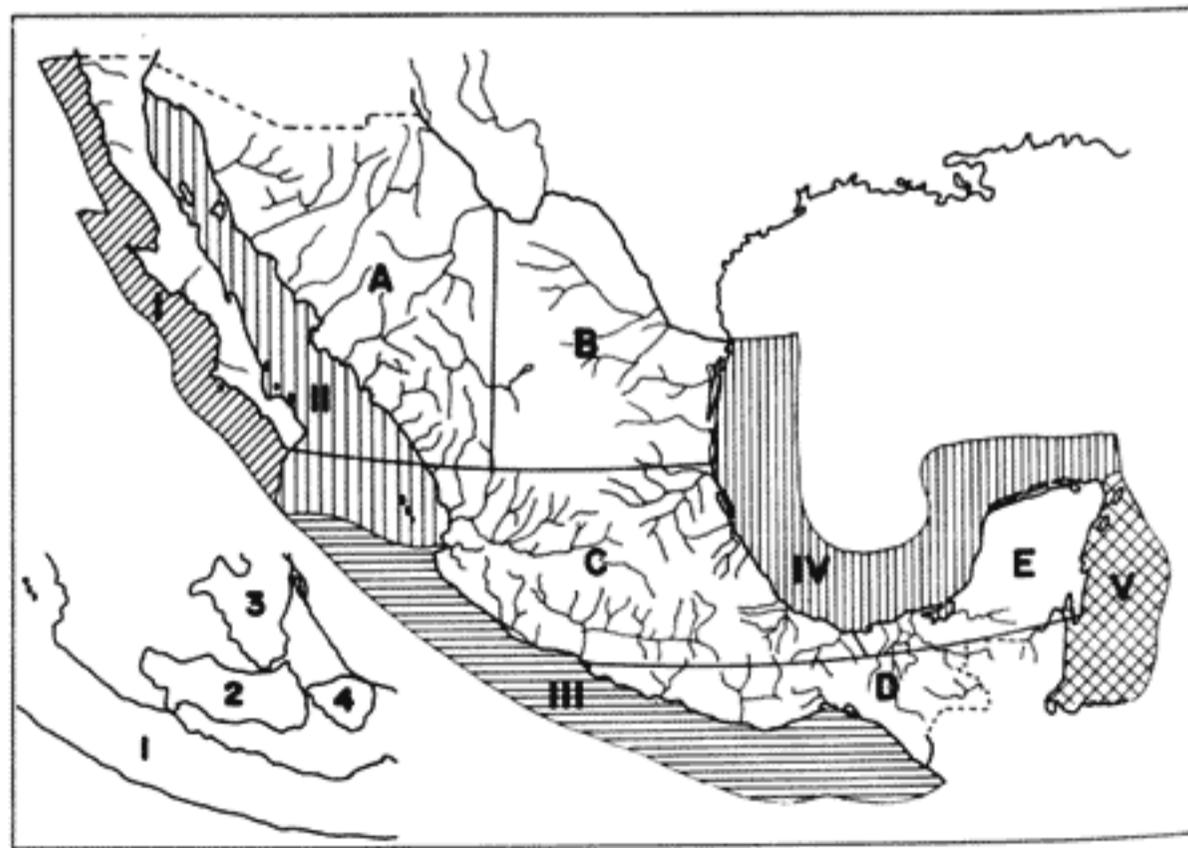


Figura 14.

1. Región noroeste (105° y 107° longitud oeste) que comprende Baja California, Sonora, Sinaloa, parte de Chihuahua, Durango y Nayarit.

2. Región noreste (97° y 105° longitud oeste) limitada al sur en los 22° de latitud norte; incluye parte de los estados de Chihuahua, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Coahuila, Aguascalientes y Guanajuato.

3. Región centro (18° y 22° latitud norte) comprende los estados de México, Tlaxcala, Puebla, Jalisco, parte de Veracruz, Morelos, Tamaulipas, Nayarit, Colima, Michoacán, Oaxaca, Guerrero, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y el D.F.

4. Región sureste (86° y 96° longitud oeste) delimitada al sur a los 18° de latitud norte, comprende los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tabasco y parte de Veracruz.

5. Región sur (90° y 102° longitud oeste y 16° latitud norte) comprende los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas y parte de Veracruz.

