

AutORIZADO  
P. Interbiblioteca  
caro

ROJO

TESIS
0673
T.1

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Facultad Ciencias de la Educación

Departamento de Didáctica de la Ciencias Experimentales



El concepto de biodiversidad: un nuevo contenido de Ecología en la  
Educación Secundaria

Irma Sofía Salinas Hernández

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
GRANADA
Nº b. 1338532x
Nº i. 16374320

TESIS DOCTORAL

Granada, 2002



El concepto de biodiversidad: un nuevo contenido de Ecología en la  
Educación Secundaria

Memoria presentada para aspirar al grado de Doctor por:



Irma Sofía Salinas Hernández

Bajo la dirección de:



Dr. Francisco González García



Granada, 2002

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera muy especial y en primera instancia a quienes me brindaron esta oportunidad excepcional e hicieron posible mi estancia en Granada, así como la culminación de mi doctorado, a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través de la DGLA Subdirección de Becas y a la Universidad de Granada, España, a través de la Oficina de Relaciones Internacionales por la beca que tuvieron a bien otorgarme en el marco del Convenio de Colaboración Académica, especialmente a la Lic. Ethel Villanueva (UNAM), a la Lic. Ana María Waca (UNAM) y a Elena Marañón (UGR).

Asimismo, a mi director de tesis y amigo, Dr. Francisco González García, por la confianza y ánimo que me ha brindado desde el primer momento de mi llegada a Granada, pero sobre todo por su gran apoyo y ayuda para la culminación de esta tesis y por haberla dirigido acertadamente.

**¡Mil gracias Paco!**

Al profesora Bióloga Francisca de la Torre Benítez por su valiosa colaboración para poder llevar a cabo el estudio de aula.

Al Dr. José Antonio Naranjo Rodríguez, por su ayuda en el tratamiento estadístico de los datos, apoyo y optimismo siempre presente.

Al Dr. Luis Cruz Pizarro, por el material bibliográfico facilitado referente a Ecología y por su afable acogida en el Departamento de Biología Animal y Ecología, Facultad de Ciencias.

Al departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, especialmente a los Doctores: Manuel Fernández, Pedro Álvarez y Saturno Ramírez, a Joaquín García y al Dr. Mariano G. Fernández por llenarme de ánimo y regalarme durante cada día de mi estancia una sonrisa.

Y por último, a todas aquellas personas que siempre han confiado en mí, especialmente a las Familias Verges Hernández y Verges Lozada y a quienes me hicieron más placentera mi estancia en tan bella ciudad y con quienes he compartido, algo más que momentos inolvidables: Andrés Acosta, Ma. Carmen López y Miguel Rodríguez. Asimismo a mi familia de RESA: Francisco Martín y Carlos Mellado por la grata compañía durante todos estos años. Por último, a todos aquellos amigos de Graná, españoles y extranjeros, de quienes siempre guardaré un bonito recuerdo.

## ÍNDICE

PRESENTACIÓN .....	1
I. INTRODUCCIÓN .....	7
I.1. ¿Qué Ecología? .....	9
I.1.1. El campo de investigación ecológico en la actualidad .....	12
I.1.2. Papel de la Ecología ante el actual deterioro ambiental .....	29
I.2. Las concepciones de los alumnos acerca de las nociones ecológicas .....	32
I.2.1. La dimensión organizacional: el problema de la concepción aditiva al medio .....	33
I.2.2. La dimensión causal: el problema de la causalidad mecánica y lineal .....	38
I.2.3. El problema de la concepción estática del medio y el problema de la conservación del objeto de cambio .....	40
I.2.4. La dimensión funcional: el problema de la concepción del medio como un recurso ilimitado .....	43
I.3. La biodiversidad como objeto de estudio de la Ecología .....	46
I.4. Investigaciones educativas sobre la biodiversidad .....	80
II. PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	91
III. METODOLOGÍA .....	107
III.1. Revisión de textos y otros documentos .....	109
III.1.1. Libros de texto de Ecología General .....	110
III.1.2. Libros de texto de Secundaria Obligatoria y Bachillerato .....	112
III.1.3. Programas de estudio de la asignatura de Ecología .....	114
III.1.4. Temarios de oposición para acceder a profesor de Secundaria .....	114
III.2. Cuestionario concepciones previas .....	115
III.2.1. Instrumento de recogida de datos .....	115
III.2.2. Muestra .....	119

III.2.3. Descripción del área de influencia de los centros educativos .....	126
III.2.4. Procedimiento .....	127
III.3. Estudio de aula .....	129
III.3.1. Centro escolar, contexto de aula y sujetos investigados .....	129
III.3.2. Instrumentos empleados .....	136
III.3.2.1. Aplicación del Test de asociación de palabras (WAT) .....	136
III.3.2.2. Producciones de las alumnas. Trabajo de clase: elementos comunes y diferenciales .....	138
III.3.2.3. Grupos de trabajo .....	141
III.3.3. Cuestionarios de evaluación .....	142
III.3.3.1. Cuestionario I. Cuestionario sobre contenidos de Ecología y problemas ambientales .....	142
III.3.3.2. Cuestionario II. Cuestionario sobre problemas ambientales .....	144
IV. RESULTADOS .....	147
IV.1. Ecología y biodiversidad como parte del Curriculum de la Biología .....	149
IV.1.1. Revisión de los libros de texto de Ecología General .....	149
IV.1.1.1. Análisis de libros y tratados de Ecología general .....	151
IV.1.1.2. Enfoque didáctico en los libros de texto de Ecología general .....	162
IV.1.1.3. ¿Cómo han cambiado los contenidos de los libros de texto de Ecología en torno a la biodiversidad o diversidad biológica? .....	165
IV.1.2. Revisión del tema biodiversidad en los libros de texto de Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato .....	175
IV.1.3. Los programas de estudio de la asignatura Ecología en el nivel licenciatura: 1977-2000 .....	181
IV.1.3.1. Revisión general .....	181
IV.1.3.2. Organización del contenido de los programas de estudio revisados .....	195
IV.1.3.3. Métodos de enseñanza en la Ecología .....	197

IV.1.4. Temarios de oposiciones para aspirantes a profesores de Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O).....	201
IV.1.5. Real Decreto sobre las Enseñanzas Mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O) .....	207
IV.2. Cuestionario concepciones previas .....	213
IV.3. Estudio de aula .....	252
IV.3.1. Test de asociación de palabras (WAT) .....	252
IV.3.2. Producciones de las alumnas: práctica de laboratorio, juego y problema ambiental .....	264
IV.3.3. Cuestionarios de evaluación.....	270
IV.3.3.1. Cuestionario I. Cuestionario sobre contenidos de Ecología y problemas ambientales .....	270
IV.3.3.2. Cuestionario II. Cuestionario sobre problemas ambientales .....	284
V. DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS .....	291
V.1. Ecología y biodiversidad como parte del Currículum de la Biología .....	293
V.1.1. Discusión didáctica .....	312
V.2. Cuestionario concepciones previas .....	316
V.2.1. Discusión didáctica .....	335
V.3. Estudio de aula .....	338
V.3.1. Discusión didáctica .....	366
VI. CONCLUSIONES .....	371
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	375

## VIII. ANEXOS

ANEXO I. Material de aula para el estudio de la Ecología

ANEXO II. Juego de relaciones alimentarias

ANEXO III. Práctica de laboratorio: Identificación de egagrópilas

ANEXO IV. Material para el estudio de la biodiversidad

ANEXO V. Estudio del problema ambiental

ANEXO VI. Cuestionarios de evaluación

ANEXO VII. Propuesta de actividades para la enseñanza de la biodiversidad

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Países megadiversos .....	52
Figura 2. Países con mayor biodiversidad en plantas fanerógamas y vertebrados .....	53
Figura 3. Distribución de las especies clasificadas entre los principales grupos de organismos .....	56
Figura 4. Intervalos del valor de la media del CR que muestra la estructura cognitiva presente en las estudiantes del grupo control (n=29) y del grupo experimental (n=49) antes de tratar el tema de ecología y problemas ambientales .....	255
Figura 5. Intervalos del valor de la media del CR que muestra la estructura cognitiva presente en las estudiantes del grupo control (n=27) y del grupo experimental (n=48) después de tratar el tema de ecología y problemas ambientales .....	256
Figura 6. Esquemalizaciones por parte de las alumnas para la representación de la red alimentaria (entre lineal y mapa conceptual, entre lineal y cuadro sinóptico y lineal) .....	266
Figura 7. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas en el grupo control y grupo experimental en el cuestionario I .....	272
Figura 8. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento alto tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.....	273
Figura 9. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento medio tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.....	274
Figura 10. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento bajo tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.....	275
Figura 11. Reproducción de algunas de las redes y cadenas alimentarias de las alumnas representadas en el cuestionario sobre Ecología y problemas ambientales.....	280

Figura 12 y 13. Porcentaje de flora y fauna andaluza señalada por las alumnas del grupo control y grupo experimental en el cuestionario aplicado sobre problemas ambientales .....	287
Figura 14. Porcentaje de los beneficios obtenidos de la flora y fauna andaluzas señalados por las alumnas del grupo control y del grupo experimental en el cuestionario aplicado sobre problemas ambientales .....	289

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Autor y año de publicación de los libros de texto de Ecología General y de las memorias docentes consultadas .....	111
Tabla 2. Editorial y año de publicación de los libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato revisados en cada curso .....	113
Tabla 3. Número de alumnos investigados por nivel educativo y rango de edad .....	124
Tabla 4. Número de alumnos por nivel y centro educativo a los que se les aplicó el cuestionario de conocimientos previos .....	125
Tabla 5. Distribución porcentual de las alumnas de grupo aula que conformaron cada uno de los grupos de rendimiento escolar .....	135
Tabla 6. Tipo de instrumento, actividad y organización de la clase aplicados al grupo control y grupo experimental en el estudio de aula .....	145
Tabla 7. Revisión del contenido de libros de texto de Ecología según diversos autores .....	154
Tabla 8. Temas a los que se les da mayor énfasis tanto en los libros de texto de Ecología como en los programas de estudio y bloques de temas presentados en ambos .....	164
Tabla 9. Información proveniente de los libros de texto de la ESO y Bachillerato en torno al tema de biodiversidad .....	177
Tabla 10. Libros de texto pertenecientes al área Ciencias de la Naturaleza (ESO) en donde se menciona implícita o explícitamente a la biodiversidad, así como el tipo de contenidos y de actividades a las que la enfocan .....	180
Tabla 11. Temarios de oposición para el área Biología y Geología en torno al tema Ecología y biodiversidad .....	203
Tabla 12. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 1. ¿Qué crees que es la biodiversidad? .....	215
Tabla 13. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 1. ¿Qué crees que es la biodiversidad? .....	216
Tabla 14. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 2. Cita los climas que presenta España .....	219

Tabla 15. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 2. Cita los climas que presenta España .....	220
Tabla 16. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 3. Señala los beneficios que nos aporta la biodiversidad .....	223
Tabla 17. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 3. Señala los beneficios que nos aporta la biodiversidad .....	224
Tabla 18. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 4. Nombra algunas especies de flora característica de Andalucía .....	227
Tabla 19. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 4. Nombra algunas especies de flora característica de Andalucía .....	228
Tabla 20. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 5. Nombra algunas especies de fauna característica de Andalucía .....	231
Tabla 21. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 5. Nombra algunas especies de fauna característica de Andalucía .....	232
Tabla 22. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 6. Enumera las causas que consideras que provocan la pérdida de la biodiversidad .....	236
Tabla 23. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 6. Enumera las causas que consideras que provocan la pérdida de la biodiversidad .....	237
Tabla 24. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 7. ¿Qué consecuencias crees que conlleva la pérdida de la biodiversidad?.....	240
Tabla 25. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 7. ¿Qué consecuencias crees que conlleva la pérdida de la biodiversidad?.....	241
Tabla 26. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 8. ¿Cuántas especies de seres vivos se conocen actualmente? .....	243

Tabla 27. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 8. ¿Cuántas especies de seres vivos se conocen actualmente? .....	244
Tabla 28. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 9. ¿Cuál es el país de la Unión Europea que presenta mayor diversidad biológica? .....	247
Tabla 29. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 9. ¿Cuál es el país de la Unión Europea que presenta mayor diversidad biológica? .....	248
Tabla 30. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 10. Enumera los factores que hacen de ese país ser el más diverso .....	250
Tabla 31. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 10. Enumera los factores que hacen de ese país ser el más diverso .....	251
Tablas 32 y 33. Media del coeficiente de relación de palabras del total de las alumnas pertenecientes al grupo control y grupo experimental antes de tratar el tema de Ecología y problemas ambientales .....	253
Tablas 34 y 35. Media del coeficiente de relación de palabras del total de las alumnas pertenecientes al grupo control y grupo experimental después de tratar el tema de Ecología y problemas ambientales .....	253
Tabla 36. Total del número de respuestas diferentes obtenidas por el grupo control para cada palabra estímulo tras aplicar el test de asociación de palabras antes y después del proceso de enseñanza - aprendizaje del tema ecología y problemas ambientales .....	258
Tabla 37. Total del número de respuestas diferentes obtenidas por el grupo experimental para cada palabra estímulo tras aplicar el test de asociación de palabras antes y después del proceso de enseñanza - aprendizaje del tema ecología y problemas ambientales .....	258
Tabla 38. Respuestas y porcentajes de las seis palabras contestadas con mayor frecuencia en el test de asociación de palabras por el grupo control, antes y después de tratar el tema de ecología y problemas ambientales .....	259
Tabla 39. Respuestas y porcentajes de las seis palabras contestadas con mayor frecuencia en el test de asociación de palabras por el grupo experimental, antes y después de tratar el tema de ecología y problemas ambientales .....	260

Tabla 40. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas en el grupo control y grupo experimental en el cuestionario I.....	272
Tabla 41. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento alto tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.....	273
Tabla 42. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento medio tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.....	274
Tabla 43. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento bajo tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.....	275
Tabla 44. Aspectos importantes detectados y porcentaje de los resultados obtenidos de los bloques I y II del cuestionario I realizado por los grupos control y experimental .....	278
Tabla 45. Problemas ambientales con su respectivo porcentaje que afectan a la ciudad de Granada capital según las alumnas pertenecientes al grupo control (n=14) .....	285
Tabla 46. Problemas ambientales con su respectivo porcentaje que afectan a la ciudad de Granada capital según las alumnas pertenecientes al grupo experimental (n=44) .....	286
Tabla 47 y 48. Porcentaje de flora y fauna andaluza señalada por las alumnas del grupo control y grupo experimental en el cuestionario aplicado sobre problemas ambientales .....	287
Tabla 49. Porcentaje de los beneficios obtenidos de la flora y fauna andaluzas señalados por las alumnas del grupo control y del grupo experimental en el cuestionario aplicado sobre problemas ambientales .....	289

# PRESENTACIÓN



## PRESENTACIÓN

En estas primeras páginas se muestra, a manera de preámbulo, la finalidad de cada uno de los capítulos que constituyen esta memoria de investigación con el objetivo de facilitar su posterior lectura.

**Capítulo I.** En este primer apartado se aborda el marco teórico de referencia que se adopta para la intervención educativa, marco que nos traslada a conocer la trayectoria que a través del tiempo han seguido los temas ecológicos, así como los cambios que han sufrido las líneas de investigación en esta rama, razón por la que se denomina al primer punto de este capítulo: ¿Qué Ecología? Sí, ¿Qué Ecología se debe enseñar?, ¿Qué Ecología, holista o reduccionista, integral o no integral?, ¿Qué Ecología se debe contemplar? ¿Qué Ecología perciben y persiguen los diferentes investigadores? Todas estas interrogantes se señalan en dicha sección.

Una vez conociendo las diferentes líneas de investigación y aquellos temas y conceptos ecológicos más relevantes en la Ecología, según diversos investigadores, se procede a conocer las concepciones que presentan los alumnos de Secundaria Obligatoria, nivel educativo de nuestro interés, sobre determinados conceptos ecológicos, los cuales coinciden, en su mayoría, con los que señalan los investigadores del punto anterior. Desde el punto de vista educativo no basta sólo con conocer el tipo de ecología que se enseña o que se pretende abarcar, también es importante y necesario conocer lo que los alumnos saben acerca de conceptos y temas propios de esta rama de la Biología.

Dentro de la Ecología no se encuentran solamente términos como el medio (ambiente); red y cadena alimentaria; papel ecológico que desempeñan los diferentes seres vivos en el ecosistema; transferencia de energía y materia, a través de las relaciones tróficas y de los ciclos biogeoquímicos o el proceso de descomposición, también son importantes y fundamentales las relaciones entre la humanidad y el medio, las cuales se rigen, al parecer, por la demanda social. Es por ello que temas tan en boga, como lo es la biodiversidad, tema que nos incumbe, van adquiriendo con el paso del tiempo y de manera exponencial el interés y preocupación de la humanidad y, es por

esta misma razón que poco a poco, tal y como figura en los resultados de este trabajo, se van incluyendo como contenidos curriculares dentro de la Ecología, sin saber exactamente a que se refiere dicha temática, cuál es su significado exactamente, cuáles son los factores operantes en ella y todas aquellas cuestiones que se relacionan con la biodiversidad o diversidad biológica, muchas de las cuales son ya comunes en el vocabulario de la gente, sin conocer el verdadero significado y repercusión que en el nivel social y educativo tienen. Es por ello, que se incluye un apartado sobre los principales aspectos de la biodiversidad, así como de las investigaciones educativas que se han realizado en los últimos años.

**Capítulo II.** Este capítulo se dedica al planteamiento teórico de la investigación. Nos basamos en una analogía con el fin de facilitar la comprensión de las dificultades en la investigación didáctica. Dichas dificultades, presentadas a manera de interrogantes, se pueden resolver mediante la ayuda de los modelos teóricos de la Educación y de la misma Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Asimismo en este apartado se muestran los objetivos e hipótesis del trabajo, cuya dirección y propósito se enfoca al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Ecología en el nivel Secundaria Obligatoria, detallándose en diferentes momentos de la investigación, al concepto de biodiversidad, un nuevo contenido de la Ecología.

Es preciso señalar, que para estudiar la biodiversidad es necesario haber estudiado primero Ecología, debido a que esta rama aporta las bases para el estudio y comprensión de la diversidad biológica. La biodiversidad no es tan sólo una línea en la educación ambiental, ni mucho menos conforma en su totalidad una línea transversal, la diversidad biológica es el producto de la evolución, sistemática y ecología.

**Capítulo III.** En este capítulo se describe el diseño de la investigación, en él se muestran los instrumentos y herramientas utilizadas, los sujetos estudiados, el procedimiento y las actividades llevadas a cabo, la descripción de los métodos de obtención de información, la forma de categorizar los resultados obtenidos, así como las pruebas estadísticas que se emplearon para el análisis de datos.

Si se quiere saber cómo ha cambiado el tratamiento y la forma de enseñar tanto la ecología como la biodiversidad, especialmente ésta última, en el curriculum educativo, creemos que es necesario realizar una revisión de los libros de texto en el nivel superior y de secundaria, así como de los programas de estudio de la asignatura Ecología, inmersos en las memorias docentes en el nivel licenciatura y de diversos documentos (temarios de oposición, reales decretos, entre otros). Esto, además de resolvernos nuestra incógnita, nos da la pauta para diseñar un cuestionario sobre las concepciones previas que presentan los alumnos de diferentes centros de secundaria y universidad de Andalucía.

En el estudio de aula se trabajó en la mejora de la comprensión de algunos de los contenidos de Ecología a través de una enseñanza alternativa al modelo tradicional, basándose en una metodología de inspiración constructivista que da más protagonismo al alumnado.

**Capítulo IV.** Ofrece los resultados obtenidos en las tres grandes secciones de la investigación: Ecología y biodiversidad como parte del Curriculum de la Biología, Concepciones previas sobre biodiversidad y Estudio de aula. Su presentación se apoya en diversas tablas y gráficas.

El **Capítulo V** muestra la interpretación de los resultados, así como las consideraciones, implicaciones y perspectivas didácticas que podemos deducir de los resultados previos.

**Capítulo VI.** Ofrece las conclusiones más significativas de la investigación.

**Capítulo VII.** En esta sección se indica la bibliografía utilizada en la realización de esta memoria.

**Capítulo VIII.** Este último capítulo se dedica a los anexos. Reproducimos todas aquellas actividades, tal como se les proporcionó al estudiantado, que se emplearon para llevar a cabo el estudio de aula. Asimismo, se proponen una serie de actividades para la enseñanza de la biodiversidad. Somos conscientes de que esta parte es importante desarrollarla en un futuro y por ello se facilita el diseño de las actividades.

# I. INTRODUCCIÓN

## I.1. ¿Qué Ecología?

Durante dos décadas (1950-1970), la epistemología de los estudios ecológicos estuvo dominada por un enfoque basado en estudios descriptivos que trataban de validar modelos matemáticos deterministas (Díaz 1995). Las predicciones emanadas de las ecuaciones de Lotka-Volterra constituyeron el paradigma de las interacciones ecológicas, a pesar de su simplicidad y de que sus predicciones sólo se habían demostrado satisfactoriamente en condiciones de laboratorio, donde muchas variables como el espacio y tiempo, podían mantenerse homogéneas y constantes. Estas características epistemológicas de la primera síntesis ecológica se resumieron, menciona Díaz (1995) de la siguiente manera: “El trabajo teórico puede alejarse demasiado de la realidad, convirtiéndose entonces en un artefacto matemático elaborado a partir de datos biológicos”.

La síntesis que se llevó a cabo en los años 1960-1970 había convertido a la Ecología en una ciencia teórica, madura y predictiva. No obstante, desde el final de la década de los 70s las tendencias en la investigación ecológica se han dirigido progresivamente hacia enfoques mucho más pluralistas, aumentando la importancia de estudios en los niveles del organismo y la población, sentándose las bases para la síntesis con los estudios sistémicos de los niveles de comunidad y ecosistema (Díaz 1995).

Las críticas iniciadas en los años 1970s culminan a principios de la siguiente década con una auténtica explosión de libros y artículos que tratan sobre el estado de la Ecología, poniendo especial énfasis en aspectos conceptuales, metodológicos y epistemológicos. Asimismo el interés por la historia de la Ecología, su trayectoria y sus carencias, era bastante considerable, lo que demostraba un primer síntoma de madurez (Acot 1988, Zamora 1991 y Díaz 1995).

Zamora (1991) señala que la nueva ecología de comunidades concede más importancia a la heterogeneidad espacial y temporal, así como a la variabilidad existente entre los organismos. De nuevo aparece con fuerza la idea de que las especies responden de forma individual a los factores ambientales, lo que resucita la visión

individualista de la comunidad propuesta por Gleason a principios del siglo XX. Asimismo el libro de Diamond y Case (1986) pretende realizar una aproximación pluralista a la ecología de comunidades. Esta visión pluralista pretende armonizar la enorme disparidad de tipos de datos, técnicas de análisis y formas de interpretación que pueden obtenerse de la investigación ecológica. Por ejemplo, una aproximación pluralista de la complejidad real de las comunidades biológicas, menciona Zamora (1991) debe tener en cuenta factores como el crecimiento poblacional, la importancia de las interacciones directas (competencia, depredación, herbivoría, mutualismo, entre otras) e indirectas (interacciones de orden superior) y dependencia del medio abiótico.

Los estudios sobre relaciones interespecíficas, centrados tradicionalmente en el análisis de las relaciones antagonicas (depredación, competencia), han ampliado considerablemente su cauce, prestando mucha atención a las relaciones mutualistas. Además, cada vez es más evidente la necesidad de considerar a las relaciones indirectas que se dan entre y dentro de los niveles tróficos, tema apenas considerado por la “vieja ecología” (Zamora 1991).

La búsqueda de unificación e integración de la Ecología ha sido siempre objeto de preocupación. Esto se manifiesta tanto en la búsqueda de conexiones entre aproximaciones a diferentes niveles de organización ecológica como en la integración de enfoques bióticos y abióticos. Es decir, toda la evidencia que se va acumulando demuestra que la organización de los sistemas naturales depende de muchos factores, tanto físicos como biológicos, de modo que teorías simples basadas en la preponderancia de uno solo de ellos (por ejemplo, la competencia o el patrón general de transferencias de materia y energía entre compartimentos de un sistema) son incapaces de explicar dicha organización (Zamora 1991, Rey 2000).

Un buen ejemplo de esta mentalidad lo constituye Schoener, quien revisa dos grandes bloques de “ejes de nicho” cuya influencia en la estructura de las comunidades puede considerarse como fundamental: un bloque de ejes biológicos, de los cuales los más importantes son el tamaño corporal, la capacidad de reclutamiento poblacional, el tiempo de generación, el grado de movilidad, el grado de control metabólico interno y el número de estadios de desarrollo, y un bloque de ejes ambientales, siendo los más importantes la severidad de los factores físicos, la posición trófica, cantidad de recursos

disponibles, grado de fragmentación espacial, variaciones climáticas a largo plazo y reparto de recursos (Zamora 1991).

De acuerdo con este mismo autor, la unión de ambos tipos de ejes permite abordar la mayoría de los grandes temas ecológicos, como por ejemplo: 1) la importancia de los procesos biológicos en comparación con los abióticos en la estructura y funcionamiento de las comunidades, 2) Importancia de las interacciones dentro (competencia) y entre (predación) niveles tróficos, 3) Grado de ajuste de las poblaciones con respecto a su capacidad de carga, 4) Fluctuaciones temporales en el tamaño de las poblaciones, 5) Fluctuaciones temporales en la composición y abundancia de las comunidades, 6) Importancia de los fenómenos azarosos, 7) Papel de la historia en la interpretación de los procesos ecológicos actuales.

En definitiva, todos los factores señalados anteriormente contribuyen a la organización de las comunidades biológicas, y puede actuar a tiempo evolutivo. El balance final de todos ellos es lo que realmente determina la composición y estructura de los sistemas biológicos.

Además de todos estos aspectos, Zamora (1991) y Díaz (1995) proponen la necesidad de realizar estudios experimentales en condiciones naturales, además de continuar realizando estudios observacionales a una escala espacial y temporal más amplia. Por otra parte las investigaciones ecológicas son cada vez más rigurosas en las metodologías de muestreo, análisis estadístico y diseño experimental.

En esta misma década (años 1980s), los estudios ecológicos se dirigían a obtener la síntesis mediante un proceso acumulativo y complementario de comprensión e integración de los procesos biológicos, sin pretender caricaturizar la complejidad real de la naturaleza. El pluralismo es necesario simplemente porque la Ecología en sí misma es un campo de investigación tremendamente plural y heterogéneo, lo que dificulta la obtención fácil y rápida de leyes y principios aplicables a toda situación ecológica. Pues no hay que olvidar que la valoración de la Ecología como ciencia – considerada por muchos como una ciencia “blanda”- en relación con otras ciencias como la física, química, e incluso la rama de genética –éstas consideradas ciencias “duras”- de las que se alaba su capacidad generalizante, siempre ha sido tanto un aspecto preocupante y

controversial por parte de los ecólogos. No obstante, la Ecología se define así quizás por ser una ciencia joven e inmadura y por consiguiente no ha alcanzado todavía la capacidad de formular leyes, principios y teorías generalizantes (Zamora 1991, Rey 2000).

De igual manera, como ciencia joven, la Ecología ha sufrido, tal y como lo predijo Catalán (1989), a partir de esta última década de los noventa replanteamientos, adhesiones y escisiones.

### ***1.1.1. El campo de investigación ecológico en la actualidad***

El problema de la violenta expansión de la Ecología en las décadas recientes y del incremento en la información disponible ha surgido inmediatamente. El crecimiento de la Ecología no ha sido sólo a causa de razones intrínsecas, como profundización en el conocimiento o generación de nuevos interesantes problemas a resolver, sino también a causa de presiones externas provocadas por los problemas ambientales incluidos por el hombre. Hoy la Ecología se ha vuelto una vasta empresa sometida a tan alto grado de especialización que la investigación ecológica con sentido es vulnerable (Morales 1988).

De acuerdo con Catalán (1989) los siguientes puntos han contribuido a que exista una explosión de información sobre la Ecología:

- 1) Un mayor número de investigadores dedicados a temas de interés en Ecología.
- 2) Una mayor aplicación del método reduccionista, no sólo en estudios de carácter ecofisiológico, sino también con la manipulación global de ecosistemas a través de la creación de áreas de experimentación.
- 3) El avance tecnológico. Especialmente con el desarrollo electrónico, informático y de la mecánica de alta precisión.

- 4) El despertar de la conciencia de que el hombre puede y está afectando la dinámica global del planeta, lo cual ha estimulado el interés por temas ecológicos de investigadores e instituciones antes alejadas.

Esta notable expansión que ha experimentado la Ecología en los últimos años se refleja en la aparición de nuevas revistas (generales y especializadas), compendios especializados de referencias (*Current Advances in Ecological Sciences*), revisión de libros editados en los últimos años en relación con diferentes tópicos ecológicos, realización de una exploración de la estructura y contenidos que reflejan los libros más actuales de ecología general y en las estadísticas recientes que reflejen la importancia que los ecólogos dan a diferentes conceptos ecológicos, y contrastarlo con la frecuencia de publicación de artículos sobre esos conceptos en revistas ecológicas de alto impacto científico (Morales 1988, Catalán 1989, Rey 2000).

El desarrollo de la Ecología ha distado mucho de ser lineal ya desde sus orígenes. Este carácter, según Catalán (1989), Zamora (1991) y Díaz (1995), históricamente poco definido de la Ecología genera una serie de rasgos actuales que dificultan notoriamente la concreción y delimitación de esta disciplina. Dichos rasgos pueden sintetizarse en cuatro factores fundamentales:

- 1) La juventud de la Ecología como disciplina científica,
- 2) La complejidad de sus objetivos de estudio, manifestada en los distintos niveles de organización (desde el individuo hasta la biosfera), y escalas espacio-temporales en las que se desarrollan los procesos ecológicos,
- 3) El considerable solapamiento existente entre los temas ecológicos y los estudiados por otras disciplinas complementarias (genética, fisiología, etología, zoología, botánica, entre otras), y
- 4) Las recientes implicaciones económicas y sociales de los estudios ecológicos.

La conjunción de estos cuatro factores hace que la Ecología tenga significados muy distintos dependiendo del tipo de ambiente social y profesional en el que se desenvuelve el interesado. Las valoraciones pueden diferir incluso dentro del mismo núcleo, de profesionales que hacen de la ecología su trabajo, dependiendo de que éste sea más o menos aplicado, del tipo principal de hábitat y de organismo con que trabajen, y de los procesos y niveles de organización que aborden.

Una primera aproximación a esta situación, es la consideración de los libros editados sobre tópicos ecológicos, los cuales son un indicador de la intensidad de publicación de dichos libros en diferentes campos de las Ciencias de la Naturaleza.

De acuerdo con Rey (2000), quien revisó las secciones de “Ecología” y “Hábitat y Ecosistemas” del catálogo del NHBS (Natural History Book Service) correspondiente a la última década, los 20 tópicos ecológicos más editados son los que a continuación se muestran, al lado de cada tópico figura una explicación de su contenido:

*Biodiversidad.* Libros sobre evaluación, peligros, pérdidas y causas de la biodiversidad a escala local, regional o global.

*Biogeografía.*

*Diseños y metodologías.* Libros sobre técnicas específicas (tanto estadísticas como métodos de campo y laboratorio) usadas en diferentes aproximaciones ecológicas.

*Ecología ambiental y ecotoxicología* (incluye problemas de lluvia ácida, agujero de ozono, eutroficación, erosión y desertización). No considera la evaluación de impacto ambiental que es tratada como un tópico aparte.

*Ecología aplicada.* Incluye no sólo libros específicos sobre este tópico sino también cuestiones de explotación agroforestal o acuicultura sostenible.

*Ecología de comunidades.*

*Ecología de la conducta.*

*Ecología de conservación.* Incluye la conservación de especies y de recursos naturales, gestión en Parques Naturales, problemas de deterioro y conservación de diferentes ecosistemas, pero también la ecología de restauración y el manejo de ecosistemas.

*Ecología evolutiva.*

*Ecología general.* Básicamente tratados de Ecología.

*Ecología global.* Incluye ciclos biogeoquímicos a nivel de biosfera, cambio climático global, entre otros.

*Ecología del paisaje.* Incluye tanto libros sobre este tópico como sus aplicaciones.

*Ecología de poblaciones.*

*Ecología urbana.*

*Ecosistemas.* Incluye tanto libros generales de estructura y funcionamiento de ecosistemas como libros específicos sobre la descripción y/o el funcionamiento de determinados ecosistemas (por ejemplo, selvas).

*Escalas en ecología.* Libros que hacen consideración específica a las diferentes escalas espacio-temporales a través de las cuales se puede aproximar el mundo natural.

*Evaluación y medidas de impacto ambiental.*

*Historia de la ecología.* Incluye también cuestiones de filosofía de la ciencia.

*Teoría ecológica.* Libros que presentan la ecología teórica de poblaciones, comunidades o ecosistemas.

*Otros.* Incluye cualquier tópico no considerado arriba.

Los 585 libros revisados por Rey (2000) fueron clasificados de acuerdo con el tópico ecológico y con él, cada una de las secciones anteriormente citadas, "Ecología" y "Hábitat y Ecosistemas". En la siguiente tabla se indica el número de libros adscritos a estos tópicos. El porcentaje que esos libros representan en la sección correspondiente aparece entre paréntesis, mientras que los tópicos con asterisco son considerados como de interés fundamentalmente aplicado:

<b>Tópico principal</b>	<b>Ecología</b>	<b>Hábitats y Ecosistemas</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje</b>
Biodiversidad	6 (3.97)	18 (4.15)	24	4.10
Biogeografía	16 (10.6)	1 (0.23)	17	2.91
Diseños y metodologías	11 (7.28)	9 (2.7)	20	3.42
Ecología ambiental*	5 (3.31)	11 (2.53)	16	2.74
Ecología aplicada *	5 (3.31)	45 (10.37)	50	8.55
Ecología de comunidades	11 (7.28)	11 (2.53)	22	3.76
Ecología de la conducta	10 (6.62)	0	10	1.71
Ecología de conservación*	3 (1.99)	173 (39.86)	176	30.09
Ecología evolutiva	15 (9.93)	0	15	2.56
Ecología general	17 (11.26)	0	17	2.91
Ecología global *	3 (1.99)	6 (1.38)	9	1.54
Ecología del paisaje *	6 (3.97)	12 (2.76)	18	3.08
Ecología de poblaciones	22 (14.55)	0	22	3.76
Ecología urbana *	1 (0.66)	9 (2.07)	10	1.71
Ecosistemas *	2 (1.32)	65 (14.98)	67	11.45
Escalas en ecología	6 (3.97)	1 (0.23)	7	1.20
Evaluación del Impacto Ambiental *	0	26 (5.99)	26	4.44
Historia de la Ecología	2 (1.32)	0	2	0.34
Teoría ecológica	8 (5.30)	2 (0.46)	10	1.71
Otros	2 (1.32)	45 (10.36)	47	8.03
<b>TOTAL</b>	<b>151</b>	<b>434</b>	<b>585</b>	<b>100</b>

\* Tópicos de interés fundamentalmente aplicado

Del análisis de la tabla resulta evidente que son los aspectos aplicados sobre los que en la actualidad se publican más libros, lo cual es una consecuencia lógica de la preocupación por el creciente impacto del Hombre sobre el mundo natural y la capacidad de renovación de recursos en el planeta. Tópicos como la ecología de conservación, restauración y manejo, funcionamiento de ecosistemas, o ecología aplicada predominan de forma abundante en la base de datos utilizada.