En el caso de las algas marinas, debido a las largas y heterogéneas líneas de costa que en su conjunto, como ya se dijo, suman más de 120 000 km, se decidió considerar también cinco regiones: Pacífico norte o de Baja California, Golfo de California o mar de Cortés, Pacífico tropical mexicano, Golfo de México y Caribe.

Estas regiones son tan amplias y el territorio nacional tan accidentado, que cada una es muy diferente de las demás y tendrá que ser trabajada independientemente, con metodologías y estrategias específicas. La integración permanente de las floras de todas las regiones irá enriqueciendo el inventario ficoflorístico del país.

Otro aspecto, secundario en cuanto al objetivo de estudio, pero fundamental en cuanto a la realización del trabajo, fue elegir en cuál de las cinco regiones se iniciaría el PFFM. Los argumentos giraron en torno a lo más práctico, se evaluaron las distancias, las facilidades y posibilidades para realizar el trabajo, y la obtención de medios (transporte, viáticos, etc.). Se decidió iniciar el trabajo en la región central; esta elección permitía cubrir los objetivos en un plazo menor que en las otras regiones, comenzando por las áreas de fácil acceso, y cubrir las otras posteriormente cuando las condiciones tanto académicas (avance del proyecto, formación de personal, etc.) como materiales (infraestructura, presupuesto, etc.) hubie-

ran mejorado. Así pues, se decidió que los proyectos del PFFM del Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias se abocaran principalmente a los estudios florísticos, ecológicos y taxonómicos de las algas de la región central de México, tanto en el área continental como en la marina, al tiempo que se promovería que otras instituciones, grupos de investigación o personas de las otras regiones se incorporaran a la estrategia de integración de la ficoflora de México, propuesta en el PFFM, y trabajaran sus propias regiones.

La región central

Ubicación y caracterización general. La región central está comprendida entre los 18° y los 22° latitud norte y entre los 94° y 106° longitud oeste. Se ubica, desde el punto de vista biogeográfico, en la transición de las regiones neártica y neotropical, y fisiográficamente entre el Eje Neovolcánico Transversal, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre Oriental, la Llanura Costera del Golfo y la Sierra Madre del Sur, por lo que tiene una gran variedad de climas y vegetaciones. Comprende los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo, Veracruz, Puebla, Morelos, México y el D.F.

Criterios de sectorización de la región central.

Como vimos, la región central es extensa y heterogénea; las algas y ambientes algales, diversos y abundantes y con escasos trabajos ficoflorísticos realizados en ella. Si queríamos hacer una flora representativa y al mismo tiempo tener unidades de comparación dentro de la misma región para poder analizar los resultados con profundidad, era necesario sectorizar de manera que se pudiera hacer un trabajo prospectivo y, simultáneamente, definir y delimitar las unidades derivadas de la sectorización, también con criterio prospectivo, pero sin descartar cualquier derivación o sectorización a niveles más finos.

Esto nos condujo a tomar la decisión del segundo gran criterio de sectorización, ahora en una de las cinco regiones. La propuesta fue la división en cuencas. La división del estudio de una región en cuencas hidrológicas, para fines metodológicos, es una manera práctica de traba-

jar, además de que cada cuenca representa un grupo de cuerpos de agua comunicados que están delimitados más o menos naturalmente (no necesariamente la delimitación ha de coincidir con criterios geográficos y políticos), en los que se esperaría encontrar una composición ficoflorística similar y más o menos relacionada. Una cuenca es, entonces, una unidad más o menos discreta en la superficie terrestre; un área de terreno con límites naturales que se encuentra dentro de una red fluvial o limitrofe a ella, frecuentemente interconectada a través de un río principal, que generalmente desemboca al mar, y con característica y problemática particulares. Dentro de este criterio se incluyen varios de los otros criterios como son el clima, la vegetación, el suelo, etc. El estudio biológico de las cuencas hidrológicas es fundamental para la planificación integral y el manejo sostenido del espacio y los recursos, y para disminuir los riesgos de las cada vez más frecuentes catástrofes ambientales ocasionadas por la falta de conciencia, pero sobre todo, de información.

La región central se dividió naturalmente, desde el punto de vista hidrográfico, en las diferentes cuencas que la constituyen: cuenca del Valle de México, cuenca del río Moctezuma-Pánuco, cuenca del río Papaloapan, cuenca del río Balsas y cuenca de los ríos Lerma-Santiago.