Si nos enfocamos exclusivamente a la sección “Ecología”, descartando la de “Hábitats y Ecosistemas”, la lectura de la tabla es bastante diferente. En este caso las

materias aplicadas apenas representan un 15 % de los libros que figuran en el catálogo, mientras que tópicos como la ecología de poblaciones y de comunidades, los tratados de ecología general, o materias como la biogeografía, ecología evolutiva y ecología de la conducta están bastante bien representados. El análisis de esta sección refleja también un interés elevado por el diseño y método usados en ecología, así como por la teorización ecológica. En definitiva, el reparto de libros entre tópicos está mucho más igualado cuando se deja al margen lo estrictamente aplicado.

Así como los libros editados sobre tópicos ecológicos son un indicador de la intensidad de publicación de libros referentes a áreas competentes a Ciencias de la Naturaleza, los estudios que muestran los conceptos ecológicos más relevantes para los ecólogos son también un patrón importante para conocer el desarrollo de la Ecología.

Entre estos estudios destacan, de acuerdo con López (1997) y Rey (2000) el de la British Ecological Society (Cherret 1989), el de la Sociedad Americana de Ecología (Travis 1989) y la revisión de Sudgen (1994) realizada entre los lectores de *Trends in Ecology and Evolution*. En la siguiente tabla y a manera de resumen se señalan, de acuerdo con el rango de importancia los 10 conceptos más relevantes de cada estudio.

<b>Rango</b>	<b>Cherret (1989)</b> N= 50	<b>Travis (1989)</b> N= 40	<b>Sudgen (1994)</b> N= 33
1	Ecosistema	Ecología de comunidad	Biología de la conservación
2	Sucesión	Estudios de ecosistema	Ecología animal
3	Flujo de energía	Poblaciones de animales	Estrategias demográficas
4	Conservación de recursos	Poblaciones vegetales	Ecología de la conducta
5	Competencia	Interacciones planta-animal	Microevolución
6	Nicho	Ecología teórica	Biogeografía
7	Ciclos de materia	Ecofisiología vegetal	Macroevolución
8	La comunidad	Fitosociología	¿?
9	Estrategias demográficas	Biología de la conservación	¿?
10	Fragilidad del ecosistema	Teoría de ecosistemas	¿?

N= Número de conceptos

La comparación entre estos estudios es difícil de precisar puesto que cada uno contiene listas de conceptos diferentes, lo que nos indica que entre los ecólogos no hay en absoluto unanimidad de conceptos. Aún así, parece claro que la mayoría de los ecólogos consideran como los conceptos más importantes aquellos relacionados más con la comunidad y el ecosistema que con la población. Asimismo, los conceptos ecología teórica, teorías de historias de la vida, biología de conservación y fragilidad de ecosistemas son conceptos que reciben bastante consideración.

Cherret (1989) divide en dos grandes grupos a los ecólogos encuestados, los holistas, para quienes los conceptos más importantes son el ecosistema, la conservación de recursos, los ciclos de la materia, el flujo de energía y la fragilidad del ecosistema y los reduccionistas, cuyos conceptos más importantes son las estrategias demográficas y la regulación densodependiente. Para este autor, el tipo de orientación ecológica define la valoración de la importancia de los conceptos, resaltándose que la visión holista dobla en esta encuesta a la visión reduccionista. La dedicación profesional (actividad docente universitaria y no universitaria, investigación, planificadores, entre otros), o la rama de la biología de la que cada ecólogo procede, influye considerablemente en la apreciación de los distintos conceptos.

De acuerdo con esta investigación la mayoría de los ecólogos son holistas. Sin embargo diversas investigaciones indican que existe disparidad entre lo que piensan y hacen los ecólogos, basta con revisar los diferentes artículos publicados en las revistas científicas para darse cuenta de este fenómeno.

De acuerdo con Stiling (1994) citado por Rey (2000) durante el periodo de 1987 y 1991, los conceptos relacionados con la población y la autoecología son los que acaparaban una mayor cantidad de artículos en las revistas de ecología: *Ecology*, *Oikos* y *Oecologia*, muy por encima de estudios referentes a la comunidad, funcionamiento de ecosistemas y ecología aplicada, esto puede deberse a que el nivel de población es más fácil de abarcar y estudiar que otros niveles.

Para corroborar estos resultados, Stiling (1999), citado por Rey (2000), efectuó nuevamente una revisión de artículos pero ahora en 26 revistas durante el año de 1992, llegando a la misma conclusión: la mayoría de los ecólogos estudian fenómenos

relacionados con la población, sin consideración de la taxonomía, subdisciplina ecológica o área de interés.

En la siguiente tabla se detallan los 10 conceptos más importantes de acuerdo con las dos investigaciones de Stiling (1994, 1999):

Rango	De <i>Ecology</i> , <i>Oikos</i> y <i>Oecologia</i> 1987-1991 total de artículos = 3108	* De 26 revistas de ámbito ecológico 1992 total de artículos = 2289
1	Adaptación ecológica, ecofisiología	Estrategias demográficas
2	Estrategias demográficas	Adaptación ecológica, ecofisiología
3	Interacción planta-herbívoro	Selección de hábitat, variación espacial
4	Competencia y coexistencia	Alimentación óptima
5	Selección de hábitat, variación espacial	Interacción depredador-presa
6	Interacción depredador-presa	Conducta de apareamiento
7	Ciclo de nutrientes	Competencia y coexistencia
8	Regulación de la población	Dispersión, migración.
9	Alimentación óptima	Interacción planta-herbívoro
10	Estabilidad y perturbación	Estabilidad y perturbación

\* Las 26 revistas consideradas son: *American Naturalist*, *American Midland Naturalist*, *Trends in Ecology and Evolution*, *Journal of Animal Ecology*, *Biological Conservation*, *Conservation Biology*, *Journal of Wildlife Management*, *Wildlife Society Bulletin*, *Journal of Applied Ecology*, *Journal of Biogeography*, *Biotropica*, *Marine Biology*, *Ecological Entomology*, *Journal of Fish Biology*, *Annals of the American Entomological Society*, *Auk*, *Condor*, *Herpetologica*, *Copeia*, *Journal of Mammalogy*, *American Journal of Botany*, *Animal Behaviour*, *Behavioural Ecology and Sociobiology*, *Evolutionary Ecology*, y *Evolution*.

Otra investigación no menos importante que nos ayuda a conocer hasta que punto la investigación en ecología se relaciona con la importancia dada a todos estos conceptos ecológicos es la de Cordero, citada por López (1997), quien también revisó las revistas *Ecology*, *Oikos* y *Journal of Animal* del periodo comprendido entre 1992 y 1994, relacionando sus resultados con los obtenidos por Cherret (1989), investigación anteriormente citada.

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de artículos que hacen mención a cada concepto ecológico citado por Cherret (1989), los cuatro primeros conceptos corresponden con los 10 primeros anteriormente citados por Cherret:

<b>Rango</b>	<b>Concepto</b>	<b>Porcentaje</b>
1	Ecosistema	5.1
2	Sucesión	4.8
3	Flujo de energía	0.2
5	Competencia	20.1
11	Redes tróficas	3.4
14	Diversidad específica	6.1
15	Regulación denso-dependiente	7.5
17	Capacidad de carga	2.7
20	Interacciones depredador-presa	22.8

Según esta revisión la importancia que los ecólogos han dado a los conceptos no corresponde con la intensidad de investigación en cada uno de ellos. El concepto más mencionado en los trabajos de ecología de estas tres revistas es el de depredación, siendo el concepto número 20 de jerarquía en la investigación de Cherret, seguido del de competencia y parasitismo, quienes ocupan el 5° y el 38° lugar respectivamente, en dicha relación.

El concepto de ecosistema, que ocupa el primer lugar, se encuentra detrás de la mayoría de las investigaciones, sólo se menciona un 5.1 % de los artículos. Mientras que el concepto de flujo de energía, tercero en la lista de importancia, sólo es señalado en un 0.2 % de los artículos.

Estos resultados reiteran una vez más que los ecólogos tienden, con frecuencia, a presentarse como holistas, aunque la investigación se dirija preferentemente hacia aspectos puntuales, además dicha tendencia ha variado muy poco en los últimos años

debido probablemente a la imposibilidad –para algunos ecólogos- de abarcar problemas globales con tiempo y medios limitados.

Los trabajos sobre los tópicos ecológicos que figuran en los libros editados y los conceptos ecológicos más relevantes para los ecólogos –cuyos resultados de ambos son contradictorios- son factores que nos auxilian para conocer el desarrollo de la ecología.

La investigación ecológica que se está llevando a cabo en la actualidad presenta una gran disparidad de opiniones sobre cuáles son los temas y áreas principales de dicha investigación en la que los ecólogos están trabajando. El decir que línea de investigación continuará o cuál desaparecerá es tarea difícil. Debido a que tal y como indican Guisande (1993) y López (1997), frente a toda esta avalancha de información que se va obteniendo, el campo de la Ecología está presentando un cierto interés, que desde el punto de vista científico puede ser incluso adecuado para que próximamente se produzcan progresos importantes en la ordenación y contenido de sus conceptos. Aunque la abigarrada información actual supone un problema para decidir lo que académicamente debe ser la Ecología.

Sin embargo, los proyectos de investigación que sustentan estas líneas de investigación dependen de subvenciones públicas o privadas, que en la mayoría de los casos, suelen estar destinadas a proyectos que tengan un mayor interés en el nivel social, por lo que es posible especular con la idea de que muchas líneas de investigación en un futuro próximo estarán relacionadas con problemas ambientales actuales (Guisande 1993, López 1997).

No obstante, una de las clasificaciones más fiables y utilizadas por diversos investigadores para conocer el desarrollo que la investigación ecológica tiene es la propuesta por el *Current Advances in Ecological and Environmental Sciences* (C.A.E.E.S.), cuyo consejo editor se compone de un amplio número de prestigiosos ecólogos, razón por la que esta clasificación se considera objetiva. Asimismo se ajusta tanto a los grandes temas de estudio netamente ecológicos (comunidades, poblaciones, entre otros), como temas de ecología aplicada (contaminación, manejo de ecosistemas, entre otros) y temas compartidos con otras disciplinas científicas con las que la ecología mantiene un estrecho contacto (biogeografía, evolución, entre otros).

En el periodo comprendido entre 1989 y el primer trimestre de 1991, la investigación ecológica se basaba en la Ecología de comunidades, poblaciones, individuos, ecología de la conducta, ecología evolutiva y ecología aplicada (Ver tabla).

En la siguiente tabla se aprecian las unidades temáticas que en dicho periodo aglutinaban un mayor número de publicaciones, los temas más amplios aparecen desglosados en temas más concretos:

<i>Unidades temáticas</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
CONCEPTOS Y TEORÍAS	270	0.55
PALEOECOLOGÍA	1434	2.93
BIOGEOGRAFÍA	1087	2.22
AUTOECOLOGÍA	837	1.71
CICLOS BIOGEOQUÍMICOS	2193	4.48
RELACIÓN MEDIO ABIÓTICO	2515	5.14
COMUNIDADES	7489	15.30
a) Descripción y estructura	2511	5.13
b) Procesos	1659	3.39
c) Interacciones	3319	6.78
POBLACIONES	4878	9.96
a) Descripción y estructura	2517	5.14
b) Procesos	2361	4.82
INDIVIDUOS	4369	8.90
a) Reproducción	1044	2.13
b) Nutrición	1614	3.29
c) Crecimiento y tamaño	1711	3.49
ECOLOGÍA DE LA CONDUCTA	4872	9.95
ECOLOGÍA EVOLUTIVA	4517	9.23
ECOLOGÍA APLICADA	12142	24.80
a) Conservación y manejo	5827	11.90
b) Contaminación	6315	12.89

---

TÉCNICAS	2358	4.82
----------	------	------

---

<b>Sumatoria</b>	<b>48961</b>	
------------------	--------------	--

---

De acuerdo con los datos anteriores, la dimensión histórica de la ecología recibía en ese tiempo un esfuerzo investigador algo superior (2.93%) a los muchos más clásicos estudios biogeográficos (2.22%).

Los trabajos de tipo teórico son comparativamente muy escasos, al igual que los estudios relacionados con la autoecología. El estudio del medio abiótico y los ciclos biogeoquímicos, temas tratados desde el comienzo de los estudios ecológicos, representan en conjunto menos del 10 % del total.

El nivel de organización que presenta un mayor número de trabajos es el de comunidad, con un 15.3 % del total. Sin embargo, si consideramos por separado el tema de interacciones ecológicas (depredación, competencia, entre otros) este porcentaje se reduce casi a la mitad, lo que demuestra el interés que se pone en el estudio de las relaciones directas e indirectas entre poblaciones.

El nivel de organización de población acumula un 9.96 % del total de publicaciones, mientras que el nivel de organización individual (8.9%) presenta un número similar de publicaciones respecto a población.

Por otra parte, ecología de la conducta y ecología evolutiva, dos bloques de temas cuya expansión se ha iniciado en la década de 1980s, presentan grandes esfuerzos de investigación similares a cualquiera de los grandes niveles tradicionales de estudio ecológico.

No obstante, los estudios de ecología aplicada (24.8%) son los que se investigan más, el número de publicaciones se duplica en cantidad a cualquiera de los restantes apartados, repartiéndose equitativamente entre los estudios sobre contaminación ambiental, y los estudios que tratan sobre problemas de conservación de la diversidad biológica, control y manejo de ecosistemas.

En el número de abril de 1991 de la revista *Ecology* aparece un reportaje realizado por la Sociedad Ecológica Americana (Lubchenco *et al.* 1991) sobre el papel de la ecología en la sociedad y los temas sobre los que preferentemente se trabajaba en este tiempo y en los que se debería hacer énfasis investigador en el futuro inmediato.

Los temas sobre los que se concentraba la investigación ecológica en ese tiempo, ordenados de acuerdo con los niveles de organización eran los siguientes:

---

NIVEL DE ORGANIZACIÓN	ESTUDIO ECOLÓGICO
<i>Individuos</i>	Morfología funcional Ecología fisiológica Ecología conductual Desarrollo ontogénico Variabilidad individual
<i>Poblaciones</i>	Regulación de la población Estabilidad de la población Dispersión y migración Estructura de la población
<i>Interacciones entre poblaciones</i>	Depredación, parasitismo, patógenos Competencia Mutualismo Efectos indirectos
<i>Comunidades</i>	Estructura de la comunidad Diversidad Sucesión Estabilidad de la comunidad
<i>Ecosistemas</i>	Flujo de energía y materia Diagnóstico de la salud del ecosistema

	Comparaciones entre ecosistemas
	Relación ecosistema-clima- residuos
<i>Relaciones entre ecosistemas</i>	Ecología del paisaje Respuestas a los cambios medioambientales.

---

Asimismo, dicho reportaje consideraba que las tres líneas de investigación prioritarias deberían ser:

- a) **Estudios sobre cambios globales en la biosfera.**
- b) **Estudios sobre la diversidad biológica.**
- c) **Estudios de sistemas en explotación.**

De estos tres puntos anteriores se derivan las siguientes líneas de investigación prioritaria:

- a) Determinación de las causas y consecuencias ecológicas del cambio climático global, cuantificando y modelando las relaciones entre el cambio en la biosfera y el cambio climático.
- b) Determinación de las causas y consecuencias ecológicas de los cambios en la atmósfera, suelo y sistemas acuáticos, utilizando modelos que cuantifiquen la forma en que los sistemas ecológicos regulan la fisico-química de la biosfera, y modelos que puedan predecir las consecuencias ecológicas de los cambios en dichos procesos.

- c) Determinación de las consecuencias ecológicas del cambio en el uso de agua y la tierra a través de un conocimiento funcional de cómo la utilización de ambos recursos puede afectar a los procesos ecológicos.
- d) Determinación de las consecuencias evolutivas de los cambios producidos por la actividad humana.
- e) Inventario de la diversidad genética, específica, de hábitats y de ecosistemas. Determinación del grado de cambio de la diversidad biológica y los efectos subsecuentes sobre la estructura de las comunidades y sobre los procesos en el nivel de ecosistema. Aceleración de la investigación sobre los factores que determinan la diversidad biológica a todos los niveles.
- f) Aceleración de la investigación sobre la biología de las especies raras y/o amenazadas, con el fin de poder aplicar los conocimientos ecológicos para evitar su extinción.
- g) Identificación de patrones e indicadores de las respuestas ecológicas frente a situaciones de estrés, promoviendo el desarrollo de la tecnología necesaria para detectar y controlar el estado de salud de los sistemas ecológicos.
- h) Aceleración del desarrollo de estudios aplicados sobre restauración de sistemas ecológicos degradados.
- i) Desarrollo y aplicación de los principios y teorías ecológicas para el diseño y manejo de los sistemas naturales.
- j) Establecimiento de los factores que provocan las explosiones poblacionales y la expansión de especies introducidas, así como de los factores que determinan su potencial carácter perjudicial para las especies autóctonas.
- k) Distinción de los procesos ecológicos que determinan los patrones de expansión de plagas y organismos patógenos.

Todas las anteriores líneas de investigación pretenden ser una sugerencia sobre el modo de dirigir y utilizar lo más eficazmente posible el esfuerzo investigador de los ecólogos para mejorar las condiciones de vida de la especie humana asegurando además su continuidad, constituyendo así, una gran síntesis de todos los temas de estudio ecológicos, como de los enfoques tanto básico como aplicado de esta disciplina.

Asimismo, según la propuesta realizada por estos autores, estas líneas de investigación se tendrían que llevar a cabo en tres fases. La primera fase consistiría en realizar una serie de estudios para conocer el medio donde se está trabajando. La segunda fase consistiría en dar la información necesaria al público en general. La última fase consistiría en que los responsables encargados de tomar decisiones de tipo medio ambiental también accedan a esta información, con el claro objetivo de que conozcan lo mejor posible el sistema para que sus decisiones sean las más adecuadas.

De acuerdo con este informe se debe potenciar la Ecología aplicada al control de los efectos de las actuaciones humanas sobre la biosfera. La degradación ambiental que se produce como consecuencia de la actividad humana, ha generado la necesidad de incorporar en los estudios ecológicos las interacciones entre poblaciones humanas y el ecosistema, no sólo porque los seres humanos afectan a los procesos de los ecosistemas, sino porque esos sistemas soportan poblaciones humanas.

Rey (2000) también está de acuerdo con lo anteriormente citado, él señala que en las últimas décadas la Ecología se ha ido haciendo cada vez más plural y que particularmente, han saltado al foro de la ecología nuevas ramas y aproximaciones a los fenómenos ecológicos orientados hacia una visión de la repercusión del Hombre sobre el medio ambiente. Entre ellas destacan:

- La **Ecología global**, orientada al estudio actual de la biosfera, que es el resultado de las interrelaciones entre procesos biológicos, físicos y químicos;
- **Ecología humana**, enfocada hacia el impacto que sobre el propio futuro del hombre en el planeta tienen la demografía humana, la sobreexplotación de recursos y la capacidad humana de transformación de la biosfera;

- **Ecología del paisaje**, orientada hacia la consideración de escalas espaciales paisajísticas en la exploración de la dinámica de los procesos naturales y de las interrelaciones entre el hombre y los paisajes naturales y construidos;
- **Ecología de conservación**, dirigida hacia la aplicación de la ecología en el mantenimiento de la biodiversidad en el planeta y al manejo de ecosistemas;
- **Ecología de restauración**, que explora mecanismos de reconstrucción de ecosistemas seriamente dañados, en los que la capacidad de auto-regeneración se ha visto seriamente dañada;
- **Ecotoxicología**, que examina la incidencia de los productos contaminantes sobre los procesos biológicos y,
- **Ecología aplicada**, que incorpora gran parte de lo utilizado por las ramas ya citadas para la búsqueda de una explotación más racional y sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad.

Se considera que las líneas de investigación de la ecología deben tratar temas ambientales de interés social, pero a su vez, deben desarrollarse otro tipo de temas que no tengan necesariamente una clara utilidad práctica, sino que se seleccionen atendiendo a otros tipos de criterios puramente científicos.

### *1.1.2. Papel de la Ecología ante el actual deterioro ambiental*

La Ecología es una ciencia, de la que puede decirse que ha ocupado en el nivel social una situación paradigmática. Se ha puesto de moda, y todo el mundo hace continuamente referencia a su vocablo, lo cual induce a pensar que todos la conocen y se sienten profundamente sensibles con sus resultados y conclusiones. Esta situación se ha debido a diferentes causas, entre las que destacan los movimientos sociales que en las últimas décadas han cambiado intensamente la forma de vivir de las sociedades (Escudero 2000).

En las últimas décadas, los ecólogos han tenido que enfrentarse a un importante reto social. El aumento de la población humana y los efectos ambientales del desarrollo han ido creando una conciencia crítica sobre la racionalidad en la explotación de los recursos naturales, que se ha plasmado en una demanda social de soluciones al progresivo deterioro de la biosfera. Frente a estos problemas los ecólogos han visto incrementar su responsabilidad en la búsqueda de soluciones y esto no hace si no poner de manifiesto la necesidad de considerar una visión sistémica de la naturaleza, para abordar eficazmente el grave problema ambiental (Fernández 1996).

Durante la mayor parte de la historia de la Ecología, sus ideas y conceptos estuvieron circunscritos a un reducido grupo de científicos y profesionales de diversa adscripción, hecho que dificultó un proceso más rápido de cristalización de ideas y conceptos. Sin embargo, a partir de los años 1960s la Ecología aparece de forma brusca en la arena pública, gracias a la difusión en los medios de comunicación de masas de los problemas ambientales que sufre nuestro planeta. Estos problemas se derivan de una larga historia de estrechas, variopintas y cambiantes relaciones entre la humanidad y el medio natural, que han ido cambiando a lo largo de la historia de la humanidad en relación con nuestra creciente capacidad de dominio del entorno y el consiguiente crecimiento de la población humana (Díaz 1995).

En los años 1970s, la crisis energética agrava decisivamente el problema de la conservación de los recursos naturales. El desarrollo y conservacionismo a ultranza se enfrentan abiertamente y aparecen como únicas alternativas para lograr el futuro deseado por la Humanidad. Los movimientos ecologistas surgen por doquier y con

ellos, la confusión popular entre la Ecología como ciencia y esa peculiar actitud de amplios sectores de la sociedad frente a los problemas que genera el desarrollo, como la contaminación de los mares, la deforestación, el aumento de la concentración de dióxido de carbono, el deterioro de los sistemas agrarios tradicionales o la pérdida acelerada de la biodiversidad (Fernández 1996).

Los problemas ambientales, tales como la deforestación y desertización, que conducen a la pérdida de suelo y aguas subterráneas, así como a la creación de nuevos espacios para la urbanización, sobrepastoreo y agricultura son problemas que desde tiempos antaño han estado presentes en la humanidad. De igual manera que los problemas de contaminación de aguas, suelo y atmósfera de los cuales se ha pasado a problemas como la lluvia ácida, que acelera la deforestación y altera aún más la calidad de las aguas y el deterioro de monumentos, el efecto invernadero, que puede producir rápidas alteraciones del clima, y la disminución de la capa de ozono, que puede causar incrementos de las tasas de mutación y desequilibrios en las comunidades de bacterias del suelo por aumento de la radiación ultravioleta incidente (Díaz 1995).

Este mismo autor menciona que la aceleración de estos procesos, íntimamente ligada al incremento de la población humana en este siglo, ha conducido a una situación en que la tasa de extinción de especies está alcanzando cotas aparentemente no superadas en la historia conocida de nuestro planeta. La toma de conciencia de este problema, de sus causas antrópicas (sobreexplotación, contaminación, introducción de especies, entre otras) y de sus posibles consecuencias ha ido paralela al desarrollo de una preocupación creciente primero por las especies animales y vegetales amenazadas por las actividades humanas y más recientemente por los ecosistemas de que dependen.

Los planteamientos conservacionistas se basaron inicialmente en argumentos unilaterales, tales como la necesidad de conservar a las especies y ecosistemas por sus probables efectos benéficos sobre la humanidad, aunque tiende a adoptar planteamientos cada vez más holísticos mediante el reconocimiento del valor intrínseco o derecho fundamental a la existencia de las especies de ser vivos. Estas actitudes fueron desarrolladas lentamente desde principios de siglo, inicialmente por grupos de intelectuales y científicos, hasta su difusión masiva a partir de los años 1960's. A partir de este momento, los planteamientos conservacionistas han ido expandiéndose por las

sociedades industrializadas, plasmándose en leyes nacionales que intentan garantizar la supervivencia de las especies con que compartimos el planeta e incluso en los últimos años una serie de estrategias de conservación en el nivel mundial.

El desarrollo de la Ecología como disciplina científica y de estos planteamientos conservacionistas señala Díaz (1995) ha sido paralelo y fuertemente interactivo durante todo este periodo, de manera que los aspectos aplicados que condujeron al conservacionismo han contribuido también al desarrollo conceptual de la Ecología y éste a su vez ha sustentado en gran medida los planteamientos conservacionistas.

Asimismo, explica el autor, el acumulo de información relevante sobre el impacto real de las actividades humanas en los sistemas de sustentación de la vida de nuestro planeta, y la rápida maduración de ideas y métodos ecológicos, ha llevado a una cada vez mayor presencia y peso específico de la perspectiva ecológica en la planificación del desarrollo económico y social. Esta tendencia creciente cristaliza en el concepto de desarrollo sostenible y su consideración prioritaria en el nivel mundial. Así, las tendencias en la explotación de los recursos naturales se dirigen hacia una explotación sostenible que no comprometa su carácter de recurso renovable.

Fernández (1996) señala que en la actualidad, se aprecia una creciente voluntad de solución de los principales problemas ambientales, en especial aquellos que implican fenómenos globales de carácter planetario, cuya dificultad de evaluar los cambios producidos en estos fenómenos es evidente. La Ecología actualmente ocupa un lugar relevante en los procesos económicos, políticos y sociales (Escudero 2000).

Finalmente, la conservación de la diversidad de especies y ecosistemas comienza a ser un objetivo tan importante como para limitar, e incluso quizás invertir, el imperativo de dominio y modificación del entorno que ha presidido el desarrollo histórico de las culturas humanas (Díaz 1995).

Es obvio que el optimismo de estos tres autores puede no ser compartido.

## **I.2. Las concepciones de los alumnos acerca de las nociones ecológicas**

Las ideas relativas al medio en general y a determinados conceptos ecológicos en particular que manifiestan los alumnos de la etapa Educación Secundaria Obligatoria (12-16 años) han sido revisadas por García y Rivero (1993, 1996), García (1995), Leach *et al.* 1996a, 1996b) y Aguaded *et al.* (1998). De tal manera que en este apartado nos basaremos en los trabajos realizados por estos autores.

Dado que las ideas que manifiestan los alumnos respecto a las nociones ecológicas son más un conjunto de representaciones sobre el medio que formulaciones sobre los conceptos ecológicos, García (1995) ha considerado en su estudio las concepciones de los estudiantes respecto al medio natural en general; al medio humanizado; a la relación entre humanidad y medio; a procesos fisiológicos como la fotosíntesis; a aspectos organizativos del ecosistema como las nociones de población, interacción biológica, red trófica y a aspectos dinámicos como las nociones de ciclo trófico o de sucesión.

Al analizar las ideas de los alumnos se encuentran una serie de características comunes a las distintas explicaciones, que permiten referirse a la evolución de estas ideas en términos de una progresión desde una perspectiva simple del mundo hacia una más compleja. Para la descripción de las dificultades de aprendizaje y de su posible evolución García (1995) ha considerado cuatro dimensiones: a) la manera que tienen los sujetos de categorizar los elementos y las relaciones que configuran el medio; b) la explicación causal de los fenómenos que se dan en el medio; c) la consideración del cambio y d) la interpretación del medio desde un criterio de utilidad.

Esta categorización nos sirve para repasar los trabajos sobre las concepciones ecológicas de los alumnos.

### *1.2.1. La dimensión organizacional: el problema de la concepción aditiva del medio*

El medio es un término cuyas concepciones son diversas, los alumnos lo conciben según su grado de madurez y el conocimiento cotidiano o científico que poseen.

El medio es, para muchos adolescentes, un medio-escenario (“lo que nos rodea”), donde el medio se percibe como un fondo homogéneo e indiferenciado donde todo se entremezcla sin una organización aparente, o bien, un medio-aditivo, en el que éste se entiende como la mera suma de los elementos que lo componen (Astolfi y Drouin 1986).

En el primer caso, el medio es un contexto global, donde no se reconocen sus partes componentes, sino que se percibe como un todo diferenciado, como el lugar en el que se realizan actividades que son significativas para el sujeto: el pinar al que se acude con la familia para comer los fines de semana, el parque en el que se juega a la pelota, el barrio en el que está el colegio, entre otros. El medio como lugar o escenario conlleva a una fuerte confusión de los alumnos entre hábitat y ecosistema, de tal manera que para la mayoría de ellos el ecosistema es el sitio donde viven determinados seres vivos (Adeniyi 1985, Astolfi y Drouin 1986).

Por otro lado, señalan estos mismos autores que los alumnos muestran una concepción aditiva del medio cuando aluden a un inventario de lo que se encuentra en él y cuando realizan una descripción de dichos elementos. El aire, la tierra, el agua; los distintos animales que hay en un cierto lugar, las casas, los coches y las calles son el medio. Esta perspectiva consiste en una aproximación al mundo íntimamente ligada a la categorización que los individuos realizan del mismo, pero una categoría en la que no se percibe el carácter organizador de las relaciones entre los objetos. La concepción aditiva no sólo se refiere a los elementos componentes del medio, sino también a las relaciones que se establecen entre ellos, como la localización espacial y temporal de las cosas, sus semejanzas y diferencias, o determinadas relaciones causales consideradas de forma aislada.

De todas formas, el hecho de categorizar los elementos y las relaciones del medio supone ya una cierta comprensión de su organización, aunque a niveles muy elementales.

La progresiva diferenciación de las propiedades de los objetos da lugar a la aparición de categorías organizativas, destacando entre ellas dos importantes nociones ambientales: la idea de que el mundo es muy diverso “noción de diversidad” y la idea de que las cosas se pueden agrupar en función de las características que sean comunes “noción de unidad” (García 1995).

La concepción aditiva del medio también se manifiesta en la dificultad que tienen los alumnos para entender las diferencias cualitativas que pueden existir entre medios diferentes, debido a que la comparación se basa, fundamentalmente, en criterios cuantitativos, por ejemplo el decir: aquí hay más árboles y allá más, aquí se observan más aves y allí menos. En las ideas que tienen los estudiantes en relación con el medio urbano se aprecia que la mayoría sólo distingue la ciudad del barrio por las diferencias cuantitativas: el barrio tiene una zona verde pequeña y la ciudad un parque grande; el barrio tiene algunas escuelas y un instituto, y la ciudad muchas escuelas e institutos. No aprecian que la ciudad tenga propiedades diferentes a las del barrio, que la organización de la ciudad sea diferente, mostrando así, una concepción aditiva del medio urbano, consistente en definir la ciudad como la suma de sus barrios, sin apreciar las diferencias cualitativas existentes entre la ciudad y las partes que la componen (García *et al.* 1991, 1993).

Aunque los alumnos son capaces de describir, de manera aditiva, su entorno, mantienen aún características propias de la mentalidad infantil: descripción de los hechos naturales y sociales por sus rasgos más sobresalientes y superficiales, sobrevaloración de la importancia de las situaciones que les resulten familiares y de aquello con lo que tienen vinculaciones afectivas, y subvaloración de las más alejadas de la experiencia cotidiana. La forma en la que percibe el medio está muy determinada por una perspectiva antropocéntrica, en la que lo humano es el referente fundamental. Por otra parte, su experiencia respecto al medio socionatural no se origina sólo en el contacto directo con la

realidad circundante, también con estereotipos sociales ligados, sobre todo, a la televisión o al cine.

En relación con el reconocimiento preferente de unas determinadas especies, los alumnos clasifican a los elementos del medio en dos grandes grupos: aquellos seres vivos, generalmente mamíferos y aves, más cercanos a los humanos ya sea por sus características o por sus costumbres, o bien, aquellos seres vivos que se mencionan menos y que además, se agrupan en determinadas categorías generalmente prototípicas, como son los peces, los insectos y las plantas, que engloban un gran número de especies diferentes.

Otra concepción aditiva está presente en las ideas que tienen los alumnos sobre las cadenas tróficas y el paso de materiales y de energía de un elemento a otro. Para los alumnos la cadena presenta una connotación aditiva: la cadena se entiende como la suma de eslabones, los eslabones como entes vivientes (no como poblaciones) que no pueden ser seres de muy pequeño tamaño debido a que no habría relación de individuo a individuo. Por su parte, la transferencia de energía en el ciclo trófico se entiende como una acumulación progresiva de la energía, de forma que el depredador que ocupa el vértice de la pirámide trófica “suma” la energía de los productores y consumidores que le preceden en la cadena alimenticia. De esta forma, el proceso se invierte en relación con lo establecido científicamente: que la energía disponible al pasar de un nivel trófico a otro decrece en vez de aumentar (Adeniyi 1985, Peterfalvi *et al.* 1986).

La manera en que los alumnos construyen las ideas de cadena y red trófica presenta también una concepción aditiva. En cuanto al número de elementos que consideran que están conectados o relacionados entre sí y el número de conexiones que cada elemento establece con los demás, se aprecia que las ideas de los alumnos se distribuyen en un gradiente que va desde una concepción aditiva del medio, entendido como suma de elementos (no se concibe que el medio está organizado en una serie de relaciones), a una concepción aditiva más matizada en la que se reconoce que en el medio existen relaciones binarias encadenadas, por ejemplo, hay una cadena alimenticia en la que unos seres se comen a otros (García *et al.* 1990, 1992, 1994; García e Ignacio 1991; Correa *et al.* 1994).

Esta aditividad dificulta en gran medida la construcción de la noción de red trófica, debido a que sólo se asume un camino posible, de manera que cada elemento se relaciona únicamente con el que le precede o el que va detrás en la cadena. De tal manera que los alumnos reconocen la existencia de una jerarquía trófica, generalmente, con dos niveles, constituyendo el primer nivel los seres vivos que están en el comienzo de las cadenas alimenticias, las plantas, y el segundo nivel, aquéllos que se comen a las plantas o entre sí, los animales, con lo que ya hay un cierto reconocimiento de que cada elemento tiene una función trófica en el conjunto. En muy pocas ocasiones se mencionan a los descomponedores como los encargados de cerrar el ciclo trófico, y si se mencionan, no se sabe qué tipos de seres son, ni qué es lo que hacen. Lo que no aparece es la idea de que cada especie ocupa un lugar funcional, un nicho ecológico, dentro de una red de interacciones, y no de una cadena, que constituye la organización del ecosistema (Griffiths y Grant 1985).

En lo que respecta a las ideas acerca de las relaciones tróficas (Adeniyi 1985; Griffiths y Grant 1985; Peterfalvi *et al.* 1986; Astolfi 1988; Griffiths *et al.* 1988; Webb y Bolt 1990; Boschhuizen y Brinkman 1991; Lisowski y Disinger 1991; Leach *et al.* 1992; Fernández 1993; Fernández y Casal 1995), éstas se basan en el reconocimiento y sobrevaloración de los rasgos más próximos a la experiencia de los propios estudiantes, así como de un claro antropocentrismo:

- Se citan mucho más las relaciones depredador–presa que cualquier otro tipo de relación trófica.
- Se consideran más las relaciones entre individuos aislados (el depredador que caza a la presa, el herbívoro que come a la hierba) que las relaciones de cooperación (la caza en grupo, la recolección organizada de alimento o la defensa colectiva, por citar algunos ejemplos).
- Las relaciones tróficas no se entienden como relaciones entre poblaciones sino entre individuos concretos.