La primera es una cuenca endorreica que después fue abierta artificialmente y las cuatro últimas son grandes cuencas exorreicas. También hay una serie de cuencas pequeñas tanto del lado de la vertiente del Golfo como del lado de la vertiente del Pacífico.

Las cuencas de los ríos Pánuco y Papaloapan, son independientes y claramente delimitados con respecto a las otras. En cambio la separación de las cuencas de los ríos Balsas, Lerma y Santiago y la del Valle de México presentan dificultades debido a las diferentes relaciones que tienen, por lo que frecuentemente se hace necesaria una delimitación arbitraria. Por una parte, es obvio que aun una cuenca representa una superficie de muestreo de gran magnitud. La cuenca del Papaloapan tiene un área de 46,517 Km², la del Pánuco un área de 84,956 Km² y la del Lerma-Balsas un área de 240,937 Km². Y por otra parte, cada cuenca tiene características orográficas, hidrográficas, climáticas, etc. particulares, que hacen necesario hacer un estudio integral de ca-

Integraciones	Prospectiva Caracterización General Preliminar ficoflorística	Intensiva Definición y Delimitación	Extensiva Análisis Ficoflorístico Comparativo
Tópica	Unidades tópicas - punto de colecta - estación - localidad - región	Unidades tópicas - estudio ficoflorístico en diferentes regiones (en el tiempo) - establecimiento de patrones de distribución de cada unidad tópica	Unidades tópicas - otros estudios biogeográficos - estudios paratónicos
Típica	Unidades típicas - asociación micro ambiente - comunidad ambiente particular ambiente general ambiente complejo macro ambiente	Unidades típicas - estudios ficoflorísticos (en diferentes regiones en el tiempo) - establecimiento de patrones y unidades	Unidades típicas - integración y generalización de ambientes algales - otros estudios ecológicos - estudios partípicos
Tónica	Unidades tónicas - individuo formas - organismo variedad - población especie - especies género familia orden clase división	Unidades Tónicas con criterios taxonómicos autoecológicos y biológicos - estudio de especie (en el tiempo, regiones y ambientes) - establecimiento de patrones estructurales básicos (Unidades tónicas)	Taxa y otras unidades - revisiones y/o estudios monográficos - otros estudios taxonómicos - otros estudios sobre la biología de las especies - estudios paratónicos

Figura 15.

da una para diseñar la metodología de trabajo específico para cada caso.

Así pues, es necesario el estudio regional de las cuencas hidrológicas y el estudio particular de cada uno de sus distintos ambientes permanentes o temporales: ríos, lagos, lagunas, charcos, suelo, etc. cuya problemática ficoflorística es específica. Los ambientes pueden ser elementos de comparación e integración entre diferentes cuencas.

II. Criterios de sectorización, organización y planeación en la generación de conocimientos, en función de las necesidades y posibilidades del PFFM

Bajo este criterio se decidió dividir el trabajo en tres proyectos simultáneos o líneas permanentes de investigación, complementarias e interdependientes, de tal forma que el PFFM permita que sus participantes, y en general cualquier investigador de otra institución, puedan generar y manejar la información interactivamente en las tres líneas o vertientes (Figura 15):

1. Estudios sobre floras regionales. Mediante este tipo de proyectos de orientación tónica, se pretende obtener los inventarios

ficológicos, es decir la información, sobre todo cualitativa, acerca de la diversidad del panorama ficológico y su distribución en el espacio y en el tiempo.

2. Estudios sobre ambientes algales. Mediante este tipo de proyectos de orientación típica, se pretende obtener información detallada acerca de las diferentes condiciones mesológicas y comunidades algales de dicho panorama ficológico.

3. Estudios sobre taxonomía y biología de grupos naturales. Mediante este tipo de proyectos de orientación tónica, se pretende obtener información detallada acerca de especies más significativas o importantes en la flora, su taxonomía, biología, ecología, etc. En virtud de lo anterior, en el PFFM cada uno de los miembros participantes se ha especializado, y está trabajando al mismo tiempo, en algún grupo taxonómico particular, en el estudio de un ambiente algal y en el conocimiento de una región. El resultado es una retroalimentación permanente en todos los proyectos del programa. Es decir, cada vertiente (línea o proyecto) dentro del programa permite extrapolar la información generada, los procedimientos y resultados a las otras vertientes. Esto de ninguna manera significa que cada persona del proyecto pueda tener la capacidad

de resolver todos los problemas de todas las algas. La resolución de problemas taxonómicos, ecológicos y biogeográficos a menudo requiere de equipos interdisciplinarios; pero esta forma de trabajo implica una preparación sólida y una formación integral en ficología y biología.

III. Criterios de sectorización, organización y planeación en el tiempo

Para lograr los objetivos a corto, mediano y largo plazo del PFFM, fue necesario dividir el tiempo mínimo estimado de 25 años en etapas o fases de 5 años aproximadamente. En todas las fases se realizan una serie de actividades diferentes pero complementarias, de tal manera que la diferencia entre las fases está dada por el énfasis de las actividades y no por las actividades mismas. El tránsito de una etapa a otra ha ido ocurriendo gradualmente a medida que se ha acumulado la información, ampliado la infraestructura y mejorado la organización (Figura 16).

Etapas

1a. etapa. El único momento bien delimitado y de clara referencia fue el inicio de

esta primera fase, en la que se trabajó con mayor intensidad para echar a andar el Laboratorio de Ficología, estructurar el programa y capacitar al personal que participaría en el proyecto. Es importante resaltar que en el caso de nuestro laboratorio era tan importante crear la propia infraestructura, como sentar las bases de la ficología como campo de trabajo en México; por ello algunas de las actividades que desarrollamos tienen quizá un impacto un tanto diferente de las que se realizan en cualquier laboratorio de ficología de un país con tradición ficológica. Hemos diseñado desde la metodología gruesa del trabajo de campo, la organización del laboratorio y las estrategias de publicación hasta la rutina diaria de cada una de las actividades. En esta etapa también se planearon los estudios prospectivos de localización, reconocimiento y colecta en diferentes regiones, para obtener las listas florísticas preliminares y determinar la homogeneidad de la ficoflora. Una vez hecho esto fue posible seleccionar y ordenar las localidades y diseñar las estrategias de colecta a corto, mediano y largo plazo.

2a. etapa. Análisis florísticos regionales, elaboración de catálogos e identificación de problemas taxonómicos. A la vez que se han elaborado las listas de varias localidades de una misma zona, se han integrado también las listas regionales. Esto ha permitido avanzar en el análisis de la flora, aumentando paulatinamente el área de estudio hasta completar la región central del territorio nacional. Al mismo tiempo se han elaborado nuevas listas y catálogos y se han actualizado los primeros. Esta acumulación de datos tanto de campo, como de laboratorio, ha permitido la identificación de algunos problemas interesantes de la biología de las algas.

3a. etapa. Estudios de la biología de

algunas especies. La información acumulada en las fases anteriores y la infraestructura lograda han posibilitado la selección de líneas específicas de investigación relacionadas con la reproducción, distribución, dispersión, ciclos de vida, etc. El trabajo en esta etapa ha podido dirigirse en dos sentidos: el análisis de aspectos de la biología de un taxón en varias regiones o el análisis de las interrelaciones de varias especies en una región.

4a. etapa. Integración de las fases anteriores. Con los catálogos de distintos tiempos y localidades y los estudios relativos a la biología de algunos grupos algales representativos, se podrá plantear la elaboración de floras regionales con especial referencia a la dinámica biológica de las algas tanto espacial como temporalmente. Se cuenta ya con la información e infraestructura necesarias para hacer trabajo taxonómico profundo que culmine en monografías y revisiones.

5a. etapa. En esta fase se analizarán las cuatro etapas anteriores con el objeto de plantear nuevas finalidades y objetivos. Por tanto, la metodología y la estrategia de trabajo para esta etapa, se diseñará de acuerdo con las nuevas finalidades y posibilidades con que se cuenta.

La evaluación del trabajo pasado y presente es una de las actividades fundamentales de cada una de las fases, y una vez cubierto el plazo fijado para los objetivos a largo plazo, será indispensable hacer una evaluación global del trabajo realizado, para utilizarlo como antecedente en el planteamiento de nuevos objetivos y líneas de trabajo dentro de la ficología en México.