- Los carnívoros son los animales más fuertes y dominantes, es decir, ser carnívoro supone una cierta superioridad sobre el resto de los seres vivos.
- Dado que no se asocian las plantas con el medio acuático no incluyen a los productores en las cadenas tróficas existentes en dicho medio.

De todos estos conocimientos previos, de acuerdo con García *et al.* (1990, 1992, 1994) se detectan dos dificultades básicas en el aprendizaje de las nociones ecológicas:

- Aunque la concepción aditiva supone una descripción de los elementos y las relaciones sencillas presentes en el medio, no todos los elementos y relaciones se conocen en igual medida, debido a que se le concede más importancia a las especies y a las relaciones más próximas a la experiencia de los sujetos.

- La valoración del papel que desempeñan dichas especies en el conjunto se hace a partir de criterios antropocéntricos, muy alejados del lugar funcional que la ciencia les atribuye.

Respecto a la valoración del papel que cada elemento desempeña en el conjunto, los alumnos le dan una mayor relevancia al papel que desempeñan los consumidores, sobre todo los secundarios (depredadores), en detrimento de los productores (las plantas parecen una parte más del decorado que los elementos clave en la circulación de la materia en nuestro planeta) de forma que para muchos estudiantes los grandes carnívoros serían las especies superiores o dominantes del ecosistema.

En lo que respecta a las concepciones de los estudiantes sobre el papel de las plantas en el ecosistema, se observa que éstos no asimilan que toda la vida del planeta depende de las plantas, debido a la poca importancia que se le asigna a los vegetales en el mantenimiento de la vida, tampoco entienden que las plantas pueden fabricar su propio alimento a partir del dióxido de carbono y del agua (Leach *et al.* 1992, Fernández 1993).

### ***1.2.2. La dimensión causal: el problema de la causalidad mecánica y lineal***

Los alumnos manifiestan diferentes formas de entender la causalidad para explicar la organización del medio: pensamiento lineal y mecánico, pensamiento teleológico y antropocéntrico, y una noción mítica sobre el orden existente en el mundo.

Mientras que en las ciencias físicas la explicación que dan los alumnos adopta la forma de relaciones de causa - efecto no ocurre igual con los fenómenos biológicos, que evocan además, dos clases de explicaciones causales: teleología y antropocentrismo.

En la explicación teleológica el fin explica la estructura o el proceso que conduce a ese fin, ejemplo de estos son: “los herbívoros tienen un intestino más largo que el de los carnívoros para poder digerir la hierba”, “las plantas de interior se inclinan hacia la ventana para captar más la luz”, “las avellanas fueron hechas para ser comidas”. Como se aprecia, esta forma de causalidad es frecuente entre los alumnos. Asimismo, ellos explican con este modelo la relación entre un organismo y su entorno (Tamir y Zohar 1991).

Estas explicaciones parten del supuesto, señalan estos autores, de que las consecuencias de un hecho ya son razón suficiente para comprenderlo, por lo que no se requieren otros mecanismos explicativos. Aunque la aceptación de explicaciones teleológicas puede ir unida a la creencia en un impulso adaptativo existente en los seres vivos, suele ir más asociada a una causalidad intencional, en la que se interpretan los hechos que se dan en el medio en función de unos propósitos y sentimientos propios de los seres humanos.

La teleología puede considerarse como un caso especial de pensamiento antropocéntrico, ya que la atribución de intencionalidad a los entes no humanos se relaciona con la forma en que estamos acostumbrados a entender el propio comportamiento finalista.

La noción mítica, por la que el mundo se comporta según un orden absoluto, estático y predeterminado, también aparece en las ideas de los alumnos; aunque esta noción

se manifiesta de diferentes formas, todas ellas comparten la característica común de que cada cosa ocupa un lugar fijo en el mundo, tiene su sitio o función desde siempre, sin que se den argumentos racionales que la apoyen. De esta manera, los alumnos pueden dar explicaciones fatalistas (las cosas siempre han sido de una forma y seguirán siendo), creer que existen fuerzas mágicas o divinas que ordenan y disponen los hechos del mundo o pensar que existe una armonía natural, regida por unas leyes sabias e inmutables, un ejemplo de este tipo de creencias que aluden a esta forma de pensamiento es: “los seres humanos no tenemos remedio y terminaremos destruyendo los ecosistemas de nuestro planeta” (Tamir y Zohar 1991).

La causalidad más frecuente entre los alumnos es la mecánica y lineal, causalidad que puede constituir un serio obstáculo en la construcción de conceptos ecológicos. La causalidad lineal se caracteriza por su unidireccionalidad y por la dependencia mecánica y simple que se establece entre los elementos del medio (García *et al.* 1990, 1992, 1994; García e Ignacio 1991; García y García 1992; Leach *et al.* 1992; Correa *et al.* 1994). Los estudiantes no aceptan que varios factores puedan incidir en un mismo hecho, ni la reciprocidad que se establece en las relaciones que se dan entre los elementos del medio, como ejemplos de esta causalidad lineal destacan las siguientes ideas: los organismos vivos son moldeados por el medio en que viven (sin reconocer que también los organismos modifican su medio en la interacción) así como los humanos modifican el medio (y no también que el medio actúa sobre los seres humanos).

Las relaciones ecológicas se interpretan, desde este punto de vista, como relaciones de causa – efecto. De esta forma, una relación trófica no se aprecia como una transformación química ni como una transducción de energía, sino como la transformación de la comida en la energía que necesita el animal para vivir; las plantas dependen del suelo para vivir, pero el suelo no es modificado por las plantas; o bien, los depredadores dependen de las presas para subsistir, pero la población de presas no necesita a la de depredadores para ajustar su crecimiento a las condiciones del medio (Leach *et al.* 1992, 1996).

En las ideas que presentan los alumnos sobre la red trófica se aprecia una fuerte linealidad en la forma que tienen de entender las relaciones entre las poblaciones presentes en la red, ellos creen que las poblaciones que no están contiguas en la red no se relacionan entre sí, y que los efectos debidos a la variación del número de individuos de una determinada población no se transmiten por toda la red sino por alguna de las posibles cadenas alternativas.

La causalidad compleja, delimitada por la interacción, no suele aparecer en las ideas que explican los estudiantes antes de la instrucción debido, principalmente, a dos razones: lo difícil que resulta la elaboración de la noción de interacción y la falta de experiencia en el manejo de lo no evidente, de lo lejano en el tiempo y espacio y de lo posible.

La elaboración de la noción de interacción supone una caracterización compleja del mundo, en la que el individuo pasa de lo aparente e inmediato (un animal se come a otro) a lo menos evidente (control recíproco de las poblaciones de depredadores y de presas); de entender un hecho desde una única perspectiva a entenderlo desde varias perspectivas simultáneamente (un depredador devorando a su presa como relación entre dos organismos, entre poblaciones, como parte de la red trófica del ecosistema o como un conjunto de mecanismos moleculares presentes en la fisiología de ambos (García 1995).

### ***1.2.3. El problema de la concepción estática del medio y el problema de la conservación del objeto en el cambio***

El marco de referencia espacio-temporal facilita la construcción de una concepción fijista del mundo, en la que la realidad socionatural es más un escenario inmutable que un medio cambiante. El decir que las especies no cambian, que las montañas permanecen en el mismo lugar o que después del otoño sigue el invierno, entre otros ejemplos, son cuestiones que conducen a que el alumno sólo reconozca los cambios muy evidentes y próximos a su experiencia cotidiana, que destacan del fondo estático y más o menos diferenciado que constituye su medio. Por ello, comprenden bien la existencia de cambios cíclicos en la naturaleza, siempre y cuando en dichos cambios el objeto que se transforme

sea muy bien conocido y la transformación sea claramente perceptible, como es el caso del ciclo vital de un organismo vivo, en el que se conserva la identidad del individuo que cambia, aunque éste sea, por ejemplo, una planta. En este caso no suele haber dificultades con los ciclos que están muy próximos a la experiencia común (García 1995).

Las ideas que presentan los estudiantes en torno al equilibrio en el ecosistema varían desde un orden rígido e inamovible hasta un orden más flexible (García 1995). En el primer caso, asocian la idea de cadena trófica a una gran fragilidad del ecosistema, en la medida que la desaparición de un eslabón de dicha cadena supone la rotura de la misma y la dispersión del resto de la cadena. La rigidez en la composición de la cadena se debe a que cada especie se alimenta de un sólo alimento o bien, dicho en otras palabras de una sola especie.

La concepción de un orden flexible aparece de forma minoritaria entre los alumnos; dicha idea se manifiesta cuando indican que la desaparición de un elemento de la cadena trófica no tiene que significar la desaparición del conjunto, ya que la diversidad de relaciones existente puede posibilitar el reajuste lo que supone a su vez, considerar una configuración en red del ecosistema.

García (1995) indica que la construcción del concepto de ciclo trófico exige el manejo de un campo conceptual amplio y muy complejo debido a que hay que comprender cómo las interacciones producen intercambios de materia, energía e información; cómo la materia circula y permanece a lo largo de los diferentes ciclos biogeoquímicos; cómo la energía también permanece aunque se transforme y degrade. Es así como en el estudio de ciclo del carbono existen diferentes procesos (fotosíntesis, respiración, combustión, entre otros) que ocurren a la vez en diferentes niveles de organización de la materia (desde el atómico hasta el ecológico).

Las principales dificultades de aprendizaje que se encuentran en los alumnos, de acuerdo con (Drouin 1984; Adeniyi 1985; Peterfalvi *et al.* 1986; Okebukola 1990;

Boschhuizen y Brinkman 1991; Lisowski y Disinger 1991; Leach *et al.* 1992, 1996a, 1996b; Fernández 1993 y Fernández y Casal 1995) son:

- No comprenden con exactitud la doble integración que supone el concepto de ciclo trófico. En primer instancia se exige la coordinación de procesos fisiológicos diversos y complejos (fotosíntesis, respiración, descomposición, entre otros) y en segundo término supone entender que en una relación trófica no sólo hay un ser vivo alimentándose de otro o del biotopo, sino que, además ese acto de alimentación comporta una transferencia de materia y energía.
- En la transferencia de materia no está claro qué es lo que permanece en la circulación de dicha materia, ya que los alumnos sólo identifican que los seres vivos se comen entre sí, en el sentido de que se incluyen unos en otros. La conservación de la materia en el ciclo presenta tres puntos problemáticos en los procesos de fotosíntesis, respiración y descomposición, momentos en los que hay que emplear una formulación de las nociones de cambio de estado y de cambio químico que no suelen tener generalmente los estudiantes, sólo una pequeña parte mantienen la creencia de que se conserva la materia en el ciclo, aunque sin detallar los pasos exactos que sigue dicha materia. De igual manera, los procesos de fotosíntesis y respiración conlleva a que no se comprendan bien los pasos del ciclo que supone una transformación de materia orgánica e inorgánica y viceversa.
- El proceso de descomposición es el más ignorado por los alumnos, debido a que no involucran a otros organismos y a que los descomponedores aparecen en la medida en que es necesario cerrar el ciclo y por lo tanto son seres providenciales, que aunque invisibles, son los responsables de cerrar el ciclo.
- En la transferencia de energía se encuentran dos dificultades. Primero, la energía se sustancializa, es decir, se asimila a la materia y por otra se adiciona, ejemplo: el hombre tiene más energía que una vaca o que las plantas, al sumar en su alimentación, las energías de ambas. Es por ello que resulta muy difícil comprender la naturaleza del

flujo energético, el hecho de que la energía no se destruye y que la energía disponible para cada nivel es menor a medida que se sube en la pirámide trófica.

- La inflexibilidad en la manera de entender el orden de la naturaleza, lleva a considerar los ciclos como procesos periódicos inalterables en los que siempre se vuelve a la situación inicial. Esto va unido a la idea de que los recursos, como el agua o las sales minerales, son ilimitados lo que conlleva a tener una visión “providencialista”, caracterizada en el pensamiento de que las cosas siempre estarán ahí.
- En cuanto a la adaptación al medio, ésta se entiende como un proceso muy estático, que obedece a la ley del “todo o nada”, por la que el conjunto funciona de una manera determinada o simplemente no funciona, está completo o deja de existir como tal.

#### ***1.2.4. La dimensión funcional: el problema de la concepción del medio como un recurso ilimitado***

La última dimensión que nos sirve para describir la comprensión que los estudiantes tienen sobre el medio se refiere al hecho de que los seres humanos establecen relaciones con el medio que implican el uso del mismo. Es por ello, que muchos alumnos conciben al medio como un recurso del cual pueden satisfacer sus deseos: alimento, compañía, afecto y cobijo, entre otros (Astolfi y Drouin 1986).

Las concepciones sobre la relación humanidad – medio se manifiestan en dos planos diferentes, como modelos culturales y como creencias personales. Frente a un corto número de modelos culturales, claros y muy coherentes, existe un enorme abanico de creencias personales que se desarrollan en una gran variedad de situaciones diferentes. Esto no significa que las creencias personales carezcan de una coherencia interna, de hecho hay una fuerte correspondencia entre el conocimiento cotidiano sobre el medio que se manifiesta y la visión del mundo que cada individuo tiene, entendiendo por visión del mundo un sistema de creencias más amplio que la adscripción a una determinada ideología. Esta manera de ver el mundo se relaciona con el estatus sociocultural que presentan las

personas, siendo el nivel educativo un factor clave que explica el conocimiento cotidiano sobre el medio que cada persona percibe (Aho 1984).

Las creencias personales y por consiguiente las ideas de los alumnos se refieren a dos grandes paradigmas relativos a la humanidad – medio, que suponen la disyunción (paradigma antropocéntrico) o la integración (paradigma biocéntrico) entre lo natural y lo social (García 1995).

El paradigma antropocéntrico se caracteriza por primar lo humano respecto de lo natural y se corresponde, como anteriormente mencionamos, con la visión del medio como un recurso cuyo enfoque funcional y utilitarista señala que la naturaleza está al servicio de la humanidad. De igual manera la especie humana aparece como una especie distinta, superior del resto de las demás y como el centro del mundo, debido a que muchos alumnos piensan que los organismos dependen de los humanos quienes les facilitan sus necesidades, lo que conduce a una concepción de antagonismo y desarmonía.

El paradigma antropocéntrico se fundamenta en gran medida en una forma de pensamiento mítico: el providencialismo. La creencia de los recursos inagotables, de una naturaleza estática en la que siempre se va a encontrar agua, alimentos o materias primas que necesitamos son creencias providencialistas, y es precisamente este providencialismo en principal escollo en la transición desde una forma simple de entender la relación humanidad – medio (antropocentrismo) a otra más compleja (biocentrismo).

En una posición intermedia entre el paradigma antropocéntrico y el biocéntrico se encuentra la concepción de un desarrollo sostenible, que conlleva la compatibilidad entre progreso y conservación, sin que ello suponga cambiar a fondo el sistema. En esta posición se reconocen aspectos propios del paradigma biocéntrico (ética ambientalista, armonía entre lo humano y lo natural, conservación de la diversidad, desarrollo de tecnologías blandas), se adopta una postura social más progresiva (problema de la distribución desigual de los recursos en el mundo) y se potencia la educación ambiental del ciudadano (García *et al.* 1994, Aguaded *et al.* 1998).

El paradigma biocéntrico integra a los humanos como una especie más dentro del ecosistema suponiendo una integración llena de armonía y no de antagonismo (Aho 1984; Gigliotti 1990; Correa *et al.* 1994).

Los alumnos manifiestan todas estas creencias en la medida en que participan los estereotipos sociales predominantes. Junto a una visión mercantilista del medio (el campo está ahí para proveernos de alimentos, el sol para calentarnos, el agua para beberla) propia del paradigma antropocéntrico se encuentran visiones bucólicas, emotivas y proteccionistas del medio (la naturaleza nos da disfrute estético, el campo es un lugar de reposo, las montañas nos brindan ocasiones de riesgo y aventura, hay que cuidar las plantas y animales) más próximas a la perspectiva ecologista. En numerosas ocasiones los estudiantes muestran una visión pesimista y fatalista de la intervención del hombre, enunciados como el siguiente, son muy comunes en ellos: se haga lo que se haga la humanidad y por ende la naturaleza, están abocadas a la catástrofe debido a que los humanos sólo saben degradar y destruir el medio (Schleicher 1989; García y García 1992b; Marcén y Soriado 1993; Correa *et al.* 1994).

Estas concepciones sobre las relaciones entre la humanidad y el medio son inseparables de los conocimientos que los alumnos presentan sobre el medio y de los aspectos actitudinales.



### I.3. La biodiversidad como objeto de estudio de la ecología

La diversidad biológica ha sido objeto de estudio de la Ecología como un medio de conocer la organización de los ecosistemas. En los *curricula* educativos más básicos, la biodiversidad se ha dado a conocer en el estudio de la taxonomía y clasificación de los diferentes grupos de seres vivos, o bien, en el estudio de la evolución de las especies y el problema de explicar el origen de tal diversidad (Salinas *et al.* 2000).

Sin embargo, cuestiones tan importantes como el verdadero y actual significado del término biodiversidad, los beneficios que aporta la biodiversidad a la humanidad, las causas que provocan su pérdida y las consecuencias que conlleva ésta, son algunas de las tantas cuestiones que no desarrollan los *curricula* educativos.

A continuación y sin ánimo de ser exhaustivos, ofrecemos un resumen sobre los principales aspectos de la biodiversidad con la finalidad de que el lector conozca o amplíe la información referente a dicha temática.

#### **¿Qué es la diversidad biológica o biodiversidad?**

El término biodiversidad se empezó a usar a finales de los setenta, entendiéndose en ese entonces como “el conjunto de estructuras y procesos de la vida en la Tierra”, también fue definido como “el conjunto de ecosistemas y de especies con variación ecológica y genética”. El concepto también fue utilizado como sinónimo del término biosfera. Sin embargo, dicho término nunca enfatizó la parte orgánica, por lo que su significado no contempló con precisión lo que el de biodiversidad implicaba (Soberón 1997).

El concepto de diversidad biológica tuvo su origen en los trabajos de E. Norse en 1980, posteriormente la contracción de este término en el vocablo biodiversidad lo verificó W. Rose en 1985, siendo O. Wilson quien difundiera mundialmente dicho término a partir de su obra *Biodiversity* publicada en 1988. Sin embargo el concepto llegó a tener alcance universal a partir de la Cumbre en Río de Janeiro en Brasil en 1992, donde surgió el

Convenio sobre la Diversidad Biológica (Escámez 2000, García de la Torre 2000, López 2000).

En el vocabulario de la población en general (economistas, diplomáticos, políticos y del público en general) la palabra biodiversidad apareció recientemente, hace unos quince años, no obstante todavía no se ha valorado su significado y trascendencia para las distintas ramas del saber y hacer humano (Soberón 1997, Escámez 2000). Asimismo, el hombre constantemente interactúa con la diversidad biológica y sin embargo el concepto es entendido por pocos (Andelman 1999). Debido a esto, puede afirmarse, de acuerdo con Toledo (1994) que el estudio de la biodiversidad está dando lugar a un nuevo campo o enfoque del conocimiento, ¿la biodiversología?

El empleo de este término, diversidad biológica o biodiversidad, surgió indisolublemente ligado a las instituciones académicas y organismos nacionales e internacionales dedicados a la conservación biológica, y como un concepto de síntesis que incluye de manera integradora, enfoques de taxonomía, ecología y biogeografía (Dirzo 1990, Toledo 1994).

La diversidad biológica o biodiversidad significa el conjunto de las manifestaciones de la vida sobre el planeta, es decir, se refiere a la variedad o riqueza de formas vivientes que existen en el planeta, incluidos los ecosistemas (terrestres y acuáticos), los complejos ecológicos de que forman parte, la diversidad entre las especies y la que existe dentro de cada especie. El concepto de biodiversidad involucra todos los tipos de variedades biológicas, que a grandes rasgos puede dividirse en tres niveles: genes, especies y ecosistemas. La biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida a lo largo de toda la escala de organización de los seres vivos (Dirzo 1990, Halffter 1991, Soberón 1997, CONABIO 1998).

## **Tipos de diversidad biológica**

Como se ha indicado anteriormente, existen tres tipos de diversidad biológica: la diversidad de especies o específica, la diversidad de ecosistemas y la diversidad genética (Pitelka 1991, Toledo 1994, Sarukhán 1995, CONABIO 1998):

### ***1. Diversidad de especies, variedad de especies o diversidad específica***

Es el número de especies diferentes que conviven en un área geográfica determinada. Generalmente, la riqueza de especies se refiere a un grupo particular, por ejemplo, la riqueza de especies de vertebrados o de orquídeas.

No obstante, muchas de estas especies se encuentran en cualquiera de las diferentes categorías establecidas en el nivel mundial, para describir el estado de conservación de dichas especies. Dichos status se indican a continuación:

- ♥ Especie rara: especie cuya población es biológicamente viable, pero muy escasa de manera natural, pudiendo estar restringida a un área de distribución reducida o hábitats muy específicos (Diario Oficial de la Federación 1994), por lo que representa un problema de conservación y hasta de extinción (Halffter 1991).
  
- ♥ Especie endémica: especies que no se encuentran en ningún otro lugar (Halffter 1991, Mittermeier y Mittermeier 1992, Sarukhán 1995). Ejemplo: mariposa isabela, lagartija de las pitiusas, manzanilla de la sierra, narciso de Sierra Nevada.
  
- ♥ Amenazada: especie que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción si siguen operando factores que ocasionen el deterioro o modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones. Es equivalente a vulnerable (Diario Oficial de la Federación 1994). Ejemplo: pato malvasía.

♥ En peligro de extinción: especie cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su rango de distribución por múltiples factores, tales como la destrucción o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades y depredadores, entre otros. Se dice que su supervivencia es improbable (Diario Oficial de la Federación 1994). Ejemplo: lince ibérico, buitre negro, cernícalo primilla.

♥ Sujeta a protección especial: especie sujeta a limitaciones o vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, o para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas (Diario Oficial de la Federación 1994).

## ***2. Diversidad o variedad de ecosistemas o diversidad ecosistemática***

Desde la perspectiva de la biodiversidad, la diversidad de ecosistemas se refiere a la diversidad o variedad de paisajes, de paisajes dentro de biomas y de biomas en el planeta, incluyendo el número de especies en áreas dadas, los papeles ecológicos que desempeñan y el cambio en la composición de especies a medida que nos movemos dentro y entre regiones (Heywood 1995). La expresión diversidad de ecosistemas se refiere a las comunidades de organismos en el contexto de su ambiente físico y usualmente hace referencia al nivel de la biodiversidad que se encuentra jerárquicamente por arriba del de especie.

A la diversidad de ecosistemas también se le conoce como diversidad ecológica, o bien, como biodiversidad geográfica, que de acuerdo con Halftter (1991) es la diversidad de ecosistemas para un área determinada.

### 3. *Diversidad genética*

La diversidad genética es la que existe dentro de cada especie, que es el resultado de la combinación genética propia de los organismos que se reproducen sexualmente. Esta variabilidad genética es la materia prima sobre la que actúan los procesos evolutivos y que da como resultado la formación de nuevas especies.

#### **Niveles en los que se mide la diversidad biológica**

Con base en Halftter (1991) y Sarukhán (1995) los biólogos miden la biodiversidad en varios niveles:

*Diversidad alfa:* Ésta corresponde simplemente al número de especies de un mismo grupo (por ejemplo arañas) que se encuentran en una localidad, digamos diez hectáreas de un bosque de encinas. La diversidad alfa es el componente más importante (y más comúnmente citado) de las selvas tropicales húmedas y de los arrecifes coralinos, por dar sólo dos de los ejemplos más conocidos.

*Diversidad beta:* Se refiere a la tasa a la que aumenta el número de especies a medida que se realizan muestreos en diferentes hábitats, por ejemplo, al pasar del bosque de encinas a una pradera adyacente, a un bosque de pinos, entre otros. Dicho de otra forma, la diversidad beta es una expresión del grado de partición del ambiente en parches o mosaicos biológicos; es decir, mide la contigüidad en el espacio de diferentes hábitats.

*Diversidad gamma:* Corresponde a la totalidad de especies presentes en una región, por ejemplo la República Mexicana o España.

### **Reparto geográfico de la biodiversidad**

Otro aspecto que destaca de la diversidad biológica de los seres vivos del planeta, es su reparto geográfico tan desigual. Las selvas húmedas tropicales suponen sólo el 6 % de la superficie del planeta, pero en ellas vive el 50 % de las especies. Prácticamente en 15 áreas del planeta, que representan únicamente el 1 % de la superficie total, se encuentran entre el 30 % y el 40 % de todas las especies. Este desequilibrio también es muy pronunciado en el mundo. Sólo una docena de países tienen entre el 60 % y 70 % de toda la biodiversidad del planeta, por lo que se les conoce como países megadiversos (Figura 1), éstos son: Estados Unidos de Norteamérica; México; Colombia; Ecuador; Perú; Brasil; Zaire (actualmente denominada República Democrática del Congo), Madagascar; India; China; Indonesia y Australia (Mittermeier y Mittermeier 1992, Lobo 1993, CONABIO 1998).

En la figura 2 se muestran los cinco países que ocupan los primeros cinco lugares en cuanto al mayor número de especies de plantas fanerógamas y vertebrados, encontrándose que México y Brasil están siempre presentes (Mittermeier y Mittermeier 1992, Lobo 1993, Sarukhán 1995, Soberón 1997, CONABIO 1998).



Figura 1. Países megadiversos

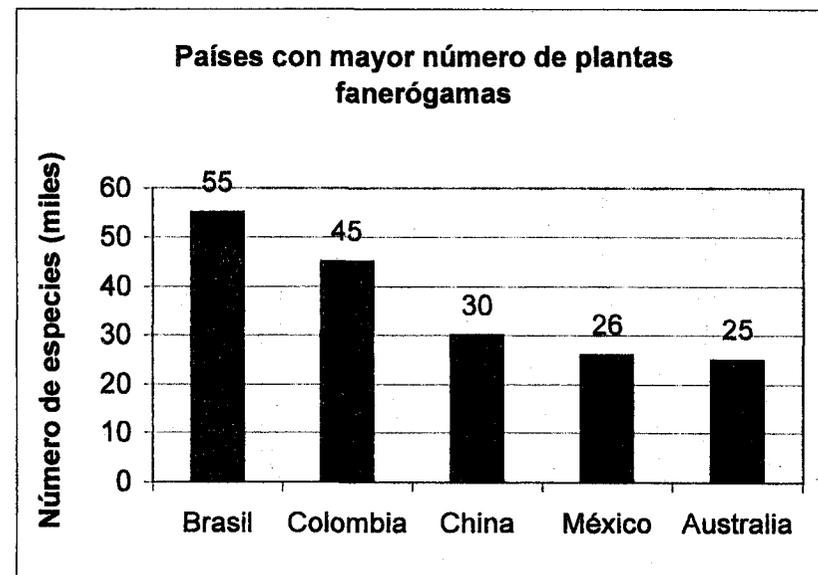
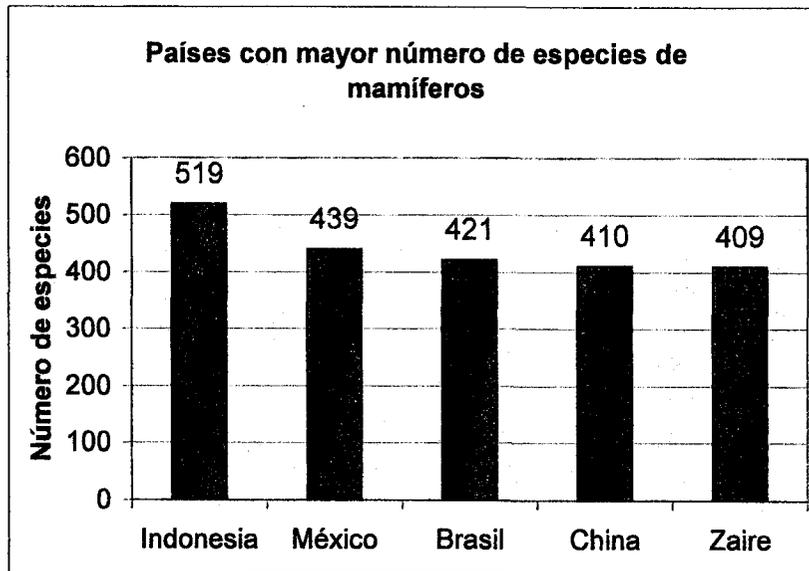
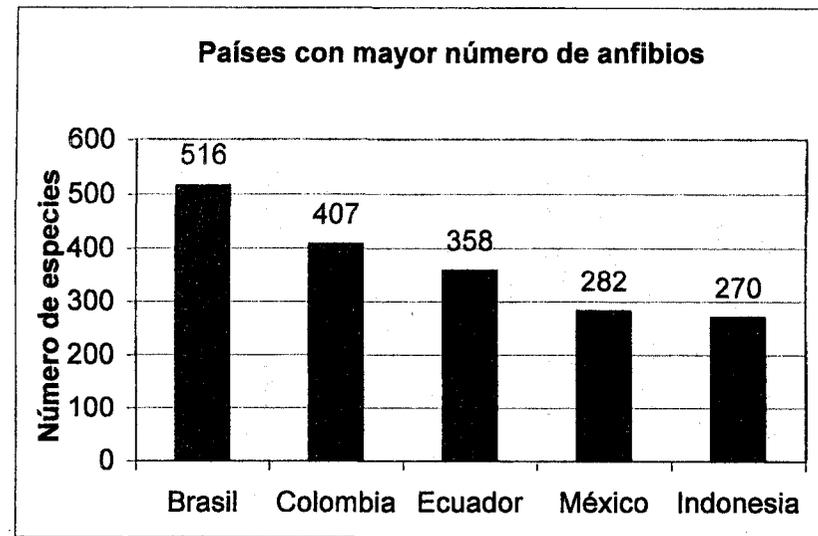
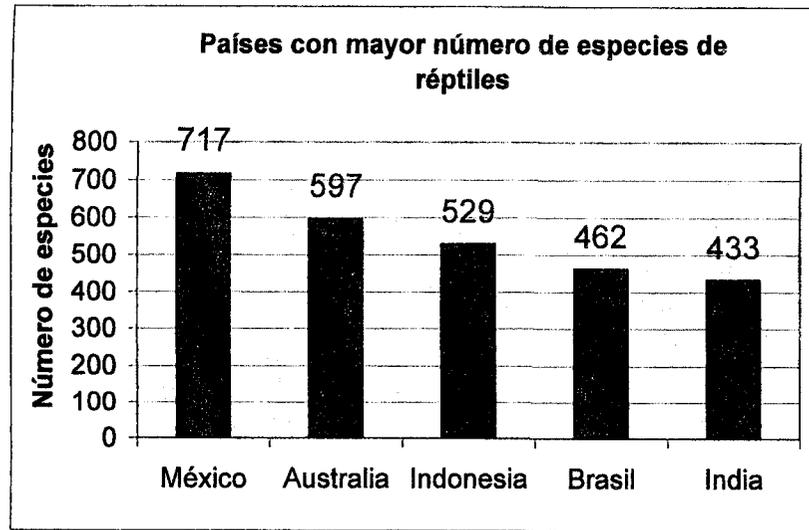


Figura 2. Países con mayor biodiversidad en plantas fanerógamas y vertebrados, según Mittermeier y Mittermeier (1992), Carrillo (1995) y Sarukán (1995)

Respecto a Europa, España es el país que presenta la mayor diversidad biológica y paisajística de todo el continente, debido a su tardía incorporación a la Europa más avanzada económicamente lo que le ha permitido mantener su patrimonio natural en un más que aceptable estado de conservación (Reyero 1999).

Este tardío proceso de desarrollo no es el único ni el principal motivo de esta riqueza, señala este mismo autor. Todo empezó en el Mioceno, hace unos 65 millones de años, cuando se abrió el estrecho de Gibraltar y el mar inundó un gran lago, entonces seco, que luego se convertiría en la cuenca mediterránea. Entonces, la Península quedó semiaislada y sólo conectada con el resto del continente a través de la cadena pirenaica. Este aislamiento geográfico supuso también el genético y, a partir de ahí comenzó un proceso de diferenciación de especies que ha hecho de España, como ya mencionamos, el país de mayor biodiversidad biológica de Europa. Asimismo la variedad climática y la situación geográfica (puente entre África y Europa) de la Península son también factores que contribuyen a este hecho (García de la Torre 2000).

En el territorio español habitan entre 8,000 y 9,000 especies de plantas vasculares (helechos y plantas con flores), lo que supone entre el 80 y 90 % de las especies que se encuentran en el conjunto de los países de la Unión Europea. Y de ese número, unas 1,500 especies son endémicas. En cuanto a la fauna, se estiman entre 50,000 y 60,000 especies, más del 50 % de las que alberga toda la Unión Europea (Reyero 1999).

Los territorios insulares con los que cuenta la Península, de acuerdo con este mismo autor, son una aportación más para la biodiversidad de este país. El archipiélago canario, por ejemplo, presenta uno de los índices de endemismo más altos de todo el territorio europeo. Su particular posición geográfica y sus singulares condiciones ecológicas, unido al factor de aislamiento que incide drásticamente en el proceso evolutivo, han hecho posible la existencia de especies y comunidades únicas en el mundo. Tal es el caso de las formaciones arbustivas de tabaibas y cardones, arbustos de ambientes áridos en zonas subtropicales; o de los sabinares y bosques de pino canario; o de las formaciones de monteverde laurisilva tropical, bosques que nos retrotraen a los ambientes boscosos que

prosperaron durante el Terciario. Las cifras son también significativas de lo que aporta Canarias al emporio natural europeo. De las aproximadamente 6,900 especies de animales presentes en las islas, unas 3,000 son endémicas, lo que supone un 44 % del total y, en lo que se refiere a la flora, el número es menor: 15 %.

Por su parte el archipiélago balear no alcanza estas cotas de exclusividad; pero aun así, y a pesar de haber soportado la intensa presión del turismo, conserva algunos endemismos vegetales y muchas especies genuinamente mediterráneas, como el halcón de Eleonor y la gaviota de Audouin, exclusivas de las costas del Mare Nostrum, y dos especies de lagartijas, la balear y la de la pitiusas, que habitan la mayor parte de sus islas e islotes (Reyero 1999).