Estructura General de PFFM

El programa está basado en dos líneas permanentes y proyectos generales de in-

vestigación que se complementan y a partir de los cuales se derivan todos los proyectos particulares, colaterales, y de integración (Figura 17). Tomando en cuenta la amplitud de las investigaciones a realizar por cada proyecto, se han sectorizado subsecuentemente según la intención y el grado de avance, en los proyectos de tipo retrospectivo, prospectivo, intensivo, exhaustivo y extensivo que ya he descrito anteriormente.

Líneas permanentes de investigación

- Floras regionales con orientación tónica
- Ambientes algales con orientación tónica
- Grupos naturales con orientación tónica

Proyectos permanentes

- Flora ficológica de la cuenca del río Balsas
- Flora ficológica de la cuenca del río Pánuco
- Flora ficológica de la cuenca del río Papaloapan
- Macroalgas del Pacífico tropical mexicano

Proyectos particulares

Son proyectos eventuales, circunscritos a un problema ficoflorístico, limitado a un espacio o tiempo, a un tipo de ambiente algal, o a un grupo taxonómico y derivados de las líneas y proyectos permanentes de investigación (ver bibliografía).

Proyectos colaterales

Dentro del PFFM es posible realizar proyectos que desarrollen temas complementarios o accesorios a las líneas permanentes de investigación sin afectar la estructura general. Estos sirven de vínculo con otras instituciones, pueden ser individuales o colectivos y, aunque generalmente son eventuales y exhaustivos, pueden dar lugar a proyectos intensivos y extensivos, con posibilidades, si es necesario, de transformarse en permanentes. Algunos de los proyectos colaterales en desarrollo son:

- Macroalgas del mar Caribe
- Macroalgas de las islas del Golfo de California
- Macroalgas de las islas del Pacífico mexicano
- Gelidiales del Pacífico americano

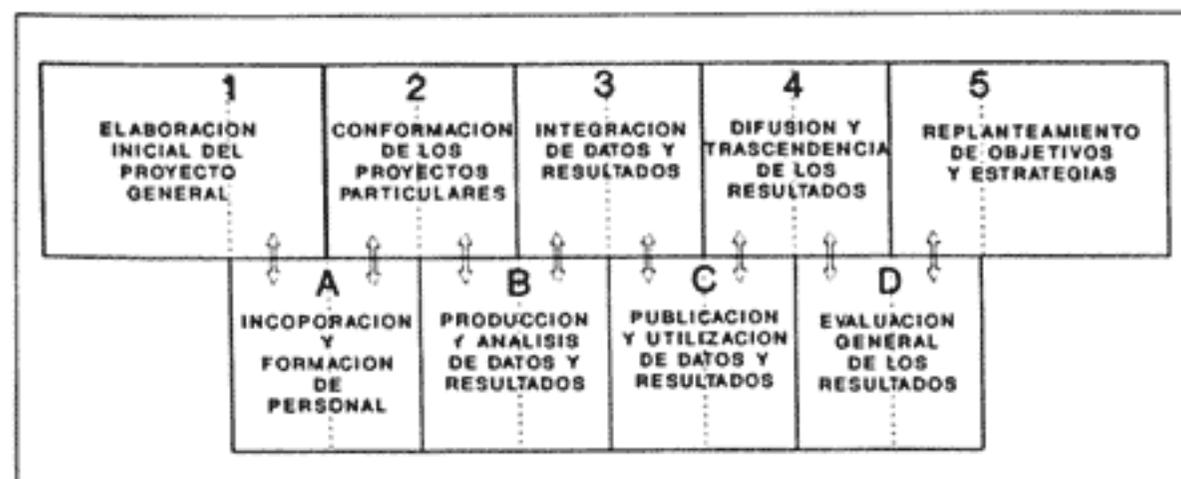


Figura 16.

Proyectos de integración

Por las relaciones entre los proyectos y las líneas comunes de investigación, es posible realizar proyectos extensivos de comparación, análisis y síntesis. Estos proyectos integran las propuestas generadas en los proyectos particulares y colectivos, eventuales y permanentes, y desarrollan aproximaciones epistemológicas y metodológicas para ser utilizadas en todos los proyectos del Programa:

- Ficoflora dinámica. Fundamentos epistemológicos y estrategias metodológicas para la integración ficoflorística de regiones, ambientes algales y grupos taxonómicos.
- Análisis biomatemático de la flora ficológica y elaboración de modelos descriptivos explicativos y predictivos.
- Evaluación y sistematización de la información de los recursos ficológicos de México para su uso y manejo.