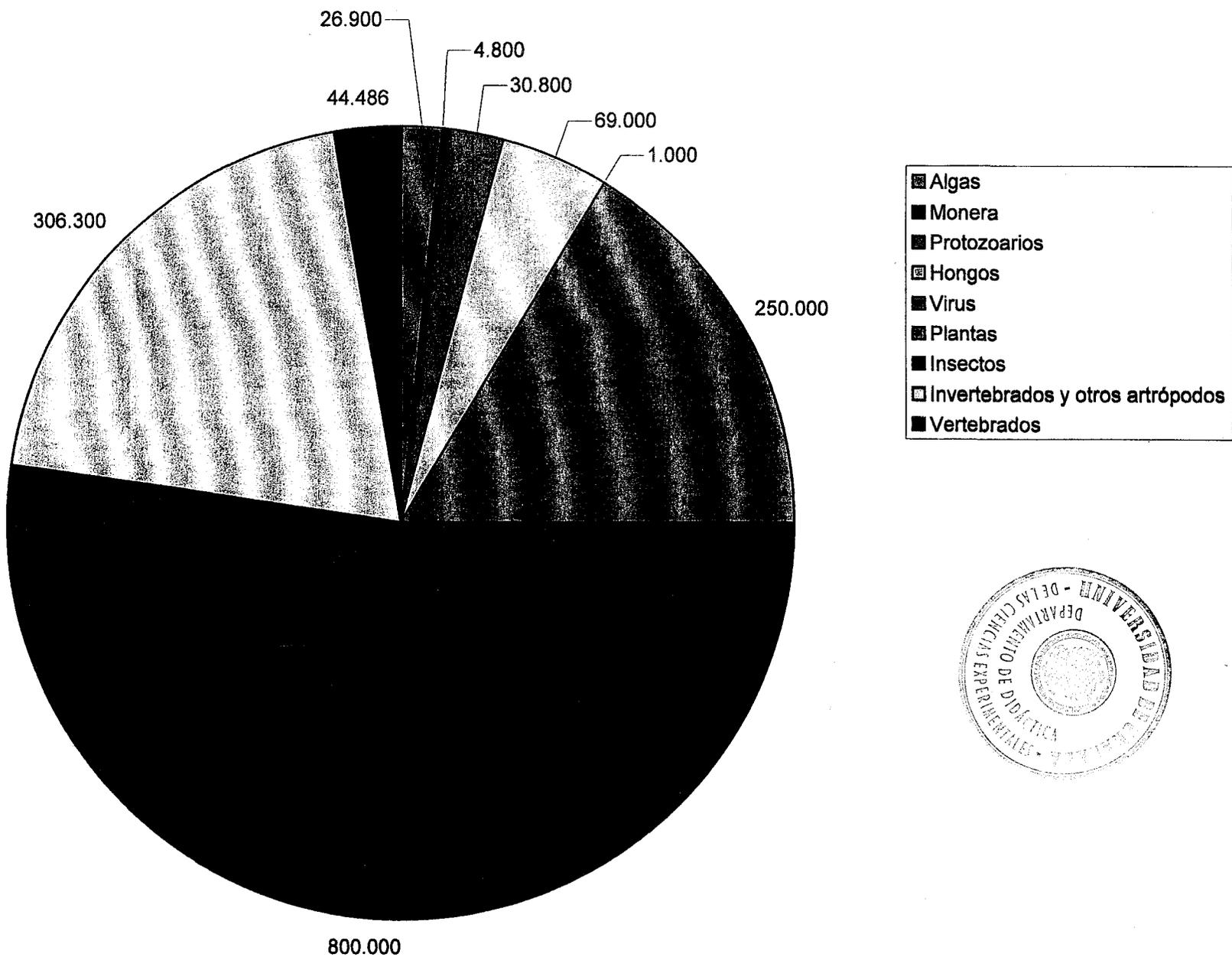
Un dato también de suma importancia es el hecho de que tanto las Islas Canarias como Sierra Nevada, son las dos zonas de toda España que presentan el mayor porcentaje de endemismos (Salomone 2000). Entre estas especies, generalmente vegetales, se encuentran la manzanilla de la sierra y el narciso de Sierra Nevada.

### **¿Cuántas especies de seres vivos existen en el planeta?**

A pesar de todos los progresos que ha efectuado la humanidad, todavía no somos capaces de decir precisa y exactamente el número de especies de seres vivos que existen en el planeta. No sabemos cuántas especies hay actualmente, y aunque nos pusiéramos manos a la obra inmediatamente, tardaríamos muchos años en saberlo, ya que debido a nuestra causa, se han extinguido muchas especies y muchas otras podrían desaparecer sin ni siquiera haber llegado a ser descubiertas (Lobo 1993).

En la actualidad se han clasificado un poco más de 1.5 millón de especies (Figura 3). Dos tercios de las especies descritas habitan en las regiones templadas. Los datos que poseemos de las regiones tropicales son abrumadores y hacen sospechar que el número real de especies en el planeta sea mucho mayor, se estima que haya entre 10 y 15 millones de seres vivos en la Tierra (Dirzo 1990, Lobo 1993, Sarukhán 1995, Salvo 2000).

Número de especies conocidas. Total de especies: 1,533,286



La biodiversidad como ...

Figura 3. Distribución de las especies clasificadas entre los principales grupos de organismos, según Wilson (1988), Mittermeier y Mittermeier (1992) y Escámez (2000).

Hay que tener en cuenta que existen muchos otros grupos de seres vivos de los que sabemos muy poco. Los hongos, las bacterias o los gusanos pueden depararnos muchas sorpresas. Además los fondos marinos están inexplorados y cada especie animal podría tener, al menos, una especie parásita propia.

### **Variación de la biodiversidad a través del tiempo y espacio**

La Tierra se formó hace unos 4,500 millones de años y, desde entonces, han aparecido nuevos tipos de organismos y desaparecidos muchos otros. El mar, lugar donde se originó la vida, alberga todavía el 90 % de los grandes tipos de animales, aunque en él sólo habita el 10 % de las especies del planeta. Esto es así, porque en el mar viven muchos de los más primitivos grupos de animales aún no extinguidos. Grupos que tuvieron un gran éxito evolutivo en épocas pasadas (Lobo 1993).

Se estima que en toda la historia de la vida sobre la Tierra, ha podido haber unos 1,000 millones de especies. Eso significaría que, aproximadamente, se han extinguido el 99 % de todas las formas vivas. Así pues, la extinción de especies no es un asunto nuevo para nuestro planeta. En la historia de la vida sobre la Tierra, ha habido periodos en los que la extinción de especies ha sido masiva a lo que han seguido periodos de rápida especiación, de aparición de nuevas especies de plantas y animales. Sin embargo, no hay equivalente entre los ritmos actuales de extinción y especiación. La extinción es un millón de veces más rápida que la especiación (Halffter 1991, Lobo 1993).

A finales del Triásico, hace unos 200 millones de años, se produjo una gran extinción de especies. Después, durante el Cretácico superior (unos 65 millones de años) se extinguieron muchas otras especies, entre ellas los famosos dinosaurios. Se han aducido muchas causas a la hora de explicar estas extinciones: cambios en la salinidad marina, choques de meteoritos, cambios climáticos, inversiones del campo magnético, entre otras. Estas dos extinciones son de las más conocidas, pero ha habido otras más. Existen estudios

que afirman que las extinciones son periódicas y responden a algún ciclo cósmico. Sea como fuere, parece que estas extinciones no tenían la velocidad de nuestros días (Lobo 1993, Sarukhán 1995).

Tras cada extinción se produjo una proliferación de nuevos organismos. La desaparición de los dinosaurios, dejó el camino libre para el dominio de los mamíferos. Vistas las cosas desde una escala geológica, la vida siempre se ha recobrado tras una catástrofe. Podría decirse que el problema es nuestro, ya que la vida continuará probablemente sin nosotros (Lobo 1993).

Aunque nuestro conocimiento del registro fósil es incompleto, parece que el periodo en el que nos encontramos es el de mayor diversidad en toda la historia de la Tierra. Ello significa que se han ido generando más especies de las que se han extinguido. Ahora, en cambio, la tasa de extinción es un millón de veces mayor que la tasa de producción de nuevas especies. Está constatado que la aparición del hombre, con su capacidad como depredador, supuso la extinción de muchas especies como el mamut o el rinoceronte lanudo. Por ejemplo, en Baleares, la entrada del hombre hace 5,000 años significó la desaparición de toda la fauna de vertebrados autóctona. Así, se estima que desde el siglo XV, el hombre ha extinguido directamente unas 120 especies de mamíferos y unas 150 especies de aves (Lobo 1993).

### **¿Por qué hay biodiversidad?**

De acuerdo con Lobo (1993) existen varias razones para contestar esta pregunta, las cuales exponemos a continuación:

♥ Una zona con distintos tipos de suelos y superficies tienen más especies de plantas, y un lugar con muchos tipos de árboles alberga más especies de aves o insectos que un monocultivo. Cuantos más lugares distintos tenga un territorio, más especies diferentes puede albergar. El espacio tiene muchas parcelas desiguales y esa heterogeneidad ambiental aumenta la diversidad. El alimento disponible, la luminosidad, la temperatura o la textura

del suelo, puede diferir de un lugar a otro sitio cercano y eso permite que habiten más especies que tienen preferencias distintas. Esto podría ser la causa de que haya más especies en un territorio grande que en uno pequeño y de que, cuando hay una gran variedad vegetal como en los trópicos la diversidad de especies animales sea superior.

Es decir, la riqueza biológica de un área determinada es el resultado directo de la variedad de sus ambientes, encargada de proporcionar una diversidad de hábitats. Un país con amplia variedad de ambientes tenderá a tener más especies de plantas y animales que un país con un número reducido. Es decir, la heterogeneidad topográfica provoca la diversidad (Toledo 1988).

♥ Se dice que la diversidad de los seres vivos (número de especies) suele ser más alta en el ecuador y disminuye conforme aumenta la latitud, es decir, a medida que nos acercamos a los polos. Una de las causas principales de que la diversidad sea menor en las latitudes altas es, probablemente, la inestabilidad climática. Un clima que varía mucho a lo largo del año o un ambiente que se modifica periódicamente, produce un efecto perturbador sobre la diversidad.

Para que un ser vivo colonice con éxito un lugar con cambios climáticos estacionales debe tener una fuerte tolerancia. Debe ser capaz de vivir con frío y con calor, de lo contrario tendrá que aparecer sólo en una época muy determinada. Por eso, en los lugares con un clima cambiante, es más probable encontrar comunidades compuestas por especies diferentes según la época del año. Es decir, que las especies se reparten a lo largo del tiempo según sus preferencias climáticas.

En los lugares de clima inestable, también es más probable que encontremos especies que son buenas colonizadoras. Especies muy tolerantes y poco especializadas, capaces de sobrevivir a una mayor gama de condiciones ambientales. De este modo, los ambientes de clima inestable favorecen la presencia de especies adaptadas a condiciones muy variadas, mientras que los ambientes de climas estables, como los trópicos, favorecen la presencia de especies con adaptaciones más especializadas.

Es lógico que puedan coexistir juntas más especies, si éstas son especialistas y cada una se limita a consumir un tipo particular de recurso. Si, por el contrario, las especies pueden comer de todo o vivir a temperaturas muy distintas, forzosamente tendrán que competir en muchas ocasiones. Parece inevitable que no puedan coexistir juntas muchas especies de este tipo. Esta podría ser la razón de que la diversidad sea mayor cuando el clima es estable.

De este modo, la riqueza en especies puede disminuir si el ambiente es inestable, o por el contrario, las inestabilidades, algunas, aumentan la diversidad, tal y como lo señalamos a continuación.

♥ Generalmente se ha creído que los ecosistemas tropicales eran muy estables, no sólo climáticamente, sino en todos los sentidos. Actualmente esto no parece ser así, ya que se tiene muchos datos que indican todo lo contrario. En la selva también se producen modificaciones del medio. Los ríos, que discurren lentamente, cambian de cauce con frecuencia e inundan o generan nuevas tierras. Las poblaciones de insectos arrasan periódicamente pequeñas parcelas y hay tal cantidad de plantas parásitas que utilizan los troncos de los árboles como sujeción, lo cual provoca la caída y muerte del árbol. Estos factores y otros cambian el ambiente constantemente y dan cierta inestabilidad. Pero estos cambios, seguramente favorecen el aumento de la diversidad, ya que producen nuevos lugares y recursos para aquellas especies pioneras que colonizan rápido las nuevas zonas.

Cuando hay poco alimento disponible, sólo las especies poco selectivas pueden sobrevivir. Por el contrario, cuando abundan los recursos, encontramos muchas especies exigentes, que están especializadas para consumir un tipo particular de alimento. De este modo, los ecosistemas que tienen una mayor producción de recursos deberían tener una mayor cantidad de especies.

Desde los polos al ecuador, aumenta la temperatura media, la luminosidad o la cantidad de días favorables para el crecimiento vegetal. Por estas razones, los bosques tropicales producen una mayor cantidad de materia vegetal que los bosques templados, y

por eso deben tener más especies de herbívoros. En los desiertos, se ha comprobado que el número de especies de lagartijas, hormigas y roedores es mayor en las áreas con una productividad vegetal mayor.

Sin embargo, los ecólogos han constatado en numerosas ocasiones que los ambientes, muy productivos no tienen más especies. Las tierras, los lagos o los ríos sometidos a una intensa fertilización, aumentan su productividad pero disminuyen en su diversidad. De hecho, la vegetación de los matorrales o las comunidades animales de los fondos marinos, están entre las más ricas en especies y, sin embargo, se presenta sobre suelos o áreas muy pobres en nutrientes. Esto se produce tal vez por el aporte exagerado de nutrientes, que hace que crezcan las poblaciones de unas pocas especies y que éstas desplacen a los individuos de las otras. Así, parece llegarse a la conclusión de que la mayor diversidad, o la mayor riqueza en especies, se da cuando la productividad no es ni muy grande ni muy pequeña.

Hay otra razón fundamental para que se aumente la diversidad con la producción de recursos y es que no sólo importa la cantidad sino la calidad. La diversidad puede ser mayor si hay más recursos, pero sobre todo aumenta si hay una mayor gama de recursos. Es decir, puede que haya más especies de aves en un bosque si hay más producción de semillas, pero lo más probable es que sólo haya mayores poblaciones. Sin embargo, si hay mucho tipos de semillas distintas es seguro que habrá más especies. De este modo, aumentar la cantidad no significa aumentar la gama de recursos.

♥ En otras ocasiones la diversidad puede no estar relacionada con las características actuales de un área, pero sí con su pasado. Por ejemplo, se piensa que cuanto mayor es la edad de una comunidad o un ecosistema, mayor es su diversidad. Las especies que viven actualmente en el norte de Europa, colonizaron este territorio después del deshielo de la última glaciación, hace unos 8,000 años.

Debido a ello, estas comunidades habrían tenido menos tiempo que las de los trópicos. Es como si las comunidades septentrionales tuvieran “huecos”, es decir, espacios

y recursos que podrían ser utilizados por más especies en un futuro y que, actualmente, son menos usados eficazmente sólo por unas pocas especies.

En Europa hay un menor número de especies de árboles que en Norteamérica. Esto se atribuye a que tras la retirada de los hielos, la recolonización de Europa fue más difícil. En este continente las cadenas montañosas son transversales (Alpes, Pirineos) y, cuando el clima se enfrió, las poblaciones fueron empujadas hacia el sur. En su retirada se encontraron con las montañas, y algunas poblaciones se extinguieron al no poder atravesarlas. Cuando el clima mejoró, las poblaciones se dirigieron hacia el norte y, al encontrarse de nuevo con las montañas, algunas otras volvieron a extinguirse. Sin embargo, en su paso hacia el norte, algunas poblaciones quedaron refugiadas y aisladas en las zonas más elevadas, que reproducían las condiciones climáticas frías anteriores. Estos acontecimientos no se producen, si las cadenas montañosas son longitudinales como en Norteamérica, ya que las poblaciones del norte pueden desplazarse hacia el sur ascendiendo por las montañas.

Ahora hay dudas acerca de que la diversidad tropical se deba a esta causa. Antes se pensaba que las glaciaciones apenas ejercieron efecto sobre los trópicos y que las comunidades tropicales eran mucho más antiguas que las comunidades templadas. Cada vez hay más evidencias de que el clima cambió en toda la Tierra y de que en todo los sitios se manifestaron sus efectos. Por ejemplo, las extensas zonas de la selva amazónica, se redujeron a unas cuantas manchas aisladas rodeadas de pastizales, durante el apogeo de la última glaciación (hace 18,000 años).

♥ No sólo hay que hablar de grandes lapsos de tiempo. Durante el proceso de colonización de una isla o del claro de un bosque tras un incendio, las especies van sucediéndose unas a otras a lo largo del tiempo, proceso conocido como sucesión. Es decir, un lugar que ha sido colonizado desde hace mucho más tiempo, suele tener más especies. Del mismo modo, un área con parcelas que están en distintos momentos de sucesión, albergará más especies que otra área homogénea.

En la sucesión no aumenta la riqueza sólo porque se vayan añadiendo especies, es también un proceso de sustitución. Al principio aparecen las especies capaces de tolerar muchas circunstancias. Después, poco a poco, éstas van siendo sustituidas por otras más especializadas. La llegada sucesiva de especies cambia el medio y lo hace cada vez más heterogéneo, lo que permite la existencia de una mayor diversidad. Además, la temperatura, la humedad o los nutrientes van dependiendo más y más de las propias especies y no varían ya tanto como al principio. Por ello, se supone que a medida que transcurre la sucesión, el ambiente se vuelve cada vez más estable y como ya vimos, la estabilidad promueve la diversidad.

Todas estas razones pueden ayudar a explicar la diversidad de los trópicos o de cualquier otro sitio. Sin embargo, para las selvas tropicales se han propuesto además algunas explicaciones particulares.

♥ Una buena parte de la responsabilidad de la alta diversidad tropical la tienen los vegetales. Si hay una gran variedad de árboles, puede mantenerse una gran variedad de herbívoros y, por lo tanto, también de carnívoros, tal y como lo mencionamos anteriormente. En las regiones tropicales existe una mayor gama de tipos de vegetales: en una hectárea pueden llegar a coexistir 300 especies de árboles distintos, aunque lo normal es que haya entre 50 y 100 especies diferentes. Por el contrario, en todo un bosque templado es raro encontrar más de una docena de diversas especies arbustivas. Además en los trópicos los árboles de una misma especie están muy separados entre sí. Esto ha dado pie a pensar que, tal vez, la presencia de un árbol excluya a otros de su misma especie de los alrededores.

Como es bien sabido, para el crecimiento vegetal son imprescindibles algunos nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, entre otros). El suelo de las selvas tropicales es muy pobre en estos nutrientes, porque prácticamente todos están en los árboles. Cuando muere un árbol, éste se descompone rápidamente y los nutrientes que llegan al suelo tardan muy poco en ser utilizados por otros árboles. Por eso, talar bosques tropicales para implantar cultivos agrícolas es muy poco rentable. Las intensas lluvias arrastran rápidamente los

nutrientes y los suelos se empobrecen rápidamente ya que, al contrario que en los bosques templados, el humus o mantillo es una capa muy delgada.

En este contexto, se ha propuesto que si cada especie de árbol tropical tuviera unas necesidades de nutrientes muy específicas, sería imposible que cerca de un individuo creciera otro por falta de nutrientes. De modo que, sólo al morir un árbol, podría crecer otro de la misma especie en los alrededores. El resultado final es que habría muchas especies de árboles distintos, pero con individuos muy separados entre sí.

♥ Otro de los mecanismos propuestos para explicar la diversidad de árboles tropicales, considera la acción de los animales. En los bosques tropicales parece que hay un gran y rápido consumo de semillas por parte de los animales. Además, cada especie de árbol tiene sus propios depredadores especializados. Si el consumo de semillas es mucho más intenso donde hay más, es decir, alrededor de un árbol, resultaría que no germinarían retoños cerca de un árbol y si lejos de él, donde los especializados consumidores de esas semillas tuvieran que gastar mucho tiempo para encontrar una. En este caso, la acción de los animales sería un factor clave a la hora de explicar la diversidad vegetal de los trópicos.

♥ En realidad, la diversidad se modifica en muchos gradientes. Varía con la latitud, pero también lo hace con la altitud o con la profundidad en el mar. Las dificultades a la hora de explicar la variación latitudinal de la diversidad, son las mismas en el caso de la altitud o la profundidad, y la mayoría de los factores mencionados anteriormente, pueden ser responsables también en estos casos.

Sin embargo hay unas peculiaridades. Las comunidades que viven en las zonas más elevadas de las montañas están muy aisladas y tienen que habitar en áreas muy pequeñas. Ello seguramente hace que la diversidad disminuya más de lo normal con la altura.

En mar abierto, la diversidad de plancton, es decir, la diversidad de animales y plantas que flotan a la deriva, disminuye rápidamente con la profundidad. La pérdida paulatina de luz con la profundidad, es el principal responsable de este gradiente. Sin

embargo, en los años sesenta se descubrió que la diversidad de los animales y plantas que viven fijos al fondo (el bentos), es máxima a unos 2,000 metros de profundidad y después decae a medida que la luz y el alimento desaparecen. Aproximadamente a 2,000 m de profundidad, se sitúa el final de la plataforma continental, o lo que es igual, de la zona marina que rodea a los continentes.

En el fondo de la plataforma continental, el clima, la temperatura y el alimento apenas varían con el tiempo. En realidad, puede decirse que sus condiciones ambientales han debido ser muy similares durante millones de años. Esta estabilidad no existe, probablemente, en ningún otro lugar del planeta, ha debido de favorecer un incremento constante de la diversidad. En tierra firme y en las zonas marinas costeras, el clima ha cambiado muchas veces, facilitando la supervivencia de algunas especies y extinguiendo otras. Este es un buen ejemplo de que cuanto mayor es la edad del ecosistema mayor es su diversidad.

Cuando se ha estudiado la variación del número de especies con la altura, se ha observado también que, a veces, se produce un incremento de la diversidad a altitudes intermedias. Debido a que la presencia del hombre, el cual aumenta la inestabilidad del ecosistema, se ha dejado notar en los valles donde ha incrementado la tasa de extinción, el máximo de diversidad aparece en las alturas intermedias.

### **¿Para qué nos sirve la biodiversidad?**

Algunas personas opinan que deben conservarse todas las especies, por razones éticas, morales o espirituales, fundamentadas en que todos los seres vivos tienen el derecho a existir, o bien, por razones estéticas, donde los seres vivos son una fuente permanente de belleza; tanto si los observamos en un paisaje natural como si los apreciamos directamente en nuestro alrededor cotidiano (Pitelka 1991, Soberón 1997, Velázquez de Castro 2000). No obstante, la mayoría de las personas opinan que deben conservarse debido a los grandes beneficios que nos aportan.

De las 265, 000 especies de plantas conocidas, únicamente se utilizan 100 especies como recurso alimenticio y sólo 20 de ellas se usan extensivamente. Se sabe que, aproximadamente, unas 7, 000 especies han sido usadas con fines alimentarios por toda la humanidad, y que unas 75, 000 ofrecen partes comestibles (Lobo 1993, Carrillo 1995, Escámez 2000, Velázquez de Castro 2000).

Las plantas además de utilizarse con fines alimenticios tienen también otras potencialidades. Son el origen de una buena cantidad de fármacos y drogas: quinina, penicilina, morfina, entre otros (Lobo 1993, Sarukhán 1995, Escámez 2000, Velázquez de Castro 2000). Recientemente, una especie de planta ha resultado ser útil en el tratamiento contra la malaria, y se siguen investigando las propiedades anticancerosas de muchos compuestos producidos por los vegetales. Sólo se conocen las propiedades de un 2% de las plantas. La industria farmacéutica sabe que el mundo vegetal es una fuente de propiedades curativas y, por ello está cambiando ayuda medioambiental por derechos de explotación en algunos países (Lobo 1993).

De los animales también se obtiene alimento, medicamentos y productos de consumo (Sarukhán 1995).

Se pueden mencionar otras muchas razones de tipo económico que nos ofrece la biodiversidad. Muchos son los productos que actualmente extraemos de la naturaleza: maderas, caucho, tintes, insecticidas, ceras, conservantes, condimentos, aceites y plantas de ornato, por citar algunos. También puede haber muchas especies efectivas en el control de plagas, que si desaparecieran podrían provocar verdaderas catástrofes. Otras muchas especies son buenas indicadores de la contaminación ambiental. En otros casos su importancia puede estar en la mejora de cultivos (Lobo 1993, Escámez 2000).

El índice de contaminación de una zona puede ser medido gracias a la presencia o ausencia en dicho lugar de especies denominadas indicadoras que sirven como advertencia temprana de los cambios perjudiciales que ocurren en el ecosistema. Cuando dichas especies comienzan a desaparecer de una zona nos están indicando que los cambios pueden

ser ya irreversibles para el sustento de la vida, a no ser que se actúe rápido y en consecuencia. Por ejemplo, la presencia de líquenes sobre la corteza de los árboles indica la ausencia de contaminación atmosférica, debido a que son muy sensibles al CO<sub>2</sub> en concentraciones relativamente bajas. A diferencia de la presencia en exceso del lirio acuático que indica contaminación (Velázquez y Fernández 1998).

La biodiversidad también es importante en el funcionamiento del ecosistema, ya que provee de servicios ecológicos no sólo a las especies silvestres, sino también al hombre, pues cada especie desempeña un papel ecológico. En ocasiones, la pérdida de una especie puede provocar efectos no deseados. Por ejemplo, en Borneo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) quiso eliminar los mosquitos y moscas con DDT. Con los mosquitos desaparecieron muchos otros insectos, entre ellos una avispa que se alimentaba de una especie de oruga. Esa oruga aumentó enormemente sus poblaciones, consumiendo las techumbres de las viviendas indígenas. Además se envenenó al principal depredador de las moscas, la salamanesa, lo que significó la desaparición del principal depredador de ésta, el gato. La desaparición de los gatos trajo consigo una plaga de ratas y ratones. Este caso es sólo un ejemplo de cómo el ecosistema se altera y se afecta negativamente, ocasionando el desequilibrio de las cadenas y redes alimentarias y por consiguiente, el mal funcionamiento del mismo (Lobo 1993, CONABIO 1998, Velázquez de Castro 2000).

El oxígeno que respiramos aportado por los árboles y algas microscópicas, la acumulación de suelo fértil para la agricultura, la regulación de los climas y la existencia de los ciclos biogeoquímicos son factores biológicos absolutamente indispensables para el mantenimiento de nuestras sociedades (Soberón 1997).

La diversidad genética tiene una gran importancia económica, ya que es a través de la variabilidad de genes le permite al ser humano ejercer una selección artificial de variedades de plantas y animales con características benéficas para él, dando lugar al proceso conocido como domesticación. Cada una de estas variedades presenta un contenido genético particular, seleccionado por el hombre a partir de la variación genética natural con el fin de satisfacer sus necesidades básicas. Además, en los genes de los organismos se

encuentra almacenada una enorme cantidad de información para la elaboración de una serie de productos alimenticios, farmacéuticos e industriales (CONABIO 1998, Velázquez de Castro 2000).

En el mundo se utilizan entre 30 y 40 especies de mamíferos, de las cuales apenas unas cuantas proveen de alimento y servicios a la mayor parte de la población mundial (asnos, ganado vacuno, cabras, caballos, cerdos, ovejas). Al igual de lo ocurrido con muchas especies de plantas, el ser humano ha modificado para su propio beneficio, la constitución genética de distintas poblaciones de estas especies, dando lugar a más de 4,000 "razas" (breeds). Esta gran diversidad se ha desarrollado a lo largo de 10, 000 años de domesticación (CONABIO 1998).

### **Causas que provocan la pérdida de la biodiversidad**

El problema de la pérdida de la biodiversidad es mucho más complejo de lo que refleja el interés público. Afecta a todos los niveles de organización de la vida desde el genético hasta los ecosistemas (Halffter 1991).

Hoy en día además de las causas naturales que hacen desaparecer algunas especies, es una realidad que la especie humana está afectando dicha pérdida de una forma acelerada por la capacidad que ha desarrollado para variar los ecosistemas y la vida terrestre en general (Velázquez y Fernández 1998).

Para el ser humano actual, es un reto mantener la biodiversidad, debido a que él mismo es el principal causante del desequilibrio entre las especies y de las alteraciones de sus espacios vitales, lo que sin duda desemboca en la pérdida más o menos masiva de toda la biodiversidad (Velázquez y Fernández 1998).

De acuerdo con Toledo (1988), Vázquez y Orozco (1989), Dirzo (1990), Halffter (1991), Toledo (1994), Sarukhán (1995), Soberón (1997), CONABIO (1998), Velázquez y

Fernández (1998) y Escámez (2000) las principales causas que provocan la pérdida de la biodiversidad se dividen en dos:

**A) Causas naturales**

Son las causas que ocurren por fenómenos naturales:

- ♥ Incendios
- ♥ Erupciones volcánicas
- ♥ Inundaciones
- ♥ Terremotos

**B) Causas inducidas**

b.1.) Directas

- ♥ La caza indiscriminada,
- ♥ la pesca y
- ♥ la sobreexplotación de las especies, poblaciones y recursos naturales en general, ocasionada con fines de:
  - ✓ Comercio o tráfico ilegal de especies
  - ✓ Coleccionismo
  - ✓ Ornato
  - ✓ Peletería
  - ✓ Comercio de algunas partes u órganos de las especies
- ♥ Introducción de especies exóticas

La introducción de especies exóticas ocasiona diversos problemas:

✓ En algunos casos alguna (s) de las especies autóctonas es depredada por la especie introducida, y como consecuencia se alteran las redes alimentarias de la zona, cuyo nuevo equilibrio puede ser muy lento o no llegar a alcanzarse nunca.

✓ En otros casos, alguna (s) especies nativas y la invasora muestran las mismas preferencias por un determinado hábitat o alimento, creándose una fuerte competencia entre ellas y, del mismo modo que en el caso anterior, el nuevo equilibrio puede ser lento o jamás alcanzarse.

✓ También puede ocurrir que las especies exóticas introduzcan una serie de enfermedades y parásitos a las especies locales, ocasionándoles nuevas enfermedades o la eliminación de alguna especie cuya función en el ecosistema (servir de alimento, polinizar las flores, dispersar semillas, entre otras) es importante y necesaria. De nuevo deberá alcanzarse un nuevo equilibrio en las redes alimentarias de la zona.

La mayoría de las veces por todas estas razones, una especie introducida no logra establecerse, como ocurriría en un proceso natural y a veces aunque se establezca su colonización no tiene éxito, ya que también las consecuencias sobre el medio ambiente pueden graves. Así, por ejemplo en los casos de repoblaciones con plantas no autóctonas ocurre que: algunas plantas modifican drásticamente la composición del suelo, lo que afecta de una forma clara al resto de la comunidad vegetal de la zona y también, a sus consumidores; o bien, otras alteran la disponibilidad del agua, con lo que se incrementan las posibilidades de incendios en la zona.

#### b.2.) Indirectas

♥ Destrucción y transformación de hábitats ocasionada por:

✓ La tala o deforestación

- ✓ Incendios (llevados a cabo para realizar ciertas actividades humanas como la agricultura y la ganadería (pastoreo))
  
- ✓ La construcción de obras ligadas a la urbanización
  
- ♥ Influencia de los compuestos químicos (plaguicidas, insecticidas) y tecnologías utilizadas en la fertilización de suelos, fumigación de cultivos.
  
- ♥ La degradación continua del hábitat por vertido de contaminantes de origen urbano-industrial
  
- ♥ El crecimiento demográfico que conlleva a un aumento en la contaminación local y en la construcción de obras públicas
  
- ♥ La alteración de los cursos de las aguas
  
- ♥ Las aglomeraciones indiscriminadas de turistas en zonas privilegiadas

La destrucción y alteración de hábitats provoca la reducción y desaparición de ecosistemas naturales, en especial los bosques tropicales que son los biomas más diversos de todos los ecosistemas de la Tierra, y con ellos el número de especies que por consiguiente arrastra consigo también la pérdida de la diversidad genética dentro de las especies, la cual es determinante en la supervivencia de muchas especies (Dirzo 1990, Halffter 1991, Mittermeier y Mittermeier 1992).

En resumen, los patrones de la destrucción son todo el conjunto de factores sociales, económicos, demográficos, culturales, que provocan, como ya vimos, la desaparición individual o masiva de las especies (Toledo 1994).

### **Consecuencias que conlleva la pérdida de la biodiversidad**

Cada especie se ha originado tras millones de años de evolución. Se piensa que la mitad de las especies actuales evolucionaron durante los últimos 50-100 millones de años. Por tanto, la diversidad que observamos es el resultado de un proceso irrepetible y único. Es así como, la contaminación atmosférica o del agua pueden ser procesos reversibles, pero la pérdida de cualquier especie es irrecuperable. El problema es mucho más grave, si consideramos las consecuencias que esta pérdida conlleva: la desaparición y reducción en el número de especies, así como la de sus distintas poblaciones (Halffter 1991, Lobo 1993).

Ante cualquier modificación ambiental, la evolución necesita de la variabilidad. Si una especie posee una gran variedad de individuos, con distintas capacidades y posibilidades, será más probable que alguno sobreviva ante un cambio ambiental. Una única especie puede tener cientos de poblaciones genéticamente distintas. Así que, extinguiéndose las poblaciones de las especies, además de perderse la variabilidad genética, estamos por consiguiente disminuyendo su capacidad de respuesta ante las alteraciones del medio (Vázquez y Orozco 1989, Lobo 1993).

### **Estrategias para la conservación de la biodiversidad**

Saber los beneficios que aporta la biodiversidad no es necesariamente actuar en la conservación de ésta. Que el ser humano depende para su existencia de una naturaleza sana y rica solamente se le puede olvidar a los habitantes de las grandes ciudades. Los campesinos de todo el mundo lo saben perfectamente, ya que si el suelo se agota, o el agua viene contaminada, ellos son los primeros en sufrir las consecuencias. Nuestra cultura urbana está recordando lentamente esa antigua verdad: “el ser humano es parte de la naturaleza, no su dominador”, y nuestra ciencia y capacidad económica no nos permiten substituir la humilde labor de las algas microscópicas y los árboles que nos dan el oxígeno que respiramos (Soberón 1997).

Existen diversas formas de conservación de las especies que se aplican en diferentes países, las cuales se dividen en:

*1) Mantenimiento de individuos de especies fuera de su zona de origen (ex situ).*

♥ La recuperación de especies mediante la cría en cautiverio y su posterior reintroducción en su hábitat natural puede ayudar a la supervivencia de poblaciones salvajes (Velázquez y Fernández 1998).

♥ Otra forma de ayudar a mantener la biodiversidad es mediante la creación de zoológicos, acuarios y jardines botánicos, entre otros, éstos también pueden actuar como reservorios genéticos y de especies (Vázquez y Orozco 1989, Sarukhán 1995, Velázquez y Fernández 1998).

♥ Los bancos de germoplasma. Este concepto puede definirse como la conservación de la diversidad genética haciendo uso de cualquier procedimiento que permita preservar la información genética contenida en todas las especies de los seres vivos, para recuperarla cuando se requiera desarrollar o recrear a esos seres vivos o a alguna de sus potencialidades genéticas (Vázquez y Orozco 1989).

Los bancos de germoplasma pueden ser reservas biológicas, bancos de propágulos como semillas o esporas, bancos de tejidos en cultivo o congelados, bancos de órganos y embriones, bancos de cultivo de microorganismos, entre otros (Vázquez y Orozco 1989, Sarukhán 1995, Velázquez y Fernández 1998).

Aunque ésta es una forma de conservación en la que se tiene ya mucha experiencia y ha sido efectiva para proteger a algunas especies en extremo peligro de extinción, es claro que presenta limitaciones muy importantes en lo que se refiere a la capacidad de conservar un gran número de individuos, de especies y, especialmente de poblaciones, comunidades y ecosistemas que constituyen - y que son los que le dan valor a- la diversidad biológica (Sarukhán 1995).

## *2) Creación de áreas protegidas*

Una de las principales estrategias en la mayoría de los países consiste en la conservación de regiones o porciones de las mismas con uno o varios ecosistemas que sean importantes por el gran número de especies que contienen, por el endemismo que éstas presentan, o bien, por su importancia ecológica y los servicios que prestan a una comunidad humana (Halffter 1991, Sarukhán 1995, CONABIO 1998). De esta forma, la preservación de una gran área natural asegurara la reproducción y mantenimiento de la variabilidad genética de las especies (Vázquez y Orozco 1989).