Consideraciones finales y perspectivas

Conocer la ficoflora es importante, porque para poder usar cualquier recurso, primero hay que saber que existe y que está disponible, y porque la participación humana en el uso y manipulación de los recursos biológicos altera a éstos profunda y permanentemente. La taxonomía y los inventarios no son cosas del pasado,

son laboriosos ordenamientos y registros del presente, para necesidades futuras. La ecología y la biogeografía tienen un valor preponderante en el conocimiento de la ficoflora, ya que ayudan a conocer, explicar y predecir dónde, cuándo, y cómo se puede contar con ella, y en qué cantidad, aspectos importantes para la utilización del recurso.

En este trabajo, por lo tanto, lo importante no es la complejidad o actualidad de los distintos conceptos y términos, sino su pertinencia en la ficología y, en general, en la biología y lo oportuno de su aplicación en la ficoflorística en México. Desde luego las discusiones no han terminado ni se han agotado las propuestas. El tiempo es el que determinará la verdadera magnitud de este proyecto, la trascendencia de sus concepciones, métodos y resultados. De cualquier forma es evidente que esta propuesta, alternativa para el conocimiento de la flora ficológica de México, ha permitido: ampliar las posibilidades de desarrollo integral de la ficología en nuestro país y no sólo en aquellas áreas que actualmente están de moda en los centros científicos de los países desarrollados; generar procedimientos, metodologías y técnicas adecuados a la problemática de los estudios florísticos, por regiones, ambientes y grupos taxonómicos; cumplir con los objetivos inventariables mínimos de nuestros recursos algales; caracterizar va-

rias provincias o regiones fíco-geográficas y algunas zonas de transición entre ellas; identificar los problemas taxonómicos ecológicos y biogeográficos, y, sobre todo, quizás lo más importante, al formar a personal especializado, gran parte del cual trabaja actualmente en ficología en otras instituciones con proyectos de investigación surgidos o vinculados al PFFM. Al elaborar y trabajar alrededor de un programa nacional de inventario de especies y comunidades algales, las perspectivas a mediano plazo están claramente definidas en el cumplimiento de los objetivos propuestos en cada uno de los proyectos particulares actualmente en desarrollo. Los proyectos permanentes ampliarán la cobertura de sus colectas y del material revisado, para contribuir sustancialmente en la realización de la ficoflora de la región central. A largo plazo, el desarrollo del programa podrá hacerse extensivo a otros grupos taxonómicos, ambientes algales y regiones del país.

Por último, al reconocer la importancia de la multidisciplinaria y su interrelación, respetar y evaluar adecuadamente tanto a los estudios detallados y reduccionistas con enfoques parciales y fragmentarios, cuanto a los estudios generales y globalizadores cuyo nivel de integración deja por fuera el detalle, se ha generado la posibilidad de utilizar al PFFM, como punto de partida y referencia para conformar otros proyectos de investigación nacionales o regionales que articulen las diferentes opciones de conocimiento y actividades profesionales de la ficología. Los proyectos de coordinación e integración nacional y regional más importantes que será necesario consolidar son:

- Proyectos de exploración y colecta de las diferentes regiones, ambientes algales y grupos taxonómicos.
- Proyectos de coordinación nacional y regional de herbarios y colecciones, bibliotecas, etc.
- Proyectos de integración de centros de informática para la sistematización de la información y de los resultados en bases de datos e inventarios.
- Proyectos de evaluación y manejo integral de recursos ficológicos.
- Proyectos de docencia que permitan estructurar y reestructurar los planes y programas de estudio de los diferentes niveles educativos (licenciaturas y posgrados) de tal forma que éstos permitan informar, formar y capacitar a los egresados sobre las algas en México, su importancia como recurso,



Figura 17.