Mediante los actuales planes de gestión enfocados a la conservación de cada hábitat, la creación de áreas naturales protegidas (reservas de la biosfera, parques nacionales, parques naturales, santuarios de vida silvestre, entre otros) está ayudando a salvar la diversidad específica, ecosistemática y desde luego genética (Toledo 1988, Velázquez y Fernández 1998, Escámez 2000), ya que la destrucción de estos ecosistemas representa la pérdida de líneas evolutivas que, no se encuentran en ningún otro sitio (Halffter 1991, CONABIO 1998).

Esta conservación *in situ* es obviamente la más adecuada y eficaz y debería ser la más fácil de realizar (Sarukhán 1995).

## *3) Explotación conservacionista de los recursos naturales*

El análisis biogeográfico es, sin duda alguna, el instrumento de mayor utilidad con que cuenta la investigación científica para diseñar una estrategia apropiada de conservación de los recursos bióticos, y por ello se utiliza como base de la política de protección en algunos países como Brasil, Chile y Ecuador. El conocimiento de los patrones de distribución de las especies o de grupos de ellas sirve a la conservación en tres sentidos, ya que ofrece información sobre las áreas de mayor importancia florística y faunística; proporciona listas de especies en peligro de extinción por la destrucción de los hábitats

naturales, y permite evaluar las áreas protegidas en función de la riqueza y unicidad de la flora y fauna que alojan (Toledo 1988).

Además, señala este mismo autor, una apropiada política de conservación debe ocuparse no sólo de lo que protege sino de lo que destruye. En este sentido debe reconocerse que la idea de la conservación no puede restringirse al conjunto de áreas protegidas donde los recursos bióticos se preservan mediante aislamiento de los procesos productivos primarios (agricultura, ganadería, producción forestal y pesca). El uso apropiado de los recursos bióticos en el "mar" que rodea a esas islas constituye también un objetivo de una buena política conservacionista. De tal manera que la concepción integral de la conservación debe integrar dos preocupaciones principales: la preservación de lo más representativo de la diversidad biológica de un espacio determinado y el uso racional de los recursos que quedan fuera de esos enclaves preservados.

Por consiguiente una estrategia apropiada de conservación deberá ocuparse de los ritmos y tendencias de transformación de los hábitats naturales (por tipo de hábitat, entidad política y región biogeográfica); de los planes y proyectos de desarrollo agropecuario y forestal, y del efecto de fenómenos externos, tales como incendios forestales, apertura de nuevas carreteras, embalses y erosión, sobre las áreas protegidas. Todo ello permitiría llegar a ciertas predicciones, reconocer tendencias, establecer prioridades en la conservación y reforzar ciertas áreas ya protegidas pero muy amenazadas (Toledo 1988).

Las estrategias para la conservación de la biodiversidad son muy distintas según el nivel que se esté considerando. La conservación de un país que presenta áreas importantes de un ecosistema con gran número de especies, es decir, con una alta diversidad alfa, puede ser prioritaria para mantener los recursos naturales en el nivel nacional y menos importantes en el nivel global si las mismas especies o muy próximas se presentan fuera de ese país (Halffter 1991).

*4) Emisión de leyes y reglamentos para proteger la naturaleza*

Una forma para conservar a los seres vivos es mediante la protección legal de las especies que impidan su comercio y caza para fines lucrativos (Velázquez y Fernández 1998).

La falta de información, la sensibilidad y la demanda que en muchos casos se está desarrollando sobre estos temas de protección de especies, ha desembocado en la publicación de los denominados **libros rojos**. Estos libros son documentos autorizados internacionalmente que recopilan la información acerca del estado de conservación de las especies. Incluyen comentarios acerca de las posibles causas del descenso de sus poblaciones y sugieren medidas adecuadas para su conservación. Asimismo se han elaborado varias categorías para describir el estado de conservación de las especies. Dichas categorías son: en peligro de extinción (supervivencia improbable), extinguida (si se le perdió el rastro en los últimos 50 años), vulnerable, rara, fuera de peligro y no amenazada (Velázquez y Fernández 1998).

La conservación y el uso sostenible de la biodiversidad es un asunto de gran importancia para todo el mundo. Tan es así, que la relevancia del tema se ve clara en las actividades que los gobiernos de los países están desarrollando por su causa (Soberón 1995). A raíz de la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en el marco del Foro Global de Organizaciones no Gubernamentales y Movimientos Sociales surgió el Compromiso Ciudadano sobre la Biodiversidad, conocido para la mayoría de las personas como Convenio sobre Diversidad Biológica, firmado en 1992 en Río de Janeiro, Brasil, el cual tiene como objetivo la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, así como el reparto equitativo de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos. Dicho Convenio entró en vigor el 29 de diciembre de 1993 y desde entonces es celebrado internacionalmente como el Día de la Diversidad Biológica.

Este acuerdo es el primero en el nivel mundial legalmente vinculante, que aborda de manera comprehensiva todos los aspectos de la diversidad biológica: la genética, la de

especies y la de ecosistemas. Es así como los 50 países que forman parte de este Convenio están tomando en cuenta la importancia de su riqueza biológica e iniciaron ya procesos de planificación estratégica para orientar y definir prioridades en esos temas (Andelman 1999, Índice Sumario de los Tratados Alternativos de la ECO 1992, Escámez 2000).

De igual manera, para lograr de manera efectiva la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica en las agendas y políticas sectoriales es necesario facilitar el compromiso de los distintos sectores (agrícola y forestal, pesca, industrial, obras públicas y minería, entre otros) relacionados con la biodiversidad a través de sus diferentes expresiones (Andelman 2000).

*5) Acciones educativas que formen una nueva mentalidad con respecto a nuestra relación con la naturaleza*

En este apartado, la cuestión educativa es de suma importancia, ya que el alumno a través del conocimiento de la biodiversidad conocerá y determinará la importancia de conservarla. Asimismo las actitudes que él tenga frente a esta problemática, así como a otras, le ayudarán para formarse como individuo responsable por el medio que le rodea cambiando así su mentalidad.

El World Resources Institute (1992) ofrece una serie de pasos a seguir con alumnos de primaria y secundaria con la finalidad de crear en el estudiante de estos niveles educativos interés por la biodiversidad. Este autor menciona:

La clave, para crear interés en la biodiversidad entre los alumnos de escuelas primarias y secundarias, es que exista interés e identificación con el tema por parte de los maestros. Los buenos profesores son los que mejor saben cómo hacer llegar el mensaje a sus estudiantes, pero a continuación se presentan algunas sugerencias:

a) Explicar que la “biodiversidad” abarca a “todos los seres vivientes”, incluidos los que son demasiado pequeños como para que puedan verse a simple vista. Indicar que las

personas y su cultura forman parte de la diversidad de formas de vida. Como tarea domiciliaria, indicar a los alumnos que describan la biodiversidad de una zona próxima a su hogar.

b) Señalar la importancia de los componentes de la biodiversidad mencionando los medicamentos, los productos industriales, los alimentos, y el aporte de los programas de hibridación a la agricultura. Enfatizar el papel que cumplen la biodiversidad y los recursos biológicos en la modelación de las culturas humanas, citando, por ejemplo, la relación existente entre las especies nomádicas y migratorias. Encargar a los estudiantes que describan cómo sería la vida si faltara un aspecto de la biodiversidad que es importante para ellos, que identifiquen ejemplos del uso de la biodiversidad, o que analicen qué influencia tienen diversos recursos biológicos sobre la economía local y el entorno local.

c) Subrayar la labor de conservación de la biodiversidad en lugares próximos a los hogares, familiarizando a los alumnos con toda zona protegida que exista en las cercanías, con centros de conservación *ex situ* y con técnicas locales de gestión que promuevan la conservación de la biodiversidad. Señalar la importancia de utilizar los recursos en forma sostenible. Organizar una visita a instalaciones locales de conservación. Analizar los temas respecto a la naturaleza y su respeto, la autopreservación y otros componentes de una ética de conservación. Organizar una reunión de manejo de la biodiversidad, asignando a cada alumno un diferente interés colectivo para que lo represente.

d) Indicar a los alumnos que diseñen carteles o escriban redacciones sobre el aporte histórico de la biodiversidad, que recomienden planes de manejo de zonas de recursos, que realicen listas de medios que puedan utilizar las personas para colaborar con la conservación, y que inventen un juego de mesa en el que aparezcan los obstáculos que se oponen a una adecuada gestión de la biodiversidad y los beneficios de la misma.

e) Llevar a los alumnos al campo y hacer que perciban y estudien directamente la diversidad de las formas vivientes vitales.

Es así, como en la conservación de la diversidad biológica todas las estrategias pueden ser válidas y deben ser exploradas, hasta donde los principios morales de nuestra sociedad lo permitan, siempre que estas acciones no pongan en peligro a la propia naturaleza (Vázquez y Orozco 1989). Sin embargo, la falta de precisión acerca de qué tipo de biodiversidad se quiere conservar, en que nivel biológico y en qué contexto geográfico es frecuente en nuestra época. Además, la solución o soluciones, si existen, dependen de planteamientos –como ya vimos- socioeconómicos, políticos y - en primera y también en última instancia - culturales (Halffter 1991).

En resumen, entre las principales razones para conservar la biodiversidad no sólo deben de contar las económicas y las prácticas, sino también las culturales, estéticas y las espirituales. La riqueza que ofrece la biodiversidad que nos rodea constituye el verdadero museo de la naturaleza. Además su interminable obra de teatro y sus ecosistemas, tanto los tropicales, como el bosque húmedo y los arrecifes coralinos son la última expresión de complejidad y magnificencia de la vida en el planeta. Aunque solo fuera por esta única razón vale la pena tratar de salvarlos (Mittermeier y Mittermeier 1992).

## **I.4. Investigaciones educativas sobre la biodiversidad**

Las investigaciones educativas relacionadas con la temática de la diversidad biológica son relativamente escasas debido a su reciente introducción en los *curricula* educativos.

En general, la mayoría de los estudios que se han realizado desde el campo de la Ecología y la Educación Ambiental han sido en relación con los problemas medioambientales.

Los trabajos sobre problemas ambientales muestran que el tema de contaminación es considerado por los alumnos de primaria y secundaria como el problema ambiental más preocupante de la actualidad (Travé 1998).

Brody (1991) efectuó un estudio con alumnos de enseñanza obligatoria sobre el concepto de contaminación, las causas, las consecuencias y la actitud de los estudiantes hacia dicho problema ambiental. Los resultados obtenidos indican que, en un primer nivel se considera contaminación a todo aquello que es molesto y ajeno al medio y que puede percibirse fácilmente por los sentidos (humo, mal olor, suciedad). En la adolescencia este concepto se amplía a aspectos no meramente visibles ni cercanos, como la contaminación química o radioactiva. En relación con las causas, en la infancia se considera que pertenecen a una tipología simple de efecto directo, mientras que en la secundaria se mencionan aspectos relativos a la multicausalidad provocada por la actividad económica: industria, tráfico. Las consecuencias de la contaminación son entendidas por los niños, en un primer momento, en relación con su inmediatez y a su incidencia sobre las personas y algunos animales, posteriormente en la adolescencia se llega a comprender su carácter general y mundial, que perjudica al conjunto de los seres vivos y cuyos efectos se muestran a largo plazo. Por último, en cuanto a la actitud de los estudiantes ante estos problemas, se aprecia una opinión derrotista, manifestada, sobre todo, en la adolescencia, debido a que no encuentran fórmulas fáciles de solución, proponiendo que sean las instituciones las encargadas de buscar alternativas eficaces.

La investigación de Marcén y Soriano (1993) enfocada con alumnos de once y catorce años, señala la visión antropocéntrica y estática que tienen los estudiantes respecto al análisis de los problemas del medio, identificando los intereses humanos con las leyes naturales. Así, opinan que el hombre no debe alterar ni cambiar los recursos naturales, sino por el contrario, mantener la naturaleza tal y como estaba en un principio. Por otra parte, se constata la existencia de una preocupación común ante la problemática ambiental, alentada desde los propios medios de comunicación, basada prácticamente en una conciencia ambientalista relacionada con problemas no directamente vividos por el niño ni por su medio, sino en cuestiones ajenas y alejadas de su contexto: la destrucción de la selva amazónica debido a las compañías madereras, al agujero de la capa de ozono y la fuga radioactiva de Chernóbil, entre otros. Respecto a las soluciones aportadas por los alumnos para la resolución de dichos problemas se destaca que la responsabilidad de los problemas mundiales corresponderá básicamente a la propia humanidad; mientras que los problemas ambientales de tipo local serán responsabilidad de personas e instituciones concretas. Las actitudes encontradas en los estudiantes en torno a la resolución de problemas de contaminación ambiental son, una, de carácter pesimista, que considera dichos problemas como precio necesario por el desarrollo y dos, caracterizada de ingenua, convencida de bondad y eficacia de la ciencia y tecnología para solucionar los problemas generales por las actividades económicas.

En el trabajo de García (1995) se dedica un apartado al conocimiento de los modelos ideológicos relativos a la relación entre la humanidad y la naturaleza, realizado a partir del análisis del cuaderno de los alumnos, de donde se extrae que en un primer nivel se sitúa la cuarta parte de la muestra, que se considera partidaria del progreso y, por tanto, de la inevitable degradación del medio; en un segundo nivel, más de la mitad de los estudiantes opinan que los seres humanos acabarán sin remedio por destruir la naturaleza; en un tercer nivel encontramos al 10% de la muestra, que se declara en contra del progreso y propone volver a épocas anteriores de la evolución de la humanidad con el fin de evitar el desastre, y finalmente, sólo el 3.5 % de la muestra cree compatible progreso y conservación del medio ambiente.

García *et al.* (1995) estudiaron la visión que tiene el profesorado de ciclo superior de EGB de los intereses del alumnado de sexto, séptimo y octavo grado en

cuestiones de educación ambiental, siendo la mayoría de las veces, totalmente diferentes de lo que los docentes creían. En este trabajo se solicitó al alumnado que de siete problemas ambientales (sequía, incendios forestales, efecto invernadero, lluvia ácida, capa de ozono, contaminación y extinción de animales y plantas) eligieran a su juicio las tres más graves. Por su parte el profesorado tenía que ordenar dichos problemas de mayor a menor grado de acuerdo con lo que ellos creían que les pudiese interesar a sus aprendices. Los resultados mostraron que en el caso de los alumnos, la sequía y los incendios forestales principalmente, seguidos de la capa de ozono y las extinciones son los más graves; mientras que para los profesores son la sequía y la contaminación, seguidos de los incendios forestales y la capa de ozono.

De igual manera, se les pidió tanto al estudiantado como al profesorado indicar los temas con los que les gustaría a los alumnos realizar una investigación (residuos sólidos, energía, ruidos, incendios forestales, contaminación del agua, alimentos, contaminación atmosférica). Obteniéndose que los estudiantes prefieren los temas de contaminación atmosférica, incendios forestales y contaminación del agua y los docentes, contaminación del agua e incendios forestales.

Asimismo, de cinco preguntas que se les aplicó al alumnado respecto al efecto de invernadero, lluvia ácida, incendios forestales, capa de ozono y residuos sólidos (una pregunta por tema), se observó que los conocimientos sobre efecto de invernadero, lluvia ácida e incendios forestales, en este orden, son los menos asimilados, a diferencia de los que el profesorado había respondido.

En lo que concierne al estudio de la biodiversidad, las primeras investigaciones, de carácter teórico, se iniciaron a partir de la primera mitad de la década de los noventa, mientras que a partir de la segunda mitad, dichos trabajos se han enfocado hacia la cuestión de tipo aplicada. Los resultados más relevantes de las investigaciones que hemos encontrado son las siguientes:

Cross y Price (1994) realizaron una investigación sobre temas científicos y conocimiento social, enfocándose al caso de la diversidad biológica, especialmente la genética. La intención de este estudio es explorar una manera, en la cual los profesores

de ciencias puedan manejar mejor los temas sociales, en este caso el de la diversidad genética, que puedan surgir del desarrollo en ciencias y tecnología.

Los cuatro puntos considerados fueron: 1) El concepto de diversidad genética; 2) El valor de dicha diversidad; 3) La naturaleza de las amenazas a dicha diversidad y 4) Los medios de preservar la diversidad. Cada uno de estos puntos se subdividieron en preguntas particulares para saber como abordarlas.

La primer área de preguntas demanda para un mejor entendimiento, cuestiones como: ¿cómo sabemos qué depende de la herencia y qué depende de la práctica en la agricultura y el medio ambiente? ¿Por qué se toma tanto tiempo en producir una nueva variedad? ¿Qué métodos se usan en las plantas para producir nuevas variedades de alimentos para los animales?

La segunda área de preguntas se enfoca a la fuente del gran incremento de las cosechas. Se incluye el uso de cultivos tradicionales y las formas en estado natural de las especies domesticadas; la relación entre la diversidad y la resistencia a la enfermedad.

El tercer punto considera, además de las cuestiones científicas, el dominio de la agricultura, economía y política. En el nivel genético se pregunta sobre el efecto de la selección repetida para las características útiles económicamente. En el nivel de la práctica y uso de la tierra cuestiones acerca de la pérdida de la tierra y de las variedades silvestres. Preguntas respecto a, el interés económico y patrones de propiedad (privada y pública) están involucrados en los programas alimentarios, y en cuanto al nivel político se cuestiona: ¿De patentar las variedades de plantas y animales, qué pasaría con la trayectoria del dinero?

El cuarto y último punto tiene que ver con la preservación de la diversidad genética y, nuevamente se aprecia una mezcla de lo científico con lo social.

Asimismo, los autores señalan que al manejar un tema es necesario considerar aquellos conceptos esenciales para la mejor comprensión del mismo. De tal manera, que conceptos como herencia; variación, rango distintivo; características de cromosomas y

genes y la distinción entre fenotipo y genotipo son los más elementales para dicho entendimiento. En lo que respecta al nivel social hay problemas conceptuales cuando se consideran los bienes públicos y privados.

Keogh (1995) realizó un trabajo sobre la importancia de la sistemática en la comprensión de la biodiversidad. Señala que esta ciencia ayuda a entender y remediar uno de los más importantes problemas que encara la crisis de la biodiversidad mundial, contribuyendo a un mejor entendimiento del mundo viviente y lo que los beneficios de este entendimiento significan para la humanidad.

Asimismo menciona que la sistemática realmente está conformada por tres componentes complementarios: la taxonomía, filogenética y clasificación.

La taxonomía documenta la biodiversidad con cuidadosa descripción y dando nombre a nuevas especies y comparando éstas con las formas relacionadas ya conocidas. La colecta de nuevos especímenes es una de las más importantes actividades de los taxonomistas. Por ello, las colecciones científicas son la base de todo el trabajo sistemático, tanto práctico como teoría. Desafortunadamente poca gente fuera del ambiente científico entiende el importante papel que juegan los museos en la investigación científica.

La cuantificación de un número de diferentes tipos de organismos vistos o colectados en el campo, reforzará en el alumno la idea de que muchas especies son raras y difíciles de encontrar. Previo a la identificación de especies, los estudiantes tendrán que familiarizarse con términos y conceptos básicos de anatomía. El dibujar las características más importantes de las especies; el uso de claves de disección local y una documentación de la diversidad en un área local (lista de vertebrados o de hongos, por citar algunos grupos) permitirá al alumnado experimentar que las especies fuertemente relacionadas pueden diferir de maneras muy sutiles, y como algunas características son más importantes que otras, a la vez de que les proporcionará una idea de la diversidad biológica que existe alrededor de ellos sin necesidad de apreciar esta belleza *in situ*.

Mientras que la taxonomía involucra la documentación de las especies y su biodiversidad, la filogenética al igual que la taxonomía está basada en los especímenes y

tiene que ver con las diferencias de las características morfológicas (y moleculares) entre los organismos relacionados. Estudios anatómicos pueden ser encontrados en cualquier libro de texto de anatomía comparada.

Las bases teóricas de la taxonomía y de la filogenética van juntas en la producción de clasificaciones. Una clasificación es simplemente, cita el autor, es una lista de grupos de especies (descritas a través de la investigación taxonómica), la cual está basada en las relaciones evolutivas (descritas por la investigación filogenética). Algunas actividades de enseñanza que señala el autor son la realización de listas de organismos, con los cuales estén familiarizados, y la discusión de las características importantes que algunos de ellos tienen en común. De esta manera, de los datos se pueden formar grupos de especies y establecer las bases para una clasificación.

Ajayi *et al.* (1997) llevaron a cabo un estudio acerca de lo que saben los profesores de diferentes comunidades del Estado de Michigan, USA, sobre biodiversidad y cómo diversas variables demográficas influyen en sus conocimientos.

Para ello emplearon la prueba desarrollada por Norman-Stevens; que se divide en dos partes. En el primer conjunto de ítems (1-40) referido al conocimiento de los tres niveles de diversidad biológica (genética, específica y de ecosistemas) el profesor tenía que responder a cada pregunta solicitada y en el segundo bloque (41-61) proporcionar diversos datos que se le pedía relacionados con los siguientes aspectos demográficos: edad del profesor; años de docencia; número de cursos tomados sobre educación ambiental o ciencia ambiental; nivel educativo en el que imparte clase; tipo de comunidad en la que imparten clase (urbana, suburbana o rural) y área de conocimiento del profesor.

Los resultados demostraron que el conocimiento del profesor acerca de biodiversidad es bastante limitado, encontrándose que no existen diferencias significativas entre las puntuaciones obtenidas por los docentes para cada tipo de diversidad biológica, ya que sólo el 50 % de la muestra (64 profesores) contestaron correctamente.

No se encontró relación alguna entre los conocimientos que el profesor tiene acerca de la biodiversidad y las variables demográficas: edad del profesor; años de docencia; área de conocimiento del maestro; nivel educativo y tipo de comunidad (rural, suburbana y urbana) en la que imparte clase. Sin embargo se observó que las puntuaciones del profesorado fueron más altas para aquellos que habían tomado más cursos sobre Educación Ambiental.

Estos autores sugieren que para ayudar a mejorar el conocimiento del docente sobre la biodiversidad y sobre todo para que dicho conocimiento no sea similar al de sus estudiantes, sería importante que se le impartiera al profesor, cursos obligatorios de educación ambiental, como parte de su programa de formación, establecido por cada universidad.

Por su parte, Aguaded *et al.* (1998) efectuaron una investigación para conocer las concepciones de 55 futuros maestros de Educación Primaria respecto a la diversidad biológica y conceptos relacionados; obteniéndose, entre otros resultados, que la mayor parte de los alumnos piensan que la biodiversidad es importante como recurso; una pequeña parte señala que es esencial para el mantenimiento del equilibrio ecológico y el resto no conocen la importancia. En torno a las causas que provocan las extinciones, casi la totalidad del estudiantado las atribuye al hombre, sin más explicación alguna; mientras que el resto constata que es debido a causas genéticas. Nunca se mencionan la destrucción de hábitats ni el desequilibrio del sistema. Respecto a la forma de conservar la diversidad biológica, aproximadamente la mitad del alumnado contesta: la no intervención del hombre; otra pequeña parte señala no causando problemas ambientales en los que intervenga el hombre y el resto simplemente propone, no modificar las interacciones naturales haciendo uso del desarrollo sostenible. Finalmente, para estos futuros profesores los sectores económicos más importantes que afectan a la biodiversidad y la contaminación ambiental son la agricultura, pesca y minería en mayor grado y como factores económicos indirectos, la bolsa de valores y el turismo en menor grado.

En Bulgaria, Barker y Elliott (2000) planificaron una serie de estrategias didácticas referentes a la educación para la biodiversidad con el objetivo de que alumnos de educación primaria y secundaria desarrollaran destrezas y habilidades en

torno a este tema. Las técnicas de enseñanza que los autores emplearon para introducir estas destrezas fueron las siguientes:

- La creatividad escrita, donde los alumnos recopilan historias de hadas, libros, películas y canciones de donde identifican las características de los lobos, usados como ejemplo. Con la información recabada se trabaja en pequeños grupos donde tienen que escribir dos artículos de prensa, uno de ellos haciendo alusión a las características positivas de los lobos y el otro a las negativas, ayudando de esta manera a que el alumno introduzca nuevo vocabulario.

- El diseño de pósters, creado a partir de la información obtenida acerca de un tema o grupo de organismos en general, en este caso usando como ejemplo la actividad cíclica anual de los murciélagos.

- Fabricación de modelos, usando distintos materiales disponibles y en buen estado se realizan modelos dimensionales, en este caso de las plantas, para observar la diversidad de este grupo de seres vivos (altura, número de flores, color de las hojas, entre otros). Este proceso estimula las destrezas de observación y de procedimientos como recurso que puede ser usado para demostrar la variación intraespecífica.

- Rol de papeles. Esta técnica intenta facilitar el desarrollo de habilidades en un argumento constructivo y ayudar a los participantes a apreciar las cuestiones medioambientales que puede verse desde diferentes perspectivas. Como ejemplo se utilizó el tema de migración de cigüeñas blancas y su conservación, donde diferentes grupos presentan intereses distintos (granjeros, cazadores, conservacionistas, pescadores, hidrologistas y el ministerio del medio ambiente).

Otro juego que los autores emplearon fue el de la pirámide alimenticia y flujo de energía en los diferentes niveles tróficos.

El uso de juegos es muy efectivo y satisfactorio, ya que permitió introducir experiencias memorables para el aprendizaje, además de apoyar y reforzar los conceptos científicos.

- Investigaciones acerca de un tema en especial, como es el caso de las plantas medicinales. El trabajo se basó en valorar el uso potencial de las plantas y sus productos, e inventar y llevar a cabo una técnica de extracción de látex del tallo de la planta diente de león.

Gayford (2000) realizó un estudio en Inglaterra para conocer la perspectiva que tienen los profesores de ciencias que enseñan a estudiantes entre los 11 y 18 años acerca de la educación de la biodiversidad. Para ello, utilizaron la técnica de “enfoque de grupos” (donde el investigador desea encontrar lo que un grupo en particular piensa acerca de un tópico, a través de la formulación de preguntas), que consistió en la conformación de un panel de seis profesores con la finalidad de sugerir los temas a ser discutidos. Posteriormente este grupo se dividió en cinco grupos de enfoque, cada uno integrado por cuatro o cinco profesores con el propósito de discutir de una manera más amplia los puntos a desarrollar. Los resultados que cada grupo de enfoque obtuvo se compilaron para que todos los grupos tuvieran la misma información y llegar así a un acuerdo final.

Los puntos de vista más importantes que emanaron de los grupos de enfoque respecto a los temas considerados fueron:

Los profesores entienden los principios básicos que incluyen una diversidad tanto interespecífica como intraespecífica y que ambas están fuertemente relacionadas con las variedades del hábitat.

La importancia que para estos profesores tiene la biodiversidad es que se requiere para mantener el balance natural dentro de la biosfera; es un componente esencial de la sustentabilidad; todos los seres vivos son un recurso para las poblaciones humanas; son muchas las utilidades que se pueden obtener de los seres vivos y son importantes estética, ética y humanitariamente.

Los maestros señalan que la diversidad biológica se encuentra amenazada debido a la acción humana. No obstante, reconocen que ha habido periodos de extinción masiva debido a causas naturales y que la biosfera se ha recuperado. Por lo que es

importante distinguir entre la reducción de la biodiversidad por influencia humana y por causas naturales.

De acuerdo con los docentes, el tema de biodiversidad se cubre en la escuela a través de la genética, evolución y ecología, incluyendo la variación del hábitat. La ecología y la conservación están ligadas en la escuela como actividades o trabajo extraclase y extracurriculares. No obstante señalaron que no basta con la consideración de aspectos científicos, sino también con los sociales, económicos y políticos para explorar diferentes puntos de vista. Asimismo admitieron que presentan problemas al tratar un rango de perspectivas tan amplio debido a las limitaciones de su conocimiento, y no precisamente científico.

Otro de los problemas que detectaron es el no saber abordar la forma en que este tema se encuentra interconectado con otros problemas ambientales. Es por ello que los profesores también expresaron su preocupación de que la educación ofrecida no pueda ser racional y equilibrada.

De igual manera reconocieron la gran participación que ha tenido la televisión para concienciar al público acerca de la reducción de la biodiversidad global, pero no hay evidencia suficiente de que los estudiantes observen estos programas como materia de curso. Asimismo la prensa tiene poco impacto en el aprendizaje popular de los alumnos.

Respecto a si la educación para la biodiversidad es un asunto importante para el curriculum de la escuela o para la institución, se señaló que en términos de política escolar y educación, la biodiversidad recibe poco reconocimiento. Sin embargo, los profesores consideraron que tienen un papel importante que desempeñar dentro y fuera de la enseñanza formal, a la vez de que pueden influir en los estudiantes y miembros de la institución.

Los criterios que señalan los profesores investigados que pueden ser usados para decidir si se está efectuando una buena educación sobre biodiversidad son de dos tipos: los científicos, donde la enseñanza – aprendizaje involucra el entendimiento de que la relación entre organismos es compleja e interdependiente, la apreciación de que las

especies amenazadas no son sólo especies exóticas y que incluyen tanto a la flora como a la fauna, la interrelación de la genética, evolución y ecología que ayuda al entendimiento de la biodiversidad, la apreciación de que el tema es local, nacional y mundial y el entendimiento de que la biodiversidad se interconecta con cambios climáticos y destrucción del hábitat. En cuanto a los criterios no científicos, los profesores consideran a los valores, actitudes y comportamientos de la gente de diferentes culturas, circunstancias económicas, políticas, éticas y convicciones espirituales.

Asimismo, los maestros coincidieron en que la educación para la biodiversidad debe ser una función apropiada del curriculum completo y que uno de sus principales propósitos es el cambio de actitudes y comportamientos.

En cuanto a los recursos que existen para apoyar al maestro en su enseñanza fuera de la institución, último punto considerado por los profesores, éstos mencionaron que los zoológicos, parques, jardines botánicos y museos, entre otros, emplean personal con conocimientos especiales y experiencia, elaborando a menudo materiales didácticos para apoyar la enseñanza.

Finalmente, Summers *et al.* (2000) entrevistaron en Inglaterra a 12 profesores en activo de Educación Primaria, formados en el área de ciencias, para explorar el conocimiento que presentan respecto a diferentes temas ambientales, entre ellos el de biodiversidad. Los resultados de este estudio muestran que: ocho profesores definen correctamente el término de especie; nueve saben que el número de especies en existencia esta disminuyendo; siete señalan que la diversidad es necesaria por razones estéticas, morales y prácticas para el hombre (alimentación, medicinas, entre otras); tres mencionan que existe una pérdida de la biodiversidad dentro de las especies; sólo seis definieron correctamente el término ecosistema; mientras que la actividad humana (destrucción del hábitat, deforestación, contaminación e introducción de especies, entre otras causas) que afecta a los ecosistemas adversamente, causando la extinción de especies y la consecuente pérdida de la biodiversidad fue reconocida por los 12 profesores quienes al mismo tiempo afirmaron que cualquier especie es irremplazable una vez extinta.

## **II. PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

---

## Planteamiento teórico

La progresiva implantación de los modelos del Estado-bienestar en el seno de los Estados-Nación ha visto fraguar diversos sistemas que facilitan la vida de sus ciudadanos. Dos de ellos son el sistema educativo y sistema sanitario. Las analogías entre estos dos sistemas son múltiples y pueden ayudarnos a comprender las dificultades de la investigación didáctica.

En una forma simple podemos decir que Medicina y Educación, como ciencias aplicadas, pretenden transformar a un sistema (paciente/alumno) desde un estado inicial (enfermo/ignorante-no educado) a un estado final (sano/culto-educado). Esta transformación, cambio o evolución, está mediada por un sistema complejo (el sanitario/educativo) con intenciones deliberadas y donde ciertos individuos (médicos/profesores) juegan un papel central. Advertamos desde el inicio que transformación, cambio o evolución son conceptos que pueden generar una amplia polémica en la teoría educativa.

La primera de las analogías, ideada y comentada por Reif (1983) hace referencia a los planteamientos teóricos que tanto la Medicina como la Educación deben poseer para alcanzar éxito en sus objetivos o intencionalidades.

La medicina debe tener un modelo teórico correcto del estado inicial del paciente, lo cual permite un conocimiento adecuado de la naturaleza de su enfermedad, así como de su estado final deseable, es decir tener un modelo teórico del funcionamiento fisiológico normal. Los conocimientos anteriores deben usarse para que el proceso de transformación a través de la terapia y/o medicación sea el adecuado. Por último, hay que poseer un modelo teórico adecuado para llevar a la práctica la terapia; ya que aunque todos los conocimientos de la enfermedad y la medicación sean completos serán ineficaces si el paciente no sigue la terapia establecida.

En su aplicación cotidiana es indudable que la práctica de la medicina moderna es una actividad exitosa. Este éxito se asienta en unos modelos teóricos bien establecidos. Las ciencias biomédicas básicas (anatomía y fisiología) nos aseguran el conocimiento adecuado de

la forma y función normal. La naturaleza de la enfermedad es asegurada por las diferentes ramas de la patología y estrechamente asociada a la patología está la terapéutica, base del tratamiento, que se refiere a los diferentes recursos curativos (farmacología, terapéutica física, cirugía y psicoterapia). La práctica efectiva de la terapia, parte del sistema donde interviene el paciente, es quizás la parte más endeble de toda la estructura, en particular en la prevención de enfermedades (higiene pública) pero también en el mero cumplimiento de las indicaciones terapéuticas.

En el marco de esta analogía se pueden comentar las dificultades a resolver por los modelos teóricos de la Educación y de forma más concreta en la didáctica de las ciencias experimentales. De tal manera que nos cuestionamos una serie de incógnitas:

¿Conocemos con exactitud el estado final que deseamos alcanzar? Para contestar a esta interrogante, entraríamos en el amplio debate de las diferencias entre conocimiento/ciencia escolar y conocimiento/ciencia académica, entre ciencia para todos o sólo para algunos especialistas, entre ciencia integrada o ciencia disciplinar. Todos estos debates se reúnen, resumen y superan en la actualidad en el reto de lo que ha venido en llamarse como alfabetización científica de toda la población. En su conjunto se puede afirmar que el estado final de cultura científica de la población es puesto en entredicho desde amplios sectores e históricamente tal insatisfacción ha sido un continuo motor de cambio en la propia didáctica de las ciencias.

¿Conocemos el estado inicial de los estudiantes?. No se puede dudar que las investigaciones en el campo de las concepciones de los alumnos, concepciones alternativas o ideas previas (u otras denominaciones que conllevan su trasfondo teórico) han marcado en gran parte el nacimiento de la didáctica de las ciencias como disciplina educativa. Los trabajos pioneros de Driver (1973) y Viennot (1976) y el aluvión posterior de investigaciones sobre ideas previas han contribuido intensamente a cuestionarse los problemas de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Quizás nos encontremos con el marco teórico más definido en la enseñanza de las ciencias.



En el supuesto, nada fácil, de conocer nuestro objetivo final y la situación de partida, la educación científica debe determinar la forma concreta de actuar sobre los sujetos. En este punto las dificultades son muy amplias y requieren de una explicación más detallada. El último aspecto de la analogía implica a los sujetos sobre los que se actúa. Ni la más perfecta de las fórmulas farmacéuticas funciona si no se ingiere, ni el mejor desarrollo curricular funciona si el estudiante no lo hace propio.

La segunda analogía a comentar incide particularmente sobre los procesos y modelos de aprendizaje y enseñanza. De tal forma que nos encontramos ante el objeto de estudio más genuino de la didáctica (Gimeno 1988, Perales y Cañal 2000).

La complejidad de este objeto determina a su vez la complejidad de la investigación didáctica, dado el doble carácter de explicación e intervención que presenta dicha investigación. Al investigar un problema en la enseñanza de la biología no sólo buscamos su origen, su caracterización o los factores que lo determinan, los cuales ayudan a explicarlo; sino también tratamos de determinar formas concretas de actuación que faciliten su resolución, es decir proponemos intervenciones que deben plasmarse en cambios en la escuela (Cañal 1990).

De esta dualidad explicación-intervención emana uno de los mayores problemas de la investigación en didáctica de las ciencias: la dificultad de trasladar los resultados obtenidos en las investigaciones hasta sugerencias didácticas susceptibles de ser usadas por los profesores en sus aulas. Nada más añorado que la analogía médica. Conocido el origen del mal aplicaríamos el último descubrimiento farmacológico. El sueño de la "receta didáctica" es una utopía y una quimera. En cuanto utopía, en su sentido optimista, es deseable pero difícilmente alcanzable, al menos por dos razones. La primera es que las investigaciones educativas alcanzan con dificultad resultados tan concretos como en las ciencias experimentales, fenómeno derivado de los objetos de su estudio que no son partículas, átomos, genes o ratones de laboratorio sino individuos inmersos en un mundo complejo. La segunda razón es que los resultados de las investigaciones didácticas no alcanzan con facilidad al colectivo de los profesores. Tal afirmación puede no causar gran sorpresa, por conocida, entre el colectivo de los investigadores universitarios; pero su gravedad sería análoga a afirmar que las

investigaciones médicas y farmacéuticas no van a llegar a mejorar la salud sino de unos pocos o incluso que nunca van a mejorar la salud de toda la población. ¿Imaginan la repercusión social?. ¿Cómo explicar que los primeros interesados en mejorar su trabajo desconozcan los resultados de dichas investigaciones?. En este punto la "receta didáctica" se transforma en una quimera, es decir en un imaginario monstruo que puede destruir cuanto toque.

Con esto llegamos a la última de las analogías que deseábamos plantear. En la primera de ellas hemos planeado por ciertas semejanzas fáciles, nos movíamos dentro de modelos teóricos que nos permiten estas licencias. En la segunda analogía que descendía hacia los terrenos más concretos de la investigación nos hemos encontrado con más diferencias que semejanzas. En esta última también hemos de hallar más contrastes que similitudes.

Como se mencionó anteriormente, la transformación del sistema paciente/estudiante está mediada por el sistema sanitario/educativo en el cual individuos como médicos/profesores son elementos fundamentales. Ciertamente es que muchos médicos se quejan de ser meros expendedores de "recetas" en sus consultas del sistema sanitario del Estado-bienestar, aunque tienen grandes probabilidades de actuar como profesionales de la medicina en sus actividades privadas y sin duda que como tales profesionales se sienten, se forman y son caracterizados por el entorno social.

Por múltiples y complejas razones, muy aceleradas en las últimas décadas, no podemos decir lo mismo de los docentes que aplican las "recetas didácticas". En primer lugar apuntemos un dato sociológico de interés: entre los "trabajadores o profesionales de la enseñanza" de los niveles obligatorios las fuerzas sindicales mayoritarias son las derivadas de los movimientos obreros clásicos, situación distinta a otros colectivos profesionales como son los médicos (Fernández Enguita 1990). El profesor de secundaria, en su mayoría, no se considera como un profesional de la educación sino como un técnico o trabajador dentro de un sistema institucionalizado (Carr y Kemmis 1988) y como tal técnico considera que su misión no debe ser otra que la de aplicar las recetas que le vengan dadas. Es por ello su desilusión ante la escasa concreción de los resultados de la investigación didáctica. Sentirse un profesional requiere una actividad reflexiva sobre el propio trabajo y sobre la dialéctica teoría-

práctica, es decir una reflexión crítica sobre la teoría de la actividad docente para cambiar la práctica y la práctica como reflexión sobre la teoría docente. Esta reflexión que incorpora teoría y práctica es la base de la didáctica y está lejana a la mera receta. Sin embargo, tal actividad reflexiva es, siendo optimista, tarea difícil o más bien, siendo pesimista, casi un ejercicio imposible entre el profesorado de ciencias de la enseñanza secundaria española. Una razón principal de ello, o al menos la inicial, es que los profesores de ciencias, muy al contrario que los médicos, no se forman inicialmente como tales ni tampoco son fáciles sus posibilidades posteriores para formarse y sentirse como tales profesionales.

A través de estas tres analogías hemos querido resaltar las dificultades en el terreno del trabajo investigador y académico de la didáctica de las ciencias. No hay que olvidar, por otro lado, que el campo didáctico es un ámbito profundamente interdisciplinar, en la medida en que hay que integrar las aportaciones de disciplinas tan diversas como la Epistemología de la Ciencia, la Historia de la Ciencia, la Psicología de la Educación, la Didáctica General, la Organización Escolar, la Sociología de la Ciencia, la Psicología General, amén los saberes de las disciplinas científicas correspondientes.

En la última década la didáctica de las ciencias experimentales ha sido caracterizada como una disciplina emergente, posible y práctica (Porlan 1998). Emergente en cuanto cumple algunas de las características que la epistemología de Toulmin da a las disciplinas profesionalizadas; posible porque en su evolución se aprecia que puede llegar a cumplirlas todas; y práctica en cuanto que pretende resolver problemas a través de una transformación de la realidad. En los últimos años, además, se posee ya de un cierto número de manuales y artículos de síntesis en los que se pueden consultar los antecedentes, los fundamentos teóricos y las líneas de investigación de la disciplina (Prieto y Blanco 1997, Romero 1998, Porlan 1998, Pozo y Gómez 1998, Perales y Cañal 2000, Perales 2000). Es por ello que nos hemos decantado a no presentar un exceso de configuración teórica de la disciplina salvo en los apartados que así lo han requerido (objetivos, diseño de la investigación y discusión).

## **Objetivos de la investigación**

En los apartados del capítulo de introducción se ha presentado la naturaleza del conocimiento de la Ecología en sus formas más recientes y se ha revisado una de sus nociones más actuales, la biodiversidad o diversidad biológica. La presente investigación aborda como línea básica la enseñanza-aprendizaje de la Ecología en el nivel de secundaria obligatoria, focalizándose en el tópico de la biodiversidad en diferentes momentos del desarrollo del trabajo investigador.

Utilizando la analogía de Reif como referente planteamos las tres cuestiones básicas del trabajo: ¿Qué estado final queremos alcanzar?, ¿Cuál es el estado de partida? y ¿Cómo realizar el cambio o transformación?.

1. ¿Qué estado final es deseable alcanzar?. Dentro del marco general de la enseñanza de la Ecología nos preguntaremos qué nociones de biodiversidad hay que enseñar.

Con este objetivo nos vamos a centrar en el estudio de varios documentos, en concreto los libros de texto, los programas de estudios universitarios inmersos en las memorias docentes, los documentos curriculares oficiales y los programas de oposiciones. Todos ellos pueden denominarse elementos o artefactos culturales que poseen una serie de condiciones favorables para su estudio. A saber: son relativamente fáciles de analizar, concretan los modelos de enseñanza, son puntos de referencia para los profesores, son elaborados por los docentes y expertos en la materia y son indicadores de la cultura que se desarrolla en los distintos niveles de enseñanza.

Apoyándonos en las evidencias históricas revisadas en los apartados de la introducción, así como en los estudios ya existentes sobre la enseñanza de la Ecología, también comentados en dicha sección, podemos emitir una hipótesis general respecto a este primer problema.

\* Las propuestas de enseñanza de la biodiversidad que emanan de los elementos culturales analizados presentarán formas diversas y en ocasiones con deficiencias para un completo aprendizaje de dicho tema.

## 2. ¿Qué concepciones tienen nuestros estudiantes acerca de la biodiversidad?

En la introducción hemos resumido los numerosos trabajos que sobre concepciones previas en temas de Ecología se han realizado en los últimos años. No obstante, no conocemos ningún estudio centrado en las concepciones sobre biodiversidad, al menos con la extensión que se propone en nuestro trabajo y en el ámbito de la educación secundaria obligatoria del país. Los trabajos más próximos abordan la pérdida de biodiversidad como problema ambiental y son profesores o futuros profesores los sujetos estudiados (recordar la revisión de la introducción).

El campo de las concepciones de los alumnos, como se ha comentado anteriormente, es uno de los temas más asentados en la didáctica de las ciencias; sin embargo la terminología utilizada al denominar estas concepciones puede indicarnos la valoración, explícita o implícita, que se mantiene sobre el conocimiento del estudiante. Por lo que consideramos de interés hacer algunas matizaciones sobre ésta cuestión.

Abimbola (1988) realizó la primera clasificación y análisis sobre la semántica en las denominaciones de las concepciones de los estudiantes. Distingue dos grandes grupos:

a) Aquellos que utilizan el término errores conceptuales (misconceptions) u otros como conceptos erróneos, errores, o sinónimos de error. Es un indicador que el investigador y/o profesor considera que lo que el alumno tiene en su mente no debe considerarse y sólo es un obstáculo a eliminar antes de que se produzca un correcto aprendizaje.

b) Aquellos que conciben que lo que el alumno tiene en su mente cuenta y debe considerarse para el aprendizaje utilizan una terminología diferente. El aprendizaje es un proceso de cambio conceptual, cambio que puede realizarse como una revolución o como

evolución. En la visión revolucionaria se utiliza, en ocasiones, términos similares a los anteriores pero en sus propuestas se expresan las perspectivas del cambio conceptual que los diferencia. La idea de cambio como evolución se aprecia en términos neutros (concepciones personales, ideas previas) u otros que otorgan un estatus alternativo al conocimiento del estudiante (concepciones alternativas, esquemas alternativos, conocimiento del sentido común).

Gunstone (1989) declara que cuando se informa en una investigación se deberían poner de manifiesto la naturaleza e implicaciones de la terminología propia. En nuestro caso utilizaremos el término general de concepciones de los alumnos, así como los términos de concepciones o ideas previas y concepciones alternativas.

Recordando la segunda cuestión, nuestro segundo objetivo es el estudio de las concepciones de los alumnos sobre la biodiversidad. Para ello pretendemos:

- Realizar una descripción categorizada de dichas concepciones dentro del marco general de la enseñanza-aprendizaje de la Ecología.
- Comparar las concepciones de alumnos de distantes edades y centros educativos.
- Identificar en dichas concepciones algunas de las características generales descritas en la amplia bibliografía existente.
- Indagar en el origen de las concepciones descritas.

La hipótesis principal que planteamos es que encontraremos una elevada proporción de estudiantes con concepciones diferentes a las que plantea la ecología disciplinar.

Derivada de esta idea, podemos prever que:

\* Las respuestas de los estudiantes mostrarán una amplia variedad pero habrá unas contestaciones que se repetirán con mayor frecuencia permitiendo una categorización plausible.

\* Los estudiantes de diferentes edades mostrarán respuestas similares aunque en proporciones diversas.

\* Los estudiantes de diferentes centros educativos darán respuestas similares aunque en proporciones diferentes.

\* Las respuestas tendrán semejanzas con las concepciones descritas por otras investigaciones realizadas sobre la enseñanza-aprendizaje de la Ecología.

\* El origen o génesis de las concepciones de los alumnos podrá inferirse, en ciertos casos, a partir de las contestaciones presentadas por los estudiantes.

3. ¿Qué procesos y estrategias de enseñanza lograrán que las concepciones de los alumnos se modifiquen y/o aproximen a los conocimientos de la ciencia disciplinar o escolar?

Hemos comentado con anterioridad la complejidad de los fenómenos didácticos, en particular cuando se involucra al sujeto "paciente" de la enseñanza, es decir al que aprende o construye "activamente" su conocimiento. A continuación comentamos algunos elementos básicos que rigen los estudios sobre los procesos de investigación en este campo.

La mayoría de las investigaciones sobre enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales de las dos últimas décadas se han desarrollado bajo el marco teórico del constructivismo. Los postulados constructivistas tienen derivaciones hacia el campo de la epistemología, la psicología y la práctica educativa, es decir sobre la casi totalidad de las disciplinas que fundamentan e interactúan con la didáctica de las ciencias. Existen, además,

múltiples interpretaciones o concepciones del constructivismo, originándose diversos enfoques sobre lo que debemos entender por cambio conceptual y cómo promoverlo. En su forma más radical e ingenua se asume que el aprendizaje de las ciencias debe promover una sustitución de las ideas previas del alumno por las ideas de la cultura científica, a través de estrategias de conflicto cognitivo (Posner *et al.* 1982).

Frente a la hipótesis de la incompatibilidad o inconmensurabilidad (en términos de Kuhn) de los conocimientos cotidianos y científicos, hemos de apostar por la posibilidad de que los alumnos posean diversos modelos o explicaciones para los hechos cotidianos (hipótesis de la independencia o uso del conocimiento según el contexto). Sin embargo, como indica Claxton (1994), no es fácil que el alumno active sus conocimientos científicos fuera del marco escolar y con ello se pone en peligro la educación científica obligatoria, la ciencia para todos. Así, la insistencia en la contextualización de todo aprendizaje puede cuestionar que sea pertinente utilizar el conocimiento escolar más allá de su propio ámbito (Kirshner y Whiston 1997). Si admitimos esto último podemos deslizarnos hacia otra cuestión: ¿Para qué enseñar ciencias a todos los alumnos y ciudadanos si el conocimiento científico solo se activa en el marco del conocimiento científico, es decir sólo sirve para hacer ciencia? Es indudable que no podemos admitir ni desplazarnos por tan peligrosas pendientes, aunque tengamos que enfrentarnos ante otras cuestiones complejas y arduas. Así, y desde los niveles obligatorios de la enseñanza nos preguntamos cómo podemos hacer más transferible y generalizable el conocimiento científico.

Rodrigo y Cubero (2000) sintetizan algunas ideas clave para comprender la construcción del conocimiento en la escuela:

1. El individuo interpreta su experiencia desde sus propios conocimientos y es protagonista activo de su aprendizaje.

2. La construcción del conocimiento en el aula es un proceso sociocultural y compartido. Es un proceso social en dos sentidos, se aprende en interacción social con otros y los contenidos que aprendemos han sido contruidos por otros individuos y culturas y

acumulados a lo largo de la historia. Además la interacción se realiza en contextos socialmente definidos y con herramientas y contenidos que son elementos culturales.

3. El contexto influye en las capacidades y en la construcción del conocimiento de los alumnos porque da sentido a sus experiencias y guarda relación con los significados que se generan en él. Existen diferentes contextos o escenarios socioculturales, como el cotidiano, el escolar, el científico y el profesional.

4. Sólo en la escuela confluyen conocimientos de otros escenarios y sólo en ella se puede simular y reflexionar sobre los conocimientos cotidianos, científicos y profesionales. Es el único contexto en que se reconstruyen conocimientos de otros escenarios a la vez que se mantienen sus propios elementos distintivos.

En este proceso de reconstrucción o reelaboración del conocimiento científico tienen particular interés dos cuestiones, una general y otra particular. La primera hace referencia a la existencia de formas o modelos de enseñanza y la segunda a la idea de la transposición didáctica, término acuñado por Chevallard (1985).

Los conceptos y modelos teóricos de la ciencia de la comunidad científica, para poder ser utilizados en el aula, deben ser reconstruidos en sus aspectos más fundamentales pero manteniendo su relevancia y utilidad para el alumnado. Con esta transposición se distingue, en definitiva, una ciencia escolar de la ciencia de la comunidad científica. La ciencia escolar no es una mera simplificación de las disciplinas científicas (Sanmartí e Izquierdo 1997).

Al igual que otros investigadores (Joyce y Weil 1985, Aliberas *et al.* 1989, Martín y Kempa 1991, Jiménez 2000) nos inclinamos a considerar que no existe un enfoque o modelo perfecto, no hay un método que tenga éxito con todos los alumnos ni para todos los objetivos de la enseñanza. No existe, tal y como lo advertimos inicialmente, "recetas" mágicas, sino que los docentes, enfrentados a diversos problemas, deben dominar y utilizar una variedad de modelos. No obstante, con esto no queremos decir que todo vale, en el sentido anarquista de Feyerabend, sino que la enseñanza de las ciencias y el aula de ciencias, con sus influencias

escolares y extraescolares, son sistemas de naturaleza múltiple y compleja que requieren integrar los aspectos y aportaciones positivas de los diferentes modelos didácticos.

Así, Pozo y Gómez (1998) describen hasta cuatro modelos de enseñanza basados en supuestos epistemológicos y concepciones de aprendizaje de tipo constructivista. Señalan los autores que mientras los principios y metas del curriculum han ido evolucionando en cada modelo, por contra, las actividades de enseñanza-aprendizaje también y con ellas los papeles de profesores y alumnos muestran unos cambios menos evidentes o más bien se desplazan en vaivenes entre el protagonismo del profesor y el del alumno. Por último hay que reseñar que, con sus múltiples opciones, el modelo de enseñanza basado en el marco constructivista redistribuye el papel de los actores del aula; planteando al profesor la necesidad de integrar actividades muy diversas y al estudiante la exigencia de hábitos de trabajo más reflexivos y menos memorísticos (De Posada 2000).

Es evidente que una memoria de doctorado difícilmente puede abarcar todos los problemas ni variables comentadas. Para un desarrollo posible hemos de centrarnos en unos contenidos y un contexto escolar concreto. Así, nos planteamos el objetivo general de una mejora en el aprendizaje de contenidos de la Ecología en un aula de Educación Secundaria Obligatoria.

Este planteamiento general, enfatizando la eficacia docente y sus procesos causales, puede enmarcarse en la corriente empírico-analítica de la investigación educativa.

Todo docente conoce que lo que ocurre en el aula es resultado de un complejo entramado de variables donde resulta difícil aislar y controlar cada una de ellas. La personalidad y estrategias del docente, las posturas del alumnado, el clima de aula creado, entre otros, son factores limitantes pero consustanciales a las investigaciones en situaciones reales de aula. No por ello debemos renunciar a este desafío, al contrario debemos utilizar diversos enfoques que se complementen y permitan tratar con rigor la realidad escolar investigada. Por consiguiente:

\* Nuestra hipótesis es que la programación de actividades de instrucción de acuerdo con las pautas del modelo constructivista de aprendizaje logrará mejores resultados en el aprendizaje que otra programación que no los considere.

Dentro de las posibilidades reales del centro educativo donde se ha realizado el estudio, se han incorporado tres estrategias de instrucción propias de los modelos constructivistas:

- Previo a todo el proceso de enseñanza se realizó una reflexión explícita sobre los objetivos del aprendizaje y las pautas metodológicas a seguir.
- Utilización de recursos didácticos del tipo juegos de mesa o simulación.
- Introducción del trabajo en gran y pequeño grupo. El trabajo en grupo se presentó como una característica propia del trabajo científico, su carácter social.

Para contrastar esta hipótesis nos hemos basado en un estudio de aula que sigue una metodología cuasiexperimental (Arnal *et al.* 1992). Esta metodología es la más indicada cuando la investigación educativa se desarrolla en escenarios educativos reales. Aceptamos la carencia de un control experimental completo. Hemos combinado enfoques cuantitativos, con tratamiento estadístico de los datos en los casos posibles, y enfoques cualitativos para disminuir en lo posible los problemas de validez interna. El diseño cuasiexperimental realizado es del tipo de grupos no equivalentes, con dos grupos formados de manera natural (grupos de clase en el centro estudiado). En unos casos se trabajó con un diseño pretest-posttest y en otros sólo posttest. En la sección de metodología se desarrollarán con detenimiento los elementos del estudio de aula. Los materiales utilizados se pueden consultar en varios anexos presentes al final de esta memoria.

### III. METODOLOGÍA



### III.1. Revisión de textos y otros documentos

La instrucción escolar y el uso de los libros de texto son importantes pilares en el curriculum educativo. En lo que respecta a los textos, su importancia radica en que la mayor parte del aprendizaje del alumno proviene de éstos; siendo el material curricular más utilizado por parte del profesorado para la enseñanza de las ciencias en la mayoría de los niveles educativos, principalmente en primaria y secundaria.

La utilización de los libros de texto ofrece una serie de ventajas. Constituyen una recopilación de información textual e icónica (imágenes, dibujos, fotografías); contienen una propuesta didáctica concreta, ya sea abierta o cerrada para ser puesta en práctica y establecen un recurso didáctico, entendiéndose éste como una ayuda más para el docente en relación con su propuesta didáctica y no como director del proceso de enseñanza que impone una forma determinada de trabajar (Del Carmen y Jiménez 1997).

De los libros de texto pueden realizarse diversos estudios: análisis de los mismos, con la finalidad de detectar posibles problemas de la enseñanza en relación con conceptos, nomenclatura y terminología (Tamayo y González 1998); o bien, una revisión de ellos en un tema específico con el objetivo de conocer cómo a lo largo de los diferentes niveles educativos por los que atraviesa el alumno (estudio longitudinal) un mismo tema o concepto va variando o ampliándose en relación con su desarrollo cognitivo adquirido en cada una de las etapas educativas por las que pasa.

Entre las variables relacionadas con el aprendizaje del alumnado a partir de los libros de texto se encuentra la organización del contenido del mismo. Por tanto, mejorar el libro de texto, especialmente como recurso para el aprendizaje de los estudiantes, es un problema educativo (Otero 1997).

Para saber la forma cómo se presenta y organiza el tema de diversidad biológica y conceptos afines en el nivel educativo Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato, se consultaron diversos libros de texto pertenecientes a estos niveles.

Mientras que para conocer la forma en que ha ido evolucionado la enseñanza de la ecología a través de los años se procedió a la revisión de libros de texto de Ecología general, programas de estudio de la asignatura a nivel licenciatura y temarios de oposición para acceder a profesor de secundaria obligatoria.

### ***III.1.1. Libros de texto de Ecología General***

En lo que respecta a los libros de texto de Ecología general se siguió un patrón muy similar que con el de la consulta de los libros pertenecientes a ESO y Bachillerato.

Para conocer tanto la forma en que se organiza como los contenidos temáticos que contemplan los libros de texto de ecología general sobre esta ciencia, así como el tema de diversidad biológica y conceptos afines, se procedió a la revisión de 15 libros de texto usados ampliamente en la Universidad de Granada. Dicha revisión se realizó a partir de 1974 hasta 1999.

Para cada una de las unidades que conforman los libros de texto, se consultó algún bloque o apartado en el que se tratara de manera específica, y de manera implícita o explícitamente, el tema de diversidad biológica, así como los bloques temáticos y contenidos de la ecología que siempre han estado presentes a través del tiempo.

Cada libro de texto consultado se detalla con una letra mayúscula, apareciendo, al igual que en los libros anteriormente referidos, en el cuerpo del trabajo, ya sea entre paréntesis o bien, citado verbalmente.

En la tabla 1 se detalla el autor y el año de publicación de los libros de textos de ecología general consultados.

Tabla 1. Autor y año de publicación de los libros de texto de Ecología general y de las memorias docentes consultadas.

<b>** Libros de ecología general</b>	
(A) Dajoz 1974	(I) Ehrlich y Roughgarden 1987
(B) Margalef 1974	(J) Begon <i>et al.</i> 1988
(C) Ramade 1977	(K) Colinvaux 1993
(D) Turk <i>et al.</i> 1981	(L) Odum 1995
(E) Pianka 1982	(M) Dodson <i>et al.</i> 1998
(F) Mc naughton y Wolf 1984	(N) Ricklefs 1998
(G) Odum 1985	(O) Rodríguez 1999
(H) Krebs 1986	
<b>** Memorias docentes de Ecología</b>	
<b><u>I. Lustró:</u></b>	<b><u>IV. Lustró:</u></b>
(1) Martínez 1977	(10) Zamora 1991
	(11) Guisande 1993
<b><u>II. Lustró:</u></b>	(12) Díaz 1995
(2) Niell 1980	<b><u>V. Lustró:</u></b>
<b><u>III. Lustró:</u></b>	(13) Carmona 1996
(3) Pérez de Rada 1986	(14) Fernández 1996
(4) Morales 1988	(15) Machado 1996
(5) Catalán 1989	(16) López 1997
(6) Gutiérrez 1989	(17) Escudero 2000
(7) Sabater 1989	(18) Rey 2000
(8) Rodríguez 1990	
(9) Arrontes 1990	

### **III.1.2. Libros de texto de Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato**

La revisión de los libros de texto para estos niveles educativos consistió en buscar para cada una de las unidades que conforman dichos libros, algún bloque o apartado en el que se tratara de manera específica el tema de nuestro interés.

En caso de que no fuera así, se optó por inspeccionar las secciones destinadas a ecología, taxonomía y evolución, temáticas en las que por lo general, los libros de texto se refieren, ya sea de forma implícita o explícita a la biodiversidad.

Cabe aclarar que toda la información que concierne y engloba a la diversidad biológica se obtuvo de la exploración de varios apartados a la vez.

Se consultaron un total de 36 libros de texto, 34 correspondientes a la Enseñanza Secundaria Obligatoria (10, 2, 11 y 11 libros para cada uno de los cuatro cursos, respectivamente) pertenecientes al Área de Ciencias de la Naturaleza y dos de segundo de bachillerato pertenecientes al Área de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Asimismo de dicha revisión y solamente para secundaria obligatoria se extrajo el tipo de contenidos y actividades, conceptuales, procedimentales y actitudinales, que hacen alusión a la biodiversidad.

Cada libro de texto revisado se identifica con un número romano, apareciendo en el cuerpo del trabajo, ya sea entre paréntesis o bien, citado verbalmente.

Así tenemos que para secundaria, la numeración de los libros abarca del I al XXXIV y para bachillerato del XXXV al XXXVI.

En la tabla 2 se detalla el año de publicación y la editorial de los textos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato consultados para cada curso.

**Tabla 2. Editorial y año de publicación de los libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato revisados para cada curso.**

<b>HH Educación Secundaria Obligatoria</b>	
<b><u>1º ESO:</u></b>	<b><u>2º ESO:</u></b>
(I) Edelvives-MEC, 1995 (II) Anaya (libro), 1996 (III) Anaya (cuaderno), 1996 (IV) Anaya-Recursos didácticos, 1996 (V) Edelvives, 1996 (VI) Everest, 1996 (VII) Santillana, 1996 (VIII) SM (explora), 1996 (IX) S.M (ozono), 1996 (X) Vicens vives, 1996	(XI) Edelvives-MEC, 1995 (XII) Ibaizabal, 1996
<b><u>3º ESO:</u></b>	<b><u>4º ESO:</u></b>
(XIII) ELZ, 1993 (XIV) Proyecto 2000, 1993 (XV) SM, 1994 (XVI) Anaya (libro), 1995 (XVII) Anaya (cuaderno), 1995 (XVIII) Anaya-Recursos didácticos, 1995 (XIX) Edelvives, 1995 (XX) Edelvives-MEC, 1995 (XXI) Santillana, 1995 (XXII) Oxford (libro), 1998 (XXIII) Oxford (monografía), 1998	(XXIV) Proyecto2000,O.D, 1993 (XXV) ELZ, 1993 (XXVI) Proyecto 2000, 1993 (XXVII) Anaya (libro), 1995 (XXVIII) Anaya (cuaderno), 1995 (XXIX) Edelvives, 1995 (XXX) Edelvives-MEC, 1995 (XXXI) Santillana, 1995 (XXXII) SM, 1995 (XXXIII) Oxford (libro), 1998 (XXXIV) Oxford (monografía), 1998
<b>HH Bachillerato</b>	
<b><u>2º curso:</u></b>	
(XXXV) Mc Graw Hill, 1997 (XXXVI) Santillana, 1997	

### ***III.1.3. Programas de estudio de la asignatura de Ecología***

En lo que concierne a la revisión de las memorias docentes por las cuales los profesores universitarios acceden a plazas de Titular de Universidad o de Catedrático de Universidad, se efectuó una consulta de 18 memorias, desde el año 1977 hasta el 2000. De ellas se extrajo el programa de estudio de la asignatura Ecología, correspondiente a la Licenciatura en Biología, el cual es propuesto por el autor de la memoria y a la vez, es el que se encuentra en vigor en las correspondientes universidades de donde se obtuvo la información. Cabe señalar que las 18 memorias se clasificaron por lustros para tener un mejor acceso a la información disponible (Tabla 2).

Todo esto con el objetivo de conocer cómo ha ido evolucionando la ecología que se enseña en las diferentes universidades españolas, los temas que aún se conservan, los que ya no se consideran - por diversas razones que citaremos en el apartado de resultados -, y aquellos de reciente aparición en la ecología.

Tal y como se ha venido haciendo para los libros de texto, cada memoria docente revisada tiene asignado un número, en este caso arábigo, el cual, al igual que en los libros de texto, aparecen en el cuerpo del trabajo, entre paréntesis o bien, citado verbalmente.

En la tabla 2 se detalla el año y el autor de cada una de las memorias docentes.

### ***III.1.4. Temarios de oposición para acceder a profesor de Secundaria***

Respecto a este punto se consultaron los temarios de oposición correspondientes al año de 1974 (B.O.E. núm. 54, área Ciencias de la Naturaleza), 1987 (B.O.E. núm. 38, área Ciencias de la Naturaleza) y 1993 (B.O.E. núm. 226, área Biología y Geología), enfocándose únicamente a la cuestión ecológica.

## III.2. Cuestionario concepciones previas

### III.2.1. Instrumento de recogida de datos:

Para detectar los conocimientos previos del alumnado perteneciente a Secundaria Obligatoria y Licenciaturas en Ciencias Ambientales y en Educación (Pedagogía y Diplomatura en Educación Infantil) respecto a la biodiversidad, se diseñó un pretest con 10 ítems de tipo abierto (ver cuestionario). Anteriormente a este pretest se había diseñado un cuestionario previo conformado, además de por estas 10 preguntas abiertas, por ocho de tipo cerradas (definiciones de las diferentes categorías de conservación), las cuales se eliminaron debido a que no aportaban más información que la de los ítems abiertos, a la incomprensión de algunos términos como endemismo, especies exóticas, en peligro de extinción y amenazadas, a la confusión proveniente de todas estas categorías de conservación y por consiguiente, a la ocurrencia de respuestas inducidas. Es por ello que se optó porque el cuestionario definitivo abarcara solamente preguntas de tipo abierto.

El uso del cuestionario se empleó debido a que ha sido y sigue siendo la técnica más utilizada en la investigación educativa debido a la multitud de resultados que proporciona y a la consecuencia lógica de su fácil aplicación. Además la finalidad del cuestionario es la de obtener, de manera sistemática y ordenada, información sobre las variables que intervienen en una investigación (Gil *et al.* 1996).

Puesto que no se cuenta hasta la fecha con test alguno sobre el tema de biodiversidad que se adapte a nuestras necesidades, se optó por diseñar, de acuerdo con nuestros intereses, uno propio.

Las preguntas se formularon de tipo abierto, que permiten al alumno construir su propia argumentación y a nosotros detectar sus conocimientos y sus razones, debido al desconocimiento que teníamos del nivel de información de los estudiantes respecto al estudio de la biodiversidad.

El diseño del cuestionario se basó en la revisión del curriculum oficial en España (DCB) y la presentación que los libros de texto de Secundaria realizan sobre el tema de diversidad biológica.

El cuestionario fue revisado por los profesores de los grupos de alumnos que contestaron al mismo; a fin de detectar posibles problemas de comprensión y legibilidad.

A continuación procedemos a comentar los objetivos que perseguíamos al formular cada uno de los ítems que conforman nuestro cuestionario final y posteriormente se muestra el cuestionario tal y como se proporcionó a los alumnos.

### **Cuestionario final**

#### ***Ítem 1. ¿Qué crees que es la diversidad biológica o biodiversidad?***

La biodiversidad es, actualmente, un tema de mucha importancia debido a todas las ventajas que nos ofrece, a la incorporación de este tema en los nuevos curriculums educativos y hasta en la vida cotidiana (prensa, radio, televisión, charlas). Por lo mismo, todo mundo comenta acerca de la biodiversidad, sin embargo, muchas de estas personas no conocen realmente el significado de esta palabra. Por consiguiente y dado la importancia que para la comprensión de la ecología y la formación ambiental de los futuros y nuevos ciudadanos tiene el concepto, nuestro objetivo era saber si el estudiantado de secundaria, así como el de licenciatura tenía noción de lo que es la diversidad biológica.

#### ***Ítem 2. Cita los climas que presenta España.***

Con esta pregunta queríamos saber si el alumno conoce los climas presentes en su propio país, pues es el clima un factor geográfico determinante en la existencia de la biodiversidad. Este ítem se encuentra totalmente vinculado con el ítem 10, el cual señalaremos más adelante.

Por otra parte dicho ítem permite conocer si el alumnado utiliza conceptos de otras áreas de conocimiento, como las Ciencias Sociales, donde se imparten conocimientos específicos sobre la climatología española.

***Ítem 3. Señala los beneficios que nos aporta la biodiversidad.***

Esta pregunta es muy extensa, ya que los beneficios que ofrece la biodiversidad son muchos. Con este ítem pretendíamos que el estudiante se diera cuenta de todas las ventajas que tenemos tanto el hombre como los propios animales y plantas - que conforman la diversidad biológica – al contar con la biodiversidad. Por lo mismo al ser tan extensa la respuesta a esta pregunta, no pretendíamos que el alumnado de secundaria mencionará cada uno de los beneficios que aporta la diversidad biológica, aunque éstos los señalen los libros de texto de este nivel, a diferencia de los alumnos de Ciencias Ambientales, quienes al estar ya en segundo año de la carrera tienen más conocimientos respecto a este tema.

***Ítem 4. Nombra algunas especies de flora característica de Andalucía.***

***Ítem 5. Nombra algunas especies de fauna característica de Andalucía.***

Puesto que la flora y fauna forman parte de la biodiversidad, esta pregunta se formuló con el objetivo de que el estudiante nos mencionará las diferentes especies vegetales y animales silvestres y nativas con que cuenta Andalucía para darnos cuenta del conocimiento que posee acerca del patrimonio biológico que presenta su país y en especial la Comunidad Autónoma a la que pertenece.

***Ítem 6. Enumera las causas que consideras que provocan la pérdida de la biodiversidad.***

Con esta cuestión queríamos que el alumno reflexionara acerca de todas las acciones que provocan que día a día se vaya perdiendo la biodiversidad, siendo la mayoría de estas acciones, causas inducidas, ya sea de una forma directa o indirecta, y en menor proporción causas naturales.

***Ítem 7. ¿Qué consecuencias crees que conlleva la pérdida de la biodiversidad?***

Una vez, que se le cuestionó al alumno sobre los beneficios que nos aporta la biodiversidad y las causas que provocan la pérdida de la misma, se quería investigar si el estudiante había comprendido que el perder la biodiversidad conlleva consecuencias irreversibles, puesto que no es nada más privarnos de las ventajas que proporciona la diversidad biológica ni tampoco suspender las acciones que provocan su pérdida, medida preventiva, pues una vez desaparecida o reducida la biodiversidad ni el paralizar estas acciones podrá devolvernos a nuestras especies.

***Ítem 8. ¿Cuántas especies de seres vivos se conocen actualmente?***

Aunque sabíamos previamente que esta pregunta iba a tener un alto grado de dificultad para los alumnos, no quisimos pasar por alto esta cuestión, debido a que siempre es importante y asombroso conocer la dimensión que los alumnos tienen de los números. Además quisimos fomentarles la curiosidad de saber cuántas especies se encuentran clasificadas actualmente. Desde la taxonomía y sistemática más clásica siempre se ha insistido en el número de especies vivas.

***Ítem 9. ¿Cuál es el país de la Unión Europea que presenta la mayor diversidad biológica?***

Esta cuestión va ligada con los ítems 4 y 5, ya que al igual que en estos ítems, en esta pregunta se pretendía detectar si el alumno está enterado del patrimonio biológico con el que cuenta su país y por ende, de uno de los privilegios más grandes que tiene respecto al resto de los países que integran la Unión Europea.

***Ítem 10. Enumera los factores que hacen de ese país ser el más diverso.***

Esta pregunta es continuación de la anterior, sin embargo no quisimos formularla en ese mismo ítem debido al solapamiento de información que pudiera existir.

Con esta cuestión queríamos detectar si el alumno que sabía que España es el país con la mayor diversidad biológica de la Unión Europea conocía los factores o al menos uno de ellos, por los cuales es así. Entre estos factores destacan principalmente los geográficos, como es el clima, quien se encuentra relacionado estrechamente con el resto de los factores geográficos, los hidrológicos y orográficos, quienes a su vez y en conjunto determinan, junto con otros, el tipo de vegetación presente en una zona que conduce a la biodiversidad. Es por ello que en principio se le preguntaba al alumno por los climas presentes en su país.

### *III.2.2. Muestra*

El cuestionario se aplicó a 29 estudiantes del segundo año de la carrera de Ciencias Ambientales en la Universidad de Almería y a 86 alumnos pertenecientes a la Licenciatura en Pedagogía y a la diplomatura en Educación Infantil, ambos pertenecientes a la Universidad de Granada.

Los estudiantes universitarios pertenecen a dos carreras bien diferenciadas. Los estudiantes de Pedagogía y Educación Infantil, primer curso, en su mayoría no han cursado asignaturas especializadas de ciencias en su educación secundaria no obligatoria; siendo su último contacto curricular con las ciencias naturales en tercer o cuarto curso de ESO (o 2º de BUP). Hay que recordar que a Pedagogía y Maestro, en todas sus especialidades, se puede acceder desde cualquiera de las cuatro opciones del Bachillerato LOGSE o de las cuatro opciones de COU. Los estudiantes de Ciencias Ambientales sólo pueden provenir de los bachilleratos Científico-Técnico y Ciencias de la Salud o de las opciones A y B del COU; en estos casos se han cursado diferentes materias de ciencias y el propio perfil de la carrera se orienta hacia temáticas ambientales.

En lo que se refiere a la Educación Secundaria Obligatoria, el test se aplicó en cinco centros de Educación Secundaria pertenecientes a cuatro provincias de Andalucía.

En Granada capital se aplicó a tres grupos correspondientes a primero, segundo y cuarto año de ESO, siendo el número de alumnos por grupo de 29, 41 y 35, respectivamente.

En Berja, Almería, se les proporcionó a dos grupos pertenecientes al segundo y cuarto curso de ESO. Cada uno de ellos estuvo formado por 37 y 22 alumnos, respectivamente.

En Algeciras, Cádiz a 15, 16, 23 y 15 estudiantes, correspondientes a primero, segundo, tercero y cuarto de ESO, respectivamente. Mientras que en San Roque, Cádiz se trabajó en los grados pertenecientes a segundo, tercero y cuarto de ESO, siendo la muestra de 15, 12 y 22 alumnos, respectivamente.

Finalmente, en Pozo Alcón, Jaén, a tres grupos correspondientes a segundo, tercero y cuarto año con 38, 103 y 50 estudiantes, respectivamente.

Todos los centros, excepto el de Granada capital son de titularidad pública.

La distribución detallada de la población total investigada por curso y el rango de edad del alumnado se detalla en la tabla 3, mientras que en la tabla 4 se muestra la población por nivel y centro educativo.

Los cinco centros de educación secundaria fueron elegidos con base a tres criterios: tamaño de la población donde se ubican, sector económico prioritario de su entorno y posibilidades de intervención en los mismos. La población y el sector económico son dos factores utilizados por la Junta de Andalucía en sus estudios medioambientales (Consejería de Medio Ambiente 1996). Por tamaño de la población establece cuatro categorías: menos de 5.000 habitantes; 5.000 a 20.000; 20.000 a 100.000 y más de 100.000 habitantes. Según los datos del Instituto de Estadística de Andalucía, en 1998, las localidades elegidas tenían las siguientes poblaciones: Pozo Alcón, 6.010; Berja, 13.197; San Roque, 22.322; Algeciras 101.972 y Granada, 241.741.

Las actividades económicas predominantes están ligadas al sector primario en Pozo Alcón y Berja, al sector servicios en San Roque y Granada y al sector secundario en Algeciras.

A continuación se comentan las características socioeconómicas más relevantes de cada centro educativo. Esta información fue extraída del Plan Educativo de Centro, previa autorización por parte de su Dirección. El nombre de los centros educativos se mantiene, en lo posible, en absoluto anonimato, dado que para los objetivos de este trabajo nos resultaba relevante contar con dicha información. En todos los casos la dirección del centro escolar no se opuso a una divulgación de los datos obtenidos siempre y cuando se adquiriera el compromiso de continuar con el anonimato y de facilitarles los resultados finales de la investigación.

La Universidad de Granada está realizando una investigación sobre el tema de biodiversidad. Para ello necesitamos tu colaboración y te pedimos que respondas a este cuestionario.

Dicho cuestionario NO es un examen, por lo que te pedimos que lo contestes con total sinceridad.

Si no deseas escribir tu nombre y para poder identificar los cuestionarios, NO A TI, te solicitamos que elijas un seudónimo y que este mismo lo utilices si te pedimos tu cooperación en otra ocasión.

Nombre (si deseas identificarte): \_\_\_\_\_

Seudónimo: \_\_\_\_\_

Sexo:  mujer  hombre

Edad: \_\_\_\_\_ años

Curso que estudias: \_\_\_\_\_

**I. Contesta las siguientes preguntas.**

1. ¿Qué crees que es la diversidad biológica o biodiversidad?

---

---

---

---

2. Cita los climas que presenta España.

---

---

---

---

3. Señala los beneficios que nos aporta la biodiversidad.

---

---

---

---

4. Nombra algunas especies de flora característica de Andalucía.

---

---

---

5. Nombra algunas especies de fauna característica de Andalucía.

---

---

---

6. Enumera las causas que consideres que provocan la pérdida de la biodiversidad.

---

---

---

7. ¿Qué consecuencias crees que conlleva la pérdida de la biodiversidad?

---

---

---

---

8. ¿Cuántas especies de seres vivos se conocen actualmente?

---

---

---

---

9. ¿Cuál es el país de la Unión Europea que presenta la mayor diversidad biológica?

---

---

---

10. Enumera los factores que hacen de ese país ser el más diverso.

---

---

---

---

**Tabla 3. Número total de alumnos investigados por nivel educativo y rango de edad.**

<b>CURSO ESCOLAR (edad de los alumnos)</b>	<b>NÚMERO DE ALUMNOS</b>	<b>CENTROS</b>
<b>1° ESO (11-13 años)</b>	<b>44</b>	<b>2</b>
<b>2° ESO (13-15 años)</b>	<b>147</b>	<b>5</b>
<b>3° ESO (13-17 años)</b>	<b>138</b>	<b>3</b>
<b>4° ESO (14-18 años)</b>	<b>144</b>	<b>5</b>
<b>2° Cc. Amb. (19-22 años)</b>	<b>29</b>	<b>1</b>
<b>Educación (18-44 años)</b>	<b>86</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>588</b>	<b>8</b>

**Cc. Amb. = Ciencias Ambientales**

**Educación = Diplomatura en Educación Infantil y Licenciatura en Pedagogía**

**Tabla 4. Número de alumnos por nivel y centro educativo a los que se les aplicó el cuestionario de conocimientos previos.**

<b>CURSO ESCOLAR</b>	<b>NÚMERO DE ALUMNOS</b>	<b>CURSO ESCOLAR</b>	<b>NÚMERO DE ALUMNOS</b>
1º ESO Granada	29	2º ESO San Roque	15
2º ESO Granada	41	3º ESO San Roque	12
4º ESO Granada	35	4º ESO San Roque	22
2º ESO Almería	37	2º ESO Jaén	38
4º ESO Almería	22	3º ESO Jaén	103
1º ESO Algeciras	15	4º ESO Jaén	50
2º ESO Algeciras	16	2º Ciencias Ambientales	29
3º ESO Algeciras	23	* Educación	86
4º ESO Algeciras	15		
	<b>TOTAL</b>	<b>588</b>	

**\* Educación: Lic. En Pedagogía y Dip. En Educación Infantil.**

### **III.2.3. Descripción del área de influencia de los centros educativos**

#### **\* Centro de San Roque (Cádiz)**

El entorno socioeconómico de la zona de influencia del centro es de nivel medio-bajo. Hay un elevado porcentaje de trabajadores a tiempo parcial que pertenecen al sector servicio y construcción (albañilería y carpintería). Nivel de estudios familiar: primario. Elevado desempleo, en particular entre 25 y 29 años de trabajadores no cualificados.

Hábitat semiurbano pero con muy poca influencia del sector agrícola.

#### **\* Centro de Algeciras (Cádiz)**

El entorno socioeconómico es de nivel medio y medio-alto. Fuerte presencia del sector industrial (Acerinox y Empetresa) y trabajadores del puerto de Algeciras. El nivel de estudios familiar es medio y alto (numerosos padres han cursado carreras técnicas o ingenierías técnicas de nivel medio).

#### **\* Centro de Berja (Almería)**

El núcleo central de la población se dedica fundamentalmente a la agricultura de regadío y al cultivo intensivo bajo plástico. El nivel de estudios familiar mayoritario es primario. Hay cierta estacionalidad en trabajos ligados al turismo de playa, pero en los últimos años la agricultura intensiva bajo plástico copa la actividad de la población.

#### **\* Centro de Pozo Alcón (Jaén)**

La actividad económica central es el cultivo del olivar y la almendra, seguida por la construcción. El nivel de estudios es primario. Hay una fuerte estacionalidad en el trabajo del campo que incide en la asistencia escolar. La localidad se sitúa muy próxima al Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas, así como a los Parques de Castril y Baza.

\* Centro de Granada

La zona de influencia del centro se sitúa en un área de nivel medio y medio-alto. La mayoría de los padres poseen estudios secundarios y universitarios, con alta presencia de oficios liberales y funcionarios.

**III.2.4. Procedimiento**

En cada centro se solicitó autorización para aplicar los cuestionarios, dicha autorización fue concedida por el Director o por el Jefe de Seminario-Departamento de Ciencias Naturales. La autora explicó al profesor colaborador el objetivo del cuestionario.

Los cuestionarios de los centros de Granada, Berja y Ciencias Ambientales ambos ubicados en Almería fueron suministrados en el primer trimestre del curso académico 1999-2000, mientras que en el resto de los centros dicho cuestionario se aplicó en el primer trimestre del curso académico 2000-2001.

En todos los casos el cuestionario fue aplicado por el profesor titular de la asignatura Ciencias Naturales y por profesores colaboradores de la Universidad de Granada y de Almería.

Los profesores explicaron a los alumnos que se trataba de una actividad voluntaria y anónima, aunque podían identificarse si así lo querían, tal y como se indica en el propio cuestionario. El docente permaneció en el aula mientras se procedía a responder los cuestionarios.

En los centros de Granada, la participación de los alumnos fue del 100 %, en el caso de Berja y Pozo Alcón se situó entre un 80-90 %. La menor participación se dio en los centros de Algeciras y San Roque, alrededor de un 75 %.

Para los cursos universitarios, enseñanza no obligatoria, dicha participación fue en torno al 60 % de los asistentes a la clase.

Una vez teniendo todos los cuestionarios contestados se procedió, con base en las respuestas de los alumnos, a la formación de diversas categorías para cada uno de los ítems abiertos, los motivos por lo que se realizó una prueba escrita se han comentado con anterioridad. En cada categoría se calculó el número de respuestas por grupo para cada ítem, la frecuencia absoluta de respuestas y el porcentaje de las mismas.

El proceso de categorización para los diferentes ítems se comentará en el capítulo de resultados.

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis estadístico basado en la utilización de las pruebas: Análisis de la varianza simple (ANOVA) y Prueba de Scheffé, para comparaciones múltiples, ambas con una significancia de  $p < 0.05$ .

### III.3. Estudio de aula

Como hemos señalado al plantear los objetivos y justificación de la investigación, la alta complejidad de los fenómenos educativos exige un tratamiento plurimetodológico. Adoptar una metodología abierta supone acomodarse en lo posible a la realidad del centro donde se realiza el estudio, intentando, por otra parte, ajustarse al rigor científico que exige la naturaleza de nuestro trabajo.

#### *III.3.1. Centro escolar, contexto de aula y sujetos investigados*

El centro escolar donde se realizó el estudio de aula es un centro privado concertado situado en el centro de Granada capital. Las características socioeconómicas del mismo se han comentado con anterioridad.

A continuación se transcriben los Objetivos Generales de las Ciencias Naturales en el 2º Ciclo de ESO y los Contenidos del área de Ciencias Naturales (Curso 4º de ESO), incluidos en el Plan de Centro, que tienen relación directa con la enseñanza de la Ecología. No se hace referencia al primer ciclo de ESO aunque hay ciertos temas que presentan relación, por ejemplo el estudio de las características de vertebrados e invertebrados. Tal relación nos parece excesiva, aunque puede considerarse al interpretar ciertos resultados posteriores.

#### *OBJETIVOS GENERALES DE CIENCIAS NATURALES EN EL SEGUNDO CICLO DE LA ESO*

5. - Describir las características de los ecosistemas terrestre y acuático, y analizar las funciones vitales de los animales y plantas.
6. - Describir los cambios que se pueden originar sobre los elementos de un ecosistema y señalar los procesos de autorregulación del mismo.
9. - Profundizar en el conocimiento del método científico.

14. - Deducir consecuencias que se derivan de la aplicación de un modelo.
15. - Interpretar gráficas.
16. - Organizar, con los compañeros de grupo, sus propias normas de funcionamiento y aceptarlas una vez establecidas.
17. - Desarrollar una actitud crítica ante el trabajo personal y el de los compañeros de grupo.
19. - Valorar, ante cualquier aportación científica, lo que tiene de positivo y sus posibles repercusiones negativas.
20. - Conocer la existencia de revistas científicas adecuadas a sus posibilidades de comprensión, así como los suplementos que los periódicos dedican al tema.
21. - Detectar incongruencias o generalizaciones sin base ante un artículo periodístico o un informe relativo a conclusiones de algún trabajo.
22. - Elaborar informes progresando en su estructuración y rigor respecto del primer ciclo.
26. - Analizar críticamente las actitudes sociales que no colaboren a la salud o que provoquen el deterioro del medio ambiente.
27. - Colaborar en proyectos encaminados a la conservación y mejora del medio en el propio centro y en la localidad.
29. - Rechazar los factores responsables de la contaminación y la degradación del ecosistema.
31. - Considerar que en el desarrollo y aplicación de los conocimientos científicos influyen a menudo razones de índole extracientífica (económicas, políticas, militares...).

*Contenidos conceptuales*

5. - Dinámica de los ecosistemas.

1. La Biosfera como un sistema.
2. Flujo de energía y materiales.
3. La circulación de la materia.
4. Dinámica de poblaciones.
5. Los ecosistemas en el tiempo.

6. - La conservación del medio ambiente.

1. El ser humano y la biosfera.
2. Los problemas en la interacción con el medio.

*Contenidos procedimentales*

5. - Dinámica de los ecosistemas

1. Resolución de problemas sobre relaciones tróficas en un ecosistema.
2. Interpretación de la evolución de una población a partir de su gráfica de crecimiento.
3. Elaboración de cadenas, redes y pirámides tróficas en ecosistemas terrestres y acuáticos.

6. - La conservación del medio ambiente

1. Realización de ejercicios y actividades para evaluar distintas acciones y sus consecuencias en el medio.
2. Interpretación de la evolución de una población a partir de su gráfica de crecimiento.

Contenidos actitudinales

5. - Dinámica de los ecosistemas

1. Valoración de la importancia del equilibrio dinámico en un ecosistema.
2. Reconocimiento de los riesgos que determinados estilos de vida implican para la salud de la biosfera.

6. - La conservación del medio ambiente.

2. Utilización de sistemas preventivos como medida para favorecer el equilibrio del medio.

El centro fue seleccionado, tras nuestra petición inicial, gracias al ofrecimiento e interés mostrado por la profesora encargada de la enseñanza del área de Ciencias de la Naturaleza. La profesora, licenciada en Ciencias Biológicas, cuenta con una experiencia de 16 años de docencia en el centro y en dicha área. Ha impartido diferentes disciplinas de Ciencias de la Naturaleza tanto en el sistema de la LGE como en el sistema LOGSE. Desde la implantación de la Reforma educativa y del actual Plan de Centro se ha mostrado interesada en la mejora del desarrollo curricular del área de Ciencias de la Naturaleza, en particular por la reducción de horario de esta área y el carácter de optatividad del área en el último curso de la ESO.

En este centro y tras las sucesivas modificaciones que el área de Ciencias ha sufrido en los últimos años sólo se incluyen los contenidos ecológicos en el último curso de ESO. Como es conocido, las Ciencias de la Naturaleza son una materia optativa en dicho curso. En el centro se encontraban matriculadas 105 alumnas en 4º ESO de las cuales 82 eligieron esta asignatura, es decir, el 78%.

La profesora no sólo hizo posible el desarrollo de la propuesta de aula sino también participó en el diseño curricular, dado que dicho diseño venía enmarcado en un Plan de Centro

previo. En definitiva el trabajo de aula venía ceñido por las demandas reales de sus procesos de enseñanza-aprendizaje.

El trabajo de investigación se desarrolló en las horas de clase de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza de cuarto curso de ESO. El trabajo de aula constaba de tres horas semanales, empleándose siete u ocho semanas hasta completar un total de 20 sesiones en el grupo control y 22 sesiones en el grupo experimental (con una duración aproximada de 55 minutos por sesión).

En su trabajo de aula la profesora mantiene con facilidad un elevado grado de interacción con sus alumnas y suele utilizar materiales alternativos al libro de texto habitual.

La elaboración y uso de mapas conceptuales es una herramienta habitual en diferentes áreas de conocimiento del centro.

La muestra está compuesta por 82 alumnas. Sus edades variaban entre los 15 años (70 de ellas), 16 años (10 alumnas) y 17 años (2).

Las alumnas se dividían en tres grupos de aula según horarios de asignaturas optativas. La distribución de estos grupos se realiza por orden alfabético y por compatibilidades de horarios de optativas. En la tabla 5 se puede apreciar que con este reparto se produce una distribución al azar, considerando el rendimiento global de las alumnas.

El grupo de aula denominado 4-1 fue tomado como grupo control y los grupos 4-2 y 4-3 como grupo experimental en conjunto.

La categorización de alto, medio y bajo rendimiento se realizó cuantitativamente basándose en las dos evaluaciones globales de ciencias naturales previas del curso 2000-2001 y cualitativamente según los criterios de promoción de ciclo vigentes en el centro. La promoción del primer ciclo al segundo ciclo de ESO se realiza si la alumna no presenta más de dos áreas abiertas entre las áreas fundamentales (matemáticas, lengua y literatura española,

ciencias naturales, ciencias sociales e inglés) o bien no más de tres áreas abiertas (fundamentales o no).

Las alumnas de rendimiento bajo fueron aquellas que no promocionarían según tales criterios cualitativos. En un 90% de los casos estas alumnas presentaban medias inferiores a 5.5 en las evaluaciones previas del curso. Las alumnas de rendimiento alto no tenían áreas abiertas o bien una sola de tipo no fundamental y siempre una media superiora 7.6 en las evaluaciones previas de ciencias naturales. Las alumnas de rendimiento medio no tenían áreas abiertas o bien 1 o 2 (fundamentales o no) pero en ningún caso el área de ciencias naturales. En el 80% de los casos sus calificaciones se situaban entre 5.5 y 7.6. En los casos en que no hubo coincidencia entre ambos criterios, se impuso el criterio cualitativo.

Las calificaciones medias de los grupos control y experimental, según el criterio cuantitativo, se sometieron a la prueba estadística t-Student. Tal análisis indicó que no existen diferencias significativas entre los grupos.

**Tabla 5. Distribución porcentual de las alumnas de grupo aula que conforman cada uno de los grupos de rendimiento escolar.**

<b>GRUPO AULA</b>		<b>GRUPOS DE RENDIMIENTO</b>			
		<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>	<i>TOTAL</i>
4-1	<i>Grupo control</i>	8 (27 %)	15 (50 %)	7(23 %)	30
4-2	<i>Grupo experimental</i>	9 (30 %)	16 (53 %)	5 (17 %)	30
4-3	<i>Grupo experimental</i>	7 (32 %)	10 (45 %)	5 (23 %)	22
—	<i>Grupo experimental total</i>	16 (31 %)	26 (50 %)	10 (19 %)	52

### ***III.3.2. Instrumentos empleados***

En el estudio de las concepciones y conocimientos previos de los alumnos, así como para evaluar sus cambios en el tiempo se han utilizado las siguientes fuentes de información:

I. Aplicación de Test de Asociación de Palabras (WAT, *Word Association Test*).

II. Producciones escritas de los alumnos, recogidas a partir de las actividades de enseñanza-aprendizaje propuestas, en particular en las actividades diferenciales entre grupo control y experimental.

III. Cuestionarios de evaluación.

#### **III.3.2.1. Aplicación del Test de asociación de palabras (WAT).**

El test de asociación de palabras (WAT, word association test) es uno de los métodos más comunes y utilizados para estudiar la estructura cognitiva de los individuos (Shavelson 1974, Cachapuz y Maskil 1987, Bahar *et al.* 1999). Asume, básicamente, que el orden de respuestas recogidas refleja en un modo significativo la estructura entre conceptos de la memoria a largo plazo. El WAT es fácil de aplicar, requiere poco tiempo, puede aplicarse a un gran número de personas a la vez y permite un tratamiento diverso de los datos obtenidos, bien en forma de coeficientes, porcentajes y/o mapas de relaciones, entre otros. Asimismo, el número total de respuestas obtenidas para cada palabra, la frecuencia de éstas y la sobreposición de conceptos son importantes para interpretar los datos obtenidos del WAT.

El test de asociación de palabras consistió en seleccionar, por parte del investigador, cuatro palabras clave de acuerdo con el tema de nuestro interés, en este caso fueron: ecología, biodiversidad, contaminación y ecosistema, las cuales se les pidió a las alumnas anotar en un folio. Posteriormente se les solicitó que debajo de cada palabra proporcionada (palabra clave) escribieran seis palabras, ordenadas de mayor a menor grado de importancia, que estuvieran relacionadas, según lo consideraran ellas, con la palabra

estímulo. Para escribir las seis palabras relacionadas con cada palabra estímulo se les dio un periodo de tiempo de un minuto. De tal manera que dicho test lo contestaron en un tiempo inferior a cinco minutos.

Esta técnica aplicada en los dos grupos de estudio (control y experimental) de manera individual se realizó dos veces, al inicio de la unidad de Ecología y problemas ambientales, para conocer los conceptos previos que presentan los alumnos respecto al tema de nuestro interés y tras haber finalizado el proceso de enseñanza-aprendizaje de dicha unidad con el objetivo de observar los cambios producidos. El post-test se aplicó antes de que las alumnas respondieran al cuestionario final.

Una vez que se obtuvieron todos los resultados se procedió a calcular el Coeficiente de relación de palabras (Garskoff y Houston's 1963) que se basa en aquellas palabras sobrepuestas procedentes de las listas de dos palabras estímulo. Para ello se emplea la siguiente formula:

$$CR = \frac{A \times B}{(A \times B) - 1}$$

**donde:**

**CR** = Coeficiente de relación

**A** = El orden con el cual las palabras comunes aparecen en la lista de determinada palabra estímulo.

**B** = El orden con el cual las palabras comunes aparecen en la lista de la otra palabra estímulo con la que se está relacionando la primera palabra.

**A x B** = Representa la suma de los productos del orden de importancia de A y de B para todas las palabras sobrepuestas o comunes.

Tanto de forma grupal como por tipo de rendimiento para cada grupo de estudio se obtuvo la media aritmética del coeficiente de relación. Posteriormente dicha media se sometió a un tratamiento estadístico basado en las siguientes pruebas, todas con una significancia de  $p < 0.05$ : Prueba T de Student para la comparación de medias; Prueba de Levene para la igualdad de varianzas; Análisis de la varianza simple (ANOVA) y Pruebas de Scheffé, para comparaciones múltiples.

De todas las respuestas mencionadas por cada grupo de estudio (control y experimental) y para los dos momentos en que aplicó dicho test de asociación de palabras se obtuvieron para cada palabra clave, las seis palabras estímulo más señaladas por parte del estudiantado con su respectivo porcentaje.

### III.3.2.2. Producciones de los alumnos. Trabajo de clase: elementos comunes y diferenciales.

El aprendizaje de contenidos conceptuales está íntimamente ligado a los aspectos metodológicos, así se contempla desde la perspectiva del aprendizaje como construcción personal del conocimiento (Driver y Oldham, 1986). A efectos de sistematización y por evitar repeticiones tan sólo comentaremos los aspectos comunes y, sobre todo, diferenciales del trabajo en clase en los grupos control y experimental.

Ambos grupos trabajaron sobre los mismos contenidos conceptuales de ecología general, utilizando como texto de información básica los cuadros-resumen de los libros de Ciencias de la Naturaleza de la Editorial Elzevir (aunque los autores, Rafael Yus y Manuel Rebollo, los denominan Programa-Guía de Actividades) en sus ediciones de 1993 y 1994. Se pueden encontrar en el anexo I. Los ciclos biogeoquímicos se completaron por parte de la propia profesora.

A todas las alumnas, el bloque temático de Ecología y problemas ambientales fue presentado con la lectura y discusión de una historia de cómic que ilustra la acción humana sobre la naturaleza (Anexo I).

Las actividades diferenciales entre el grupo control y el experimental fueron tres:

1) En la presentación del bloque temático de ecología y como se puede leer en el material presente en el anexo I, en el grupo experimental, junto al cómic se adjuntó una breve introducción que presentaba la materia. En la misma se informa de la introducción de algunos cambios en la forma de trabajo y en la necesidad de reflexionar sobre el propio trabajo y del compromiso en la tarea a realizar. Esta introducción, a manera de carta de compromiso, no se realizó en el grupo control.

A partir de la presentación todas las actividades y contenidos básicos de ecología se realizaron y presentaron de igual forma en ambos grupos, a excepción del estudio de las cadenas y redes alimentarias (cadenas y redes tróficas).

2) En el grupo control, la explicación y discusión sobre las cadenas y redes tróficas se realizó exclusivamente sobre el material presentado con anterioridad. Además se realizó una actividad o práctica de laboratorio donde se ponen en juego conceptos relacionados con la cadena alimentaria.

En el grupo experimental se explicó y discutió sobre los mismos materiales, se realizó la práctica y además se dedicó una sesión a presentar e introducir una actividad diferencial. Esta actividad fue la utilización de un juego de relaciones alimentarias o juego de relaciones tróficas.

El modelo de juego es una adaptación propia de los juegos diseñados por Murgades (1986) y García (1995).

La profesora repartió un juego de cartas por grupo de trabajo y explicó las reglas. Los grupos de trabajo, como actividad propia, presentaron en sus cuadernos los resultados de cinco redes procedentes de otras tantas partidas del juego.

En el anexo II se pueden consultar las reglas del juego y un juego completo de sus cartas.

Asimismo en el anexo III se encuentra el material del que las alumnas dispusieron para realizar la práctica de identificación de egagrópilas. Esta práctica fue común al grupo control y experimental salvo en la organización de los grupos de trabajo. Dicha organización se comenta al final de esta sección.

### 3) Estudio sobre los problemas ambientales derivados de la acción humana.

Los problemas ambientales abordados fueron:

- La acción humana sobre la naturaleza (planteamiento general e histórico).
- La explosión demográfica.
- La contaminación del agua y los suelos.
- La contaminación atmosférica.
- Los recursos naturales no renovables: fuentes de energía
- Los recursos naturales renovables: agua, bosques y pesca.
- Los residuos sólidos urbanos y el consumo.
- La pérdida de la biodiversidad.

En el caso de la biodiversidad el tratamiento fue igual para todos los alumnos: se proporcionó un mapa conceptual sobre la diversidad biológica y material fotocopiado (anexo IV). Los contenidos se trabajaron con base en el texto de Ciencias de la Naturaleza, 4º ESO, Editorial Anaya, edición Andalucía, 1998.

En los otros problemas ambientales la dinámica fue distinta entre el control y el grupo experimental. En el grupo control la explicación y discusión de cada problema fue encabezada por la profesora basándose en los contenidos del texto.

En el grupo experimental la explicación y discusión de cada problema partió de una breve introducción de la profesora y posterior presentación del tema por un grupo de alumnas, organizadas en grupos de trabajo. La exposición la realizaron dos alumnas de cada grupo, elegidas por sorteo antes de la exposición. Con este sistema nos aseguramos el trabajo de todas las componentes del grupo.

Cada grupo de trabajo hubo de organizar su información a partir de la bibliografía proporcionada por la profesora, constituida ésta por materiales procedentes de otros textos de estudio de 4º ESO. Se solicitó a las alumnas una búsqueda complementaria en la medida de sus posibilidades. Los grupos de trabajo debían presentar un informe final según unas normas previamente conocidas desde el inicio del bloque temático, las cuales pueden consultarse en el anexo V.

### III.3.2.3. Grupos de trabajo

Los grupos de alumnas del grupo control se constituyeron sólo para presentar el material recogido de la práctica de disección de la egagrópila. En dicha práctica las alumnas se dispusieron en las mesas del laboratorio del centro, con capacidad para cuatro alumnas, y trabajaron por parejas. Para presentar el material en su forma final, dispuesto en las cartulinas, y responder al cuestionario de identificación de huesos se indicó que debían asociarse las dos parejas de cada mesa de laboratorio. Su colocación en dichas mesas se realizó por orden alfabético.

Los grupos de trabajo en el aula experimental se constituyeron al iniciar el bloque de estudio de ecología. Los grupos constituidos se mantuvieron para las diferentes actividades: juego de relaciones alimentarias, práctica de egagrópilas y problema ambiental. Los grupos se constituyeron por sorteo para asegurar una distribución al azar y que no hubiera grupos descompensados en cuanto al rendimiento de sus componentes.

De hecho, se constituyeron 12 grupos de trabajo, 7 en el aula de 30 alumnas (5 grupos de 4 alumnas y 2 de 5 miembros) y 5 en el aula de 22 alumnas (3 grupos con 4 miembros y 2

de 5). En el sorteo se conformaron dos grupos de 4 y un grupo de 5 donde había dos alumnas de bajo rendimiento pero en todos los grupos había al menos una alumna de alto rendimiento. No se consideró conveniente alterar los resultados del sorteo.

### ***III.3.3. Cuestionario de evaluación.***

#### **III.3.3.1. Cuestionario I. Cuestionario sobre contenidos de Ecología y problemas ambientales.**

Tras realizar las actividades de enseñanza-aprendizaje, una semana después, se aplicó un cuestionario individual con el propósito de evaluar e identificar las diferencias entre ambos grupos. El cuestionario se presentaba a las alumnas en el formato habitual de examen de la materia.

El cuestionario constaba de cinco bloques: reconstrucción de una red alimentaria, reconstrucción de cadenas alimentarias, identificación de niveles tróficos, análisis de un problema ambiental y desarrollo de un ciclo biogeoquímico.

Con este cuestionario se cubrían básicamente los contenidos desarrollados durante la programación de los temas de ecología y problemas medioambientales. En el anexo VI se reproducen los cuestionarios utilizados para los grupos control y experimental.

La evaluación de los cuestionarios se realizó con base en categorías adaptadas a cada cuestionario y según los siguientes criterios:

El cuestionario se evaluó sobre una escala de diez puntos, dicha escala fue seleccionada por la autora debido a la gran simplicidad que aporta para obtener las calificaciones de las alumnas, aunado al hecho de que estos datos al tratarse estadísticamente siempre es preferible trabajar con valores sencillos que nos faciliten su transcripción e interpretación.

El bloque I correspondiente a la reconstrucción de una red alimentaria constituía 17 conexiones, si la estudiante representaba correctamente las 17 flechas indicadoras de la transferencia de energía, se le otorgaba la máxima puntuación: cuatro puntos.

El segundo y tercer bloque: reconstrucción de cadenas alimentarias e identificación de niveles tróficos se estimaron en un punto cada uno. Si la alumna reconstruía acertadamente las dos cadenas alimentarias que había seleccionado libremente y, si identificaba adecuadamente a los herbívoros, carnívoros, o en su caso omnívoros y descomponedores integrantes de la red, se les daba la puntuación más alta.

El análisis del problema ambiental, bloque IV, constituía dos cuestiones a responder (ver anexo). Debido a la complejidad del tema cada cuestión valía un punto, por lo tanto si la alumna contestaba de forma correcta a cada una de estas preguntas se le otorgaba dos puntos.

El desarrollo del ciclo biogeoquímico proporcionado se estimó también en dos puntos. Para darle la puntuación más alta a la estudiante, ésta tenía que señalar todas las fases o etapas por las que atraviesa dicho ciclo.

Por consiguiente la puntuación máxima por bloque sólo la recibieron aquellas alumnas que contestaron correctamente a cada uno de ellos, si la estudiante respondía parcialmente entonces la calificación se adecuaba a la máxima puntuación establecida.

En la valoración de los cuestionarios se ha optado por un criterio cuantitativo dada la necesidad de evaluar al alumnado, por un lado y, por otra parte, por una mayor facilidad de tratamiento de los datos. En todo caso y para dicho tratamiento, los resultados se agruparon por medias aritméticas de cada bloque de rendimiento escolar. Los resultados se sometieron a una comparación de medias (t-de Student) y a la prueba de Levene para la igualdad de varianzas, ambas con una significancia de  $p < 0.05$ .

III.3.3.2. Cuestionario II. Cuestionario sobre problemas ambientales.

Tanto al grupo control como al experimental se les aplicó un breve cuestionario abierto con las siguientes preguntas:

- ¿Qué problema ambiental consideras que afecta más a la ciudad de Granada?
- ¿Qué crees que lo origina?
- ¿Qué consecuencias tiene en tu vida diaria?
- Cita tres especies de flora y fauna propias de Andalucía indicando algún beneficio que obtengas de ellas.

El cuestionario se aplicó tres semanas después de finalizar las enseñanzas del bloque de ecología y problemas ambientales.

En la tabla 6 se resumen los instrumentos, actividades de aula y organización, así como al grupo al que se aplicaron estos elementos.

**Tabla 6. Tipo de instrumento, actividad y organización de la clase aplicados al grupo control y grupo experimental en el estudio de aula.**

<b>Instrumento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Organización de la clase</b>	<b>Grupo control</b>	<b>Grupo experimental</b>
* WAT		Individual	Sí / Pre y post-test	Sí / Pre y post- test
	Discusión y reflexión sobre la materia (cómic)	Gran grupo	Sí	Sí
	Discusión y reflexión sobre la forma de trabajo	Gran grupo	No	Sí
* Producción de alumnos	Práctica de laboratorio	Grupos de trabajo	Sí (orden alfabético)	Sí (grupo de trabajo)
* Producción de alumnos	Juego de redes alimentarias	Gran grupo y grupos de trabajo	No	Sí (grupo de trabajo)
* Producción de alumnos	Problema ambiental	Gran grupo y grupos de trabajo	No	Sí (grupo de trabajo)
* Cuestionario III.1	Evaluación	Individual	Sí	Sí
* Cuestionario III.2	Evaluación	Individual	Sí	Sí

## **IV. RESULTADOS**

## IV.1. Ecología y biodiversidad como parte del Currículum de la Biología

Autores como García (1995), Goodson (1995) y Barberá (1999) indican que desde el final de la década de los sesenta aparece cada vez con más insistencia la necesidad de incorporar la Ecología al currículum escolar de la biología, en lo que al nivel secundaria se refiere, mientras que en el nivel superior se prefiere destinar una asignatura específica para esta ciencia. Esto es debido a una amplia gama de razones:

- la Ecología posibilita el que los alumnos profundicen en el amplio conocimiento espontáneo que ya tiene sobre su medio,
- constituye una forma amena y atractiva de aproximación a la biología (manejo de seres vivos, trabajo de campo),
- aporta un enfoque más global de los tópicos de la biología,
- no requiere de costosos laboratorios ni de metodologías sofisticadas y, sobre todo,
- responde a la creciente preocupación social por los problemas ambientales y por la comprensión del lugar que debe ocupar los seres humanos en la naturaleza.