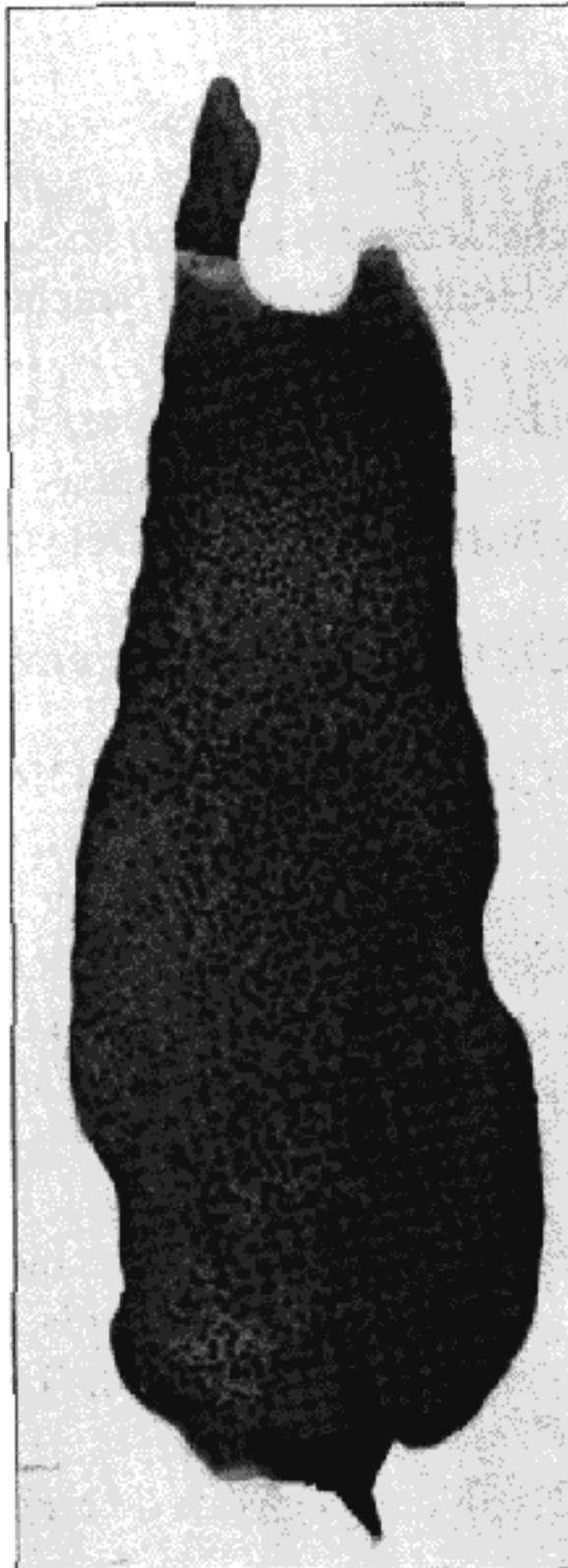
sus problemas y las alternativas de manejo y de conservación.

Reconocimientos y agradecimientos

La concepción, el diseño, la estructura original y la coordinación general del proyecto han sido mi responsabilidad; sin embargo es importante y justo destacar que todo el personal que ha estado eventual o permanentemente en el Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias de la UNAM ha participado en su implementación, rediseño y actualización (basta revisar los trabajos y tesis para percatarse de ello). Quiero destacar especialmente la colaboración y corresponsabilidad de: Rosa Luz Tavera Sierra, Michele Gold Morgan, Gustavo Montejano Zurita, Eberto Novelo Maldonado y Deni Rodríguez Vargas; sobrevivientes a las múltiples crisis locales y globales de aquella generación y actualmente profesores de carrera del laboratorio. Quiero también distinguir a: Hilda León, Ma. Esther Meave del C., Carlos Candelaria Silva, Josefina Avila Nava, Daniel León Álvarez, Elisa Serviere Zaragoza, Lourdes Navarro, Ligia Collado Vides, Javier Carmona, Enrique Cantoral, Dalila Fragoso y Francisco Valadez de la segunda, tercera, cuarta y quinta generación y actualmente miembros del laboratorio como personal de carrera, becarios, etc. Y por último a los que por algún motivo ya no están Alfredo Chozas Sala, Laura Martinell Benito, Carmen Flores Maldonado, Roberto Margain Hernández, Francisco Flores Pedroche, Laurel Treviño, Abel Senties, e incluso a los que cruzaron el pantano sin mancharse.