Esta tendencia a reivindicar el estudio de la ecología continua desde entonces. Libros de texto, programas de estudio y temarios de oposición son algunos de los indicadores que nos auxilian para indagar el estado de la ecología a través de los años.

### *IV.1.1. Revisión de los libros de texto de Ecología General*

La forma de presentar la Ecología en los libros de texto de ecología general ha cambiado en ciertos temas a través de los años.

Varias razones han llevado a los diferentes autores a escribir los libros de texto de ecología. En 1974, Margalef publica el primer libro de ecología general en el idioma

castellano; las razones que lo indujeron a escribirlo fueron, según él, la conveniencia de disponer de un texto para el curso de Ecología en la Universidad, en este caso, de Barcelona; el deseo de exponer los materiales habitualmente incluidos en los libros de Ecología, de forma algo distinta de lo normal con el fin de destacar ciertos principios generales y la obligación de participar en el movimiento, en ese entonces, actual a favor de una protección y explotación razonable de la naturaleza, a través de la difusión de puntos de vista ecológicos.

Dajoz (1974) pretendía con la publicación de su obra aportar una contribución significativa al desarrollo de la educación ecológica en este país. Tal educación es, sin duda, el primer paso para la resolución de los importantes problemas que se relacionan con la utilización racional y la conservación de los recursos naturales, los cuales han ocupado desde ese tiempo un primer lugar en todas las agendas de los gobiernos del mundo, particularmente en el área mediterránea y desde luego en este país.

Odum (1995), el objetivo de su libro al igual que el de la primera edición, no sólo es el de constituir un texto para estudiantes de los primeros años de estudios universitarios, sino también el de ser una guía para el ciudadano en cuanto a los principios de la ecología moderna y su relación con las amenazas actuales para nuestro hogar común, la Tierra. Al escribir ambas ediciones el autor ha tenido presente a los especialistas de campos como humanidades y ciencias sociales, ingeniería, agricultura, silvicultura, salud pública, leyes, política y economía, que se interesan cada vez más en temas ambientales y necesitan revisar los principios básicos de la ecología a fin de ampliar su visión.

Ricklefs (1998) escribió este libro, entre otras razones, para estimular a los estudiantes en apreciar el mundo natural en el que viven y el creciente impacto de las actividades humanas sobre el medio natural.

Para Rodríguez (1999) el objetivo de escribir su libro fue dotar al alumno de un texto, relativamente breve, conciso y desprovisto casi por completo de ejemplos, en relación con los contenidos del programa de ecología impartido en la Universidad de Málaga.

#### IV.1.1.1. Análisis de libros y tratados de Ecología General

El análisis de cualquier libro de texto presenta dos grandes problemas, el problema de la actualización de la información y el problema de la interpretación personal del autor. En cuanto al primer problema, sabemos que la elaboración de un libro de texto es una tarea ardua y lenta de recopilación de información, ordenación del material y redacción, seguido también de un parsimonioso proceso de edición, hasta que el libro esta disponible para su adquisición. El resultado de todas estas demoras acumuladas es que a veces aparece un notable desfase entre la fecha de publicación del libro y la fecha de publicación de los artículos y libros de donde se ha obtenido toda la información, desfase que afecta especialmente a los temas más actuales. Además, una vez que se editan los libros de texto, éstos permanecen “en activo” durante mucho tiempo, a veces más de 15 años, lo que provoca un evidente desajuste entre el estado actual de la ecología, y la información que nos ofrece el libro de texto, que puede ser reflejo de lo que se sabía hace 10 o 15 años (siempre y cuando el autor no lleve a cabo las oportunas revisiones).

El problema de interpretación personal del autor se refiere a la variación en el tratado de la información que reciben los diferentes libros de texto, de acuerdo con las preferencias y conocimiento en el que se especializa cada autor. Basta con revisar el índice de los libros de ecología más usuales (Margalef, Krebs, entre otros) para percatarse que cada autor percibe una ecología distinta. Los contenidos mínimos son, evidentemente, muy parecidos, pero la forma de desarrollarlos está altamente influenciada por el material taxonómico, nivel de organización, tipo de medio (terrestre o acuático) y escala espacio-temporal en la que se desenvuelven las investigaciones del autor.

Zamora (1991) señala que un libro de texto no debe ser el foro donde un determinado autor exponga su punto de vista de la ecología, ya que para eso están las revistas especializadas y los libros monográficos. La función de un texto debe ser, según él, la de exponer lo más objetiva, ordenada y didácticamente posible las distintas ideas (aunque no muchas coincidan con el autor), conceptos y materias que pueden considerarse como núcleo y estructura de la ciencia ecológica actual.

Existen diferentes autores que han realizado análisis de libros de texto de ecología, entre ellos, Gutiérrez (1989), Zamora (1991), Díaz (1995) y Rey (2000). Todos ellos han seleccionado algunos de los libros –no siempre la misma edición- más utilizados en esta rama de la biología (Odum 1973, Margalef 1979, McNaughton 1984, Pianka 1988, Begon 1990, Colinvaux 1993, Krebs 1994, Dodson 1998, Ricklefs 1998 y Rodríguez 1999), entre otras razones por estar traducidos al castellano.

Gutiérrez (1989) basándose en Ricklefs (1973), Margalef (1974), Odum (1985), Krebs (1986) y Begon *et al.* (1988), reconoce cuatro niveles de integración que son de interés para la Ecología, debido a que constituyen el núcleo de esta rama de la Biología. Estos son:

1. Autoecología. Estudia las relaciones del organismo y su medio. En combinación con la fisiología constituye la llamada ecofisiología, en combinación con el estudio de la conducta, la etología. Su origen es muy antiguo, puede situarse en los primeros estudios naturalistas.
2. Ecología de poblaciones. Estudia los aspectos demográficos (natalidad, supervivencia...), su crecimiento, regulación e interacciones dentro y entre poblaciones (competencia, depredación, mutualismo...). su origen se remonta a los años 1920's.
3. Ecología de comunidades. Estudia fundamentalmente las causas de la diversidad, estructura, cambio y persistencia de especies que viven en un mismo lugar. Su núcleo es el estudio de las propiedades de las interacciones de todo tipo que se dan entre organismos. Su origen se puede situar hacia fines del siglo pasado.
4. Ecología de ecosistemas. Su estudio incluye todos los niveles anteriores además de los flujos de materia y energía entre compartimentos genéricamente denominados niveles tróficos. Su origen es reciente, en los años 1950's. En la actualidad, puede considerarse que el estudio de sistemas complejos, formados por partes que interactúan, abordados mediante conceptos tomados de la termodinámica (por ejemplo, entropía estadística) es también ecología de ecosistemas.

Zamora (1991), Díaz (1995) y Rey (2000) por su parte, han cuantificado la importancia que se le concede a los distintos temas de estudio de la ecología, obteniendo los mismos resultados. La importancia relativa de cada bloque de temas tratados, la cual se ha calculado como el porcentaje de páginas dedicadas a cada bloque en relación con el total se aprecia en la tabla 7.

De esta tabla se desprende, en general, que los bloques de temas a los que se les dedica mayor atención, para la mayoría de los autores, son: estructura de comunidades, relaciones organismos-medio, flujo de energía y materia, interacciones y otros (ecología del paisaje, ecología ambiental y ecología aplicada). Lo cual reitera una vez más que la profundización del tema depende, entre otros factores, de la especialización de cada autor, por lo que la ecología, a pesar de ser la misma en todos los libros, recibe un tratamiento especial y diferente.

De acuerdo con el análisis realizado por Zamora (1991) y Díaz (1995), los libros de texto tienden a resumir al máximo la información disponible, tratando un abanico de temas generalmente más restringidos que el campo global de la investigación ecológica. Tan es así, que los aspectos ecológicos aplicados suelen quedar fuera de los libros de texto, o bien son tratados superficialmente, cuando en la actualidad este bloque de temas es el que se investiga más. No obstante, algunos autores dedican una extensión importante a este tipo de aspectos que otros no consideran, por ejemplo, la descripción de los biomas, que ocupa la tercera parte de la extensión del libro de Mc Naughton; la teoría ecológica en Margalef; la ecología humana en Odum y Margalef y la ecología fisiológica en Pianka.

Por otra parte, la perspectiva ecológica que recibe cada libro se rige más por la opinión e interés del autor. Los ecólogos centrados en el análisis funcional de los ecosistemas (Margalef, Odum) dedican una parte importante del temario a la descripción del medio físico, bien de forma relativamente aislada del contexto biológico (Margalef), o más integrada desde el punto de vista de los ciclos biogeoquímicos (Odum). Por el contrario, los autores cuyo objeto de estudio es el análisis biológico de los ecosistemas (Pianka, Krebs, Begon) dedican más extensión a los niveles de organización que subyacen al ecosistema, particularmente a las poblaciones y sus interacciones.

Tabla 7. Revisión del contenido de libros de texto de Ecología. Las cifras indican porcentajes del número total de páginas tratando grandes tópicos ecológicos.

	Odum	Margalef	McNaughton	Pianka	Begon	Colinvaux	Krebs	Ricklefs	Dodson	Rodríguez
Introducción	2.3	1.6	1.9	3.6	0.4	1.4	2.3	3.2	6.5	5.9
Evolución y conducta	3.5	-	6.0	9.8	2.5	10.4	5.3	18.1	9.4	-
Relación organismos-medio	14.4	24.8	5.8	14.9	12.8	19.0	19.7	15.9	9.5	15.7
Dinámica poblacional	14.1	11.9	7.7	21.2	17.6	9.2	15.1	10.7	12.2	14.6
Interacciones	7.6	10.2	13.0	27.4	33.6	8.0	13.3	11.9	6.5	14.6
Estructura de las comunidades	7.3	16.3	19.6	13.2	20.8	16.2	25.1	17.6	20.0	17.3
Flujo de energía y materia	27.7	9.7	10.6	5.2	7.4	17.5	12.9	11.9	10.4	27.6
Biogeografía	8.8	8.8	8.1	3.4	-	5.7	-	2.9	-	-
* Otros	14.3	16.7	27.3	1.2	2.4	12.4	6.3	7.3	25.5	4.3

\* Otros = ecología del paisaje, ecología ambiental y ecología aplicada.

Rey (2000) examinó entre los libros de ecología, y para los tópicos: organismos y medio, dinámica poblacional, interacciones, estructura de las comunidades, flujo de energía materia y otros, el grado de concordancia en el espacio dedicado a cada tópico por medio de un análisis de Concordancia de Kendall, reflejando una ausencia de acuerdo entre libros ( $W= 0.15$ ,  $p>0.05$ ,  $n= 13$ ,  $g.l.=5$ ), lo que pone de manifiesto la gran heterogeneidad del contenido de los libros de texto de ecología.

Asimismo, este mismo autor, para tratar de poner de manifiesto agrupaciones de los libros en base con su afinidad de contenido realizó un análisis cluster. El cluster formado reveló la formación de dos grupos de libros: por un lado Odum, Rodríguez, Margalef, Colinvaux, McNaughton y Dodson cuyo enfoque es funcional, centrado en el análisis del ecosistema, y por otro lado, Pianka, Begon, Krebs, y Ricklefs quienes le dan una mayor relevancia al enfoque biótico e interactivo, centrado en el estudio de poblaciones y comunidades. Estos mismos resultados coinciden con los obtenidos por Zamora (1991) y Díaz (1995) quienes no utilizaron ninguna prueba estadística.

Como anteriormente señalábamos, el tratado que reciben los diferentes libros de ecología varía de acuerdo con las preferencias y conocimiento en el que se especializa cada autor. En relación con los objetivos de nuestra investigación e intereses, se realizó un pequeño análisis de libros - diferente al que utilizaron Zamora (1991), Díaz (1995) y Rey (2000) debido a que la metodología empleada muestra como resultado la gran heterogeneidad del contenido de los libros de texto de ecología -, para ello se consultaron los 15 libros de ecología más utilizados en las universidades (Dajoz 1974, Margalef 1974, Ramade 1977, Turk *et al.* 1981, Pianka 1982, McNaughton y Wolf 1984, Odum 1985, Krebs 1986, Ehrlich y Roughgarden 1987, Begon *et al.* 1988, Colinvaux 1993, Odum 1995, Dodson 1998, Ricklefs 1998 y Rodríguez 1999). De cada uno de estos diferentes autores se extrajo el enfoque que le dan a su respectivo libro.

Margalef (1974) se enfoca principalmente a la biología de los ecosistemas (66.6 %); el estudio de ambiente y la autoecología que explican por qué ciertos organismos pueden vivir en determinados ambientes ocupa un 18.51 % de su libro, mientras que la biogeografía cuya rama se dedica de dar razón de los fenómenos históricos como él por qué determinadas estirpes han llegado hasta donde se les encuentra abarca un 11.11% de todo el libro.

Asimismo, propone diferentes puntos de vista: el descriptivo; el trófico o concerniente al ciclo de la materia y energía; el demográfico y la consideración del ecosistema en el tiempo y espacio.

El último capítulo de su libro es útil como resumen, tiende a ser un puente hacia otras ciencias que estudian sistemas, además de que sugiere lo que podría ser una ecología comparada.

Dajoz (1974) por su parte se centra en la autoecología, que de ser en otros tiempos el único ingrediente de la Ecología, pasaba a ser frecuentemente olvidada, según él, a pesar de conservar acrecentada toda su importancia en los libros de aquella década.

Este autor en su libro de texto también se refiere a la sinecología (conceptos de biocenosis y ecosistema; delimitación y características de la biocenosis; evolución de la biocenosis; el flujo de la materia en los ecosistemas; el flujo de energía y la productividad en los ecosistemas; los principales ecosistemas del mundo; ecología humana, evolución y adaptación; ecología aplicada y conservación de la naturaleza) que a la autoecología (generalidades sobre los factores ecológicos; los factores climáticos; los factores abióticos en el agua y en el suelo; factores de nutrición y factores bióticos). La dinámica de poblaciones (características de las poblaciones animales, fluctuaciones de la población en condiciones normales y causas de las fluctuaciones en las poblaciones) es menos considerada por Dajoz.

Ramade (1977) en su libro se concentra prácticamente a la particular problemática medioambiental. Proporciona un apéndice en el que ofrece información sobre las especies vegetales y animales en peligro de extinción – en ese entonces llamado en riesgo de extinción - de la Península Ibérica y Archipiélagos Balear y Canario, y una discusión sobre los Parques Nacionales y su problemática. Asimismo incluye una somera previsión de áreas con mayor interés natural de la geografía de este país, clasificadas en Reservas, Parques Nacionales y Parques Naturales, que de acuerdo con el deseo de los autores les gustaría que algún día esta información sirviera de borrador inicial en el programa ecológico de algún grupo político o equipo de planificación.

Turk *et al* (1981) en esta nueva edición de su libro dedica especial atención a los aspectos legales, económicos y sociales de los problemas del ambiente y a sus interacciones con los avances tecnológicos.

Este autor se concentra en el estudio de siete unidades: Introducción-medio social; medio biológico; población humana; recursos y energía; uso del suelo rural y contaminación.

Pianka en su segunda edición (1982) realiza cambios notables, tales como la supresión del capítulo sobre el Hombre y su ambiente y la consolidación de la ecología fisiológica, antes dispersa a lo largo del libro, dando lugar a un nuevo capítulo. En el capítulo 4 se consideran numerosos procesos fisiológicos –incluyendo curvas de tolerancia, capacidades sensitivas y vías metabólicas- en un contexto evolutivo; también se desarrolla la noción de series integradas de adaptaciones. Este nuevo capítulo ayuda a superar el vacío existente entre los elementos del ambiente físico, la relación entre el clima y la vegetación y la ecología de poblaciones, tema éste último en el que el autor dedica mayor énfasis. El tema de biogeografía también se encuentra presente.

Además, a lo largo de todo el libro se adicionó nuevo material: competencia difusa, hipótesis sobre el solapamiento de nichos, especies fugitivas, matrices de recursos, estructura en grupos, isoclinas curvilineales de competencia, alternativas a los coeficientes de competencia, perspectivas futuras de los estudios sobre la competencia, matrices de transición, mejora en la presentación de las interacciones presa-depredador (clarificación de estabilidad neutra, ciclos límite y tipos de respuesta funcionales), ecuaciones y representaciones gráficas de la simbiosis sencilla, mejora de la discusión sobre la estabilidad de la comunidad, una nueva sección breve de biogeografía aplicada y la gestión de reservas naturales.

Se da un mayor énfasis a las plantas y a la interacción vegetal-animal. Asimismo aparecen secciones nuevas o mejoradas sobre táctica foliar, sucesión secundaria, diversidad de las especies arbóreas en las pluviselvas tropicales y tácticas de defensa de las plantas crípticas frente a las plantas aparentes.

A pesar de que en el libro de Mc Naughton y Wolf (1984) se recomendó a los autores eliminar el capítulo destinado a biomas, éstos optaron por conservarlo en esta nueva edición, debido a que presenta una historia natural cuantitativa en lugar de una descripción sistemática de los diferentes ambientes y porque el estudio de las redes tróficas, flujos de energía y ciclos de elementos, proporciona una información útil para examinar las interacciones entre las poblaciones pluriespecíficas y conespecíficas, lo cual conduce a analizar las comunidades y los tipos generales de paisajes en esta parte del libro dedicada a los biomas y, es precisamente el apartado de comunidades el que presenta mayor profundidad por parte de este autor.

Asimismo, los autores creen que la ecología puede contribuir de forma substancial al entendimiento del hombre, su origen y evolución. Por lo tanto, el libro termina con dos capítulos dedicados en su totalidad al hombre y a los temas ambientales, evolutivos e históricos. Sin dejar a un lado el bloque referente a la biogeografía.

En este libro se palpa el aumento en la confianza puesta en los experimentos, ya sea en el laboratorio o campo con el objeto de comprobar las hipótesis planteadas. De esta manera el desarrollo de la experimentación es una muestra de la creciente madurez que la ecología ha alcanzado como ciencia.

Krebs (1986) se enfoca al medio físico y al bloque de poblaciones. Además, en su nueva edición añade una cantidad considerable de material sobre comunidades y ecosistemas y suprime la sección sobre ecología humana debido a que este tipo de material en aquel tiempo había llegado a ser tan popular que existían varios textos excelentes sobre esta área específica. En este libro algo que el autor deja muy claro es “el progreso en la resolución de cuestiones ecológicas llega cuando se adoptan técnicas experimentales”.

Ehrlich y Roughgarden (1987) en su obra abarcan por igual diferentes puntos de la ecología organizando en siete partes su libro. La primera parte destinada a “El individuo y el medio ambiente” trata acerca de las relaciones de microorganismos, plantas o animales en su medio ambiente físico y sus recursos. Los organismos no son inertes o estáticos, ellos constantemente cambian en respuesta a las variaciones en su

ambiente, intercambiando energía y materiales. Esta dinámica de relación de individuos en su medio ambiente es la competencia de la subdisciplina de ecología: ecología fisiológica.

En torno a la segunda parte del libro se encuentra la ecología de poblaciones donde se estudia un género de especie de organismo con el objetivo de explicar la distribución y abundancia de los géneros de organismos. También se proporcionan diferencias genéticas entre los cambios de poblaciones con respecto a los factores ecológicos. En esta parte se explora el tamaño de población que afecta a la evolución y a la selección natural influenciada por características de la historia de la vida, siendo el capítulo más extenso de todo el libro y por ende, al que se enfoca más.

En la tercera parte “Interacciones sociales”, concerniente con la ecología conductual y/o ocupación de territorios se discute la formación de grupos para la facilitación del alimento y la defensa del grupo, describiéndose las conductas y la comunicación entre los grupos.

El tema “Interacciones de la población” donde se encuentra inmerso la ecología de la comunidad y las interacciones intra e interespecíficas, tales como la predación, competencia y cooperación se encuentran en la cuarta parte del libro.

La “Organización de comunidades” y redes alimentarias ocupa la quinta parte del libro.

En la sexta parte “La distribución de comunidades” se describe la distribución de las comunidades en espacio y tiempo. Se incluyen los biomas terrestres y las comunidades marinas, sin olvidarse de los arrecifes coralinos. Por otra parte se considera la ecología del pasado, cómo el cambio del mundo físico y las comunidades abióticas han interactuado. El uso de la ecología del dinosaurio se utiliza para ilustrar las dificultades en la reconstrucción del pasado. Por lo tanto, la ecología evolutiva y la biogeografía se ven plasmadas en esta sexta parte.

La última parte de este libro se enfoca a los ecosistemas, concerniente a la suma de todas las interacciones de especies entre la comunidad con cada otra y en su medio

ambiente físico; los flujos de energía y de materiales; los ciclos biogeoquímicos, los nutrientes y la energía que son esenciales en la vida. Recientes investigaciones han mostrado como los ecosistemas naturales proveen a la humanidad con varios “servicios públicos” indispensables –regulando la calidad de la atmósfera, manteniendo los suelos y nutrientes esenciales para la agricultura, controlando las plagas, manteniendo el acervo genético de nuevos alimentos, medicinas y productos industriales -.

Por su parte Begon *et al.* (1988) se concentran más en el estudio de la ecología de los organismos de las poblaciones y de éstas a las comunidades. Pero en algunas ocasiones como en los capítulos 14 y 15 se ha mirado hacia atrás para ver la luz que las interacciones más complejas arrojan sobre los niveles más simples de la jerarquía. Los distintos capítulos contienen proporciones diferentes de historia natural descriptiva, fisiología, biogeografía, comportamiento, experimentación rigurosa de campo y laboratorio, análisis y censos de campo y modelos matemáticos.

Colinvaux (1993) prefiere dedicarse con mayor profundidad al estudio del medio físico y de los ecosistemas. Sin olvidarse del apartado de poblaciones, comunidades, ecología evolutiva, ecología humana, biogeografía y descripción de biomas.

En la segunda edición del libro de Odum (1995) se actualizó y amplió la cobertura de sistemas experimentales de aporte vital, ecotonos, diversidad energética, reducción de desechos, asuntos de interés global (agujeros de la capa de ozono y cambio climático) y tipos de ecosistemas, especialmente humedales.

Odum pone de relieve las causas y soluciones a largo plazo de los problemas ambientales, más que las soluciones fáciles a los síntomas, que casi siempre se han adoptado como método. Se analizan especialmente las interrelaciones energéticas entre los ecosistemas naturales, agrícolas y urbanos, y la necesidad de desviar la atención, del rendimiento de los sistemas de producción a la administración de los insumos, a fin de reducir la contaminación.

Dodson *et al.* (1998) discute las relaciones entre la gente y la naturaleza y se enfoca a seis géneros de ecología: ecología de ecosistemas; ecología fisiológica; ecología conductual; ecología de poblaciones y ecología de comunidades, siendo

precisamente éstas dos últimas ecologías las que presentan el mayor soporte de toda su obra.

A su vez, Ricklefs (1998) a diferencia del resto de los libros de texto de ecología hace mayor énfasis en el estudio del medio físico y en el de poblaciones. Además, tanto en ediciones anteriores como en esta se esfuerza por desarrollar temas como los modelos matemáticos de procesos ecológicos, de forma clara y lógica, y de equilibrar la teoría con estudios experimentales y ejemplos empíricos de los patrones ecológicos.

En esta cuarta edición existen algunos nuevos temas, como el tratamiento del concepto de bioma en ecología con una comparación detallada de los biomas terrestres y acuáticos de la Tierra. También se pueden encontrar nuevas secciones sobre plasticidad fenotípica (normas de reacción) y reconstrucción filogenética (análisis cladístico), entre otros temas. Algunos ejemplos que ya se mencionaban en el libro, por ejemplo, la relación mutualista obligada entre la yuca y su polilla polinizadora, ahora se han ampliado considerablemente para ilustrar los principios generales, como es el caso de la evolución. El tema de biogeografía también lo considera.

Finalmente, Rodríguez (1999) de todo su libro, dedica mayor interés al capítulo relacionado con el medio físico y con el estudio de ecosistemas. La biogeografía también ocupa un lugar especial dentro de su obra.

Pese a que los diferentes libros consultados se enfoquen más a determinados temas que a otros, como acabamos de ver, la mayoría de los autores coinciden en algo: la preocupación por el medio ambiente y su conservación.

En la tabla 8 se ofrecen los principales temas de la ecología general considerados en los libros de texto.

La actualidad y trascendencia de los temas ecológicos en la década de los setenta produjo una gran demanda de letra impresa sobre esta fascinante parte de la Biología. Con la publicación de diferentes libros, como el de Dajoz, se pretendía aportar una contribución significativa al desarrollo de la educación ecológica en este país. Tal educación era, y sigue siendo, considerada como el primer paso para la resolución de los

importantes problemas que se relacionan con la utilización racional y la conservación de los recursos naturales.

Las investigaciones ecológicas inducen a pensar que toda persona con una cultura básica debería estar al corriente de ellas, no importando si se es biólogo, licenciado en ciencias ambientales, ingeniero, arquitecto o cualquier otra profesión. Por ello, el progreso hacia el equilibrio ecológico depende de la aplicación racional del conocimiento y la comprensión. De tal manera que las conexiones entre los principios básicos de la Ecología y las causas de los problemas ambientales cada vez se están comprendiendo mejor.

#### IV.1.1.2. Enfoque didáctico en los libros de texto de Ecología General

Otro aspecto importante que abordan algunos libros de ecología general es la didáctica de esta rama. Pocos son los autores que al escribir su libro contemplan en él, el proceso de enseñanza- aprendizaje de la ecología, aportando en sus textos un valor heurístico e innovador. Ejemplo de esto, es Margalef (1974) quien entre otras razones, como mencionábamos anteriormente, optó por publicar su obra debido a la carencia de materiales curriculares existentes en las Universidades, así como por el afán de ofrecer a los estudiantes una nueva forma de impartir ecología destacando principios generales.

Otro autor que también destaca en la cuestión didáctica es Turk *et al.* (1981), en esta nueva edición a partir de la unidad II presenta al final de cada capítulo un caso típico con el objeto de mostrar el material constitutivo del texto por medio de una experiencia práctica.

Asimismo, al final de casi todos los capítulos se encuentra un manual de laboratorio, en el que se proporcionan las instrucciones para realizar algunos experimentos simples. Dichos experimentos están diseñados con objeto de ejemplificar diversos temas que se presentan en cada capítulo y para realizarlos no es necesario contar con más material y equipo que el que se puede obtener en casa. Asimismo, al final de cada capítulo se encuentra una sección de problemas que deben resolverse con base en el análisis del material presentado, apoyando así con estas dos cuestiones

(experiencias de laboratorio y resolución de problemas) las habilidades procedimentales del lector.

Por su parte Begon *et al.* (1998) incorporan notas al margen, a modo de posttest indicadores a lo largo de todo el texto, con el fin de servir de ayuda para los estudiantes en el momento de repasar un tema, emulando muchas veces a las anotaciones que ellos mismos añaden a sus libros de texto.

Las notas marginales que suelen resumir el mensaje básico del párrafo o párrafos que acompañan también son útiles para comprobar la comprensión del lector.

Ricklefs (1998) en esta nueva edición, incorpora un programa gráfico bicolor en todo el libro con la finalidad de que, además que ser más atractivo el texto para los alumnos, se destaque la presentación gráfica de datos y conceptos, intentando con ello que el estudiante retenga aún más la información proporcionada. Otro aspecto importante de citar es el aumento del número de recuadros para separar del texto principal algunos temas estadísticos o metodológicos.

**Tabla 8. Temas a los que se les da mayor énfasis tanto en los libros de texto de ecología como en las programas docentes y \* bloques de temas presentes en ambos.**

<b>Temática</b>	<b>Libros de texto</b>	<b>Programas de estudio</b>
Descripción del medio	B (1974), H (1986), K (1993), N (1998), O (1999).	3 (1986), 4 (1988), 8 (1990), 15 (1996), 16 (1997), 17 (2000).
Poblaciones	C (1982), G (1985), H (1986), I (1987), J (1988), M (1998), N (1998).	1 (1977), 5, 6 y 7 (1989), 10 (1991), 12 (1995), 13 y 14 (1996), 18 (2000).
Comunidades y ecosistemas	F (1984), G (1985), H (1986), J (1988), K (1993), M (1998), O (1999).	2 (1980), 4 (1988), 6 y 7 (1989), 10 (1991), 12 (1995), 13 y 14 (1996), 15 (1996), 16 (1997).
* Ecología humana y ecología evolutiva	A (1974), I (1987), K (1993).	2 (1980), 4 (1988), 5, 6 y 7 (1989), 11 (1993).
*Biogeografía	B (1974), C (1982), F (1984), G (1985), I (1987), J (1988), K (1993), N (1988), O (1999).	2 (1980), 4 (1988), 5 (1989), 9 (1990), 10 (1991), 11(1993), 12 (1995), 14 y 16 (1996), 17 (2000).
* Biomas (descripción)	A (1974), F (1984), G (1985), I (1987), K (1993), N (1998).	1 (1977), 13 (1996), 17 (2000).
* Biodiversidad	G (1985), L (1995), M y N (1998), O (1999).	11 (1993), 14 y 15 (1996), 16 (1997), 17 (2000).

IV.1.1.3. ¿Cómo han cambiado los contenidos de los libros de texto de Ecología en torno a la biodiversidad o diversidad biológica?

De toda la información que se desprende de la ecología, el estudio de comunidades es uno de los más importantes, en él se encuentra inmerso el tema de biodiversidad. Uno de los objetivos básicos de este análisis es la cuantificación de la diversidad biológica que encierran. Hoy en día existe una lógica preocupación por la pérdida de la biodiversidad y la reducción del patrimonio genético de nuestra biosfera, pero el estudio de la diversidad, como propiedad de las comunidades, es bastante más antiguo en la ecología. Tan es así, que en la mayoría de los libros de texto de ecología general este tema de diversidad siempre ha estado presente, siendo uno de los tópicos generadores de mayor polémica.

De acuerdo con la revisión efectuada de los libros de texto de ecología general desde el año 1974 hasta la fecha observamos como varía la información que incluyen dichos libros acerca de la diversidad como tal y el trato que recibe el tema diversidad biológica o biodiversidad, desde el uso de determinados vocablos que actualmente ya no se usan hasta la forma de presentación de los temas.

✓ La definición del vocablo diversidad se cita en casi todos los libros consultados, así tenemos que:

El concepto de diversidad en 1974 se incluía dentro de la biocenosis, tal es así que si revisamos el libro Tratado de la Ecología de Dajoz (A) encontramos la definición de diversidad como la variedad de especies de una biocenosis. Actualmente este término se ha sustituido por el de ecosistema.

El libro (B) define a la diversidad como el número de especies y abundancias relativas de las mismas.

Aunque este libro y el anterior son de la misma fecha de publicación la definición de diversidad varía considerablemente.

El libro (F) señala que la diversidad es un estado de variedad o diferenciación entre los miembros de un conjunto. Señala que en Ecología la diversidad generalmente se aplica a la diversidad de especies, formada por dos componentes: el número de especies presentes en una comunidad, generalmente denominado riqueza; y las abundancias relativas de las especies, uniformidad o equitatividad.

Para Odum, libro (G), la diversidad específica, tal y como él la nombra consta de dos partes, 1) riqueza, también llamada densidad de especies, que se basa en el número total de especies presentes y 2) uniformidad, que se basa en la abundancia relativa de la especie y su grado de dominancia o abundancia de la misma.

Al igual que para el autor anterior, en el libro (H) la diversidad de especies presenta dos componentes: el número de especies denominado riqueza de especies y la abundancia relativa.

Por su parte el libro (L), también señala que la riqueza y la abundancia son los dos componentes de la diversidad.

El libro (N) define a la diversidad como el número de especies dentro de las comunidades.

Mientras que el libro (O), al igual que el libro anterior, describen a la diversidad como la riqueza o número de especies.

✓ Existen libros que pese a que contienen información de diversidad no definen dicho término y lo dan por entendido, tal es el caso del libro (C) quien habla acerca de la diversidad de la biocenosis, o bien, el libro (E) quien tiene un apartado destinado a la diversidad de especies, tampoco lo define, otros libros como (K) y (M) mencionan ciertos aspectos de la diversidad y tampoco la definen.

✓ También existen libros en los que se habla de la pérdida de las especies, tema estrechamente ligado al estudio de la diversidad y tampoco se maneja ninguna información referente a dicho concepto, como es el caso del libro (D).

✓ Otros libros como (I) y (J) simplemente no contienen nada de información referente al tema de diversidad.

✓ En cuanto a los niveles en los que se mide la diversidad, encontramos que el libro (D) cita la diversidad alfa, como aquella que se encuentra dentro de una determinada comunidad o ambiente; la diversidad beta, que abarca varias comunidades o bien, considera un gradiente ambiental y la diversidad gamma, cuando se abarca una gran variedad de ambientes en una zona geográfica amplia.

A su vez, el libro (K) cita la diversidad alfa (diversidad dentro de hábitats), diversidad beta (diversidad entre hábitats) y diversidad gamma, asimismo describe a las especies que ocurren sobre muy largas regiones geográficas y el libro (N) señala a la diversidad alfa o local y la diversidad beta o regional.

✓ Otro término que se encuentra inmerso en el estudio de la diversidad son los índices, los cuales desde tiempo atrás se han utilizado teniendo mucha aplicación hasta estos días. Los índices de diversidad son una forma conveniente de expresar y comparar dos biocenosis, sobre todo cuando el número de individuos recolectados en cada una de ellas es muy diferente.

Los libros que hacen mención a éstos son:

(A), quien señala el índice de Fisher, Corbert y Williams (1943) y el índice de Shannon.

(F), índice de Simpson y el índice de Shannon.

(G y L), índice de Simpson y el más utilizado el de Shannon.

(N) menciona el índice de Shannon-Weaver.

(O), índice de Shannon-Wiener.

✓ Otra información que se desprende de la revisión de libros de ecología general es aquella en la que se cita a los ecosistemas que presentan mayor diversidad y él por

qué. Ejemplo de esto es el libro (B), donde el autor señala que tanto el arrecife de coral como el bosque tropical son las comunidades más diversas.

El libro (G) menciona que la diversidad específica tiende a aumentar con el tamaño del área y desde las latitudes extremas hacia el ecuador.

Por su parte el libro (H) indica que los hábitats tropicales mantienen un gran número de especies de plantas y animales, y esta diversidad de vida en los trópicos contrasta fuertemente con las faunas empobrecidas de las áreas templadas y pobres y polares. Para determinar la diversidad de las especies en diferentes comunidades el autor ha propuesto seis factores: el tiempo, la heterogeneidad espacial, competencia, depredación, estabilidad del medio y hábitats altamente productivos.

Por último el libro (N) dice que existen más tipos diferentes de organismos en los trópicos y menos hacia los polos, porque la diversidad se incrementa sin límite a lo largo del tiempo, así los hábitats tropicales, al