A todos ellos deseo hacer por este medio un merecido reconocimiento y un profundo agradecimiento por su tolerancia y apoyo, e incluso por su presión y sus críticas y, sobre todo a los primeros, por el ejemplo de solidaridad en la amistad y en el trabajo, sin la cual no hubiera sido posible ni proyecto ni laboratorio ni IGG.

Es importante asimismo, resaltar el apoyo desinteresado y oportuno de muchos ficólogos del extranjero que en distintas formas y distintos tiempos nos han ayudado y estimulado académicamente y que han incidido definitivamente en el desarrollo del PIFM del Laboratorio de Ficología y de sus integrantes; quiero mencionar particularmente, y por justicia, a las personas que más influyeron directa o



Rodoglossum coriaseum (Daw.)

indirectamente en la consolidación de este proyecto colectivo:

Dr. Paul C. Silva de la Universidad de California, Berkeley USA, Dr. John West de la Universidad de California, Berkeley USA, Dr. Pierre Bourrelly del Museo de Historia Natural de Paris, Francia, Dr. Richard C. Starr de la Universidad de Texas Austin, Texas USA, Dr. Carlos E. M. Bicudo, Instituto de Botánica. Sao Paulo, Brasil, Dr. Jiri Komarek de Trevon, Checoslovaquia. ♦

Bibliografía

Por la intención de este artículo, se incluyen como información complementaria las citas de los trabajos, tesis, ponencias,

seminarios, etc. relacionados con el PIFM realizados en el Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

- González-González, J., 1980, *Análisis retrospectivo y perspectivas del Programa Flora Ficológica de México*, Seminario-Taller Conjunto USA-México sobre los avances de la ficología en ambos países, CONACYT-NSF(USA), Méx., D.F. Mimiografiado 32 pp.
- González-González, J., 1983, *Ficoflora Dinámica. Seminario de Investigación del Departamento de Biología, Fac. de Ciencias, UNAM 1983*, mimiogr. 27 pp.
- González-González, J., 1985, *Conception and strategy for the integration of a National Phycoflora*, Abstracts 2nd International Phycological Congress. Copenhagen, Dinamarca.
- González-González, J., 1985, *Proyecto Flora Ficológica de México*, Seminario de investigación del Departamento de Biología, Fac. de Ciencias. UNAM 32 p.
- González-González, J., 1987, Las Algas de México, *Ciencias* No. 9:16-25
- González-González, J., 1991, Los procesos transformados y los procesos alterados: Fundamentos para una teoría procesual del conocimiento biológico, *UROBOROS* 1 (2):45-90
- González-González, J., M. Gold y R. Tavera, 1990, The importance of the manifestation form in taxonomic, ecological and geographical studies. Abstracts Annual Meeting of the Phycological Society of America, *Journal of Phycology* 26 (2):11
- González-González, J., H. León, A. Chozas, C. Candelaria, D. León y E. Serviere, 1987, *Banco de información automatizado de la colección del programa Flora Ficológica de México*, Resúmenes X Congr. Mex. de Bot. Guadalajara, Jal. Méx. p. 475
- González-González, J. y E. Novelo, 1986, Algas, In: Lot, A. y F. Chiang (Comps.) *Manual de Herbario*, Consejo Nacional de Flora de México. p. 47-54.
- González-González, J. y M. E. Sánchez, 1981, *Flora ficológica de México*, Resúmenes del VIII Congr. Mex. de Bot. Morelia, Mich. p. 406
- González-González, J. et al., 1978, *Project Phycological Flora of México*, 30th Annual AIMS Meeting. Phycological Society of America, Oklahoma State. University, Stillwater, OK., USA.
- Huerta M., L., 1978, Vegetación Marina Litoral. In: J. Rzedowski (ed.) *Vegetación de México*, Ed. Limusa. México. p. 328-340.
- Novelo M., E., 1985, *Ficoflora dinámica del suelo del Valle de Tehuacán, Puebla*, Tesis Maestría, Fac. de Ciencias. UNAM
- Ortega M., M., 1984, *Catálogo de algas continentales recientes de México*, UNAM 566 p.
- Rodríguez V., D., 1989, *Gelidiales - Rhodophyta: una contribución a la flora tónica del Pacífico Tropical Mexicano*, Propuesta teórico-metodológica a partir de la teoría de procesos alterados, Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias, UNAM México. 397 pp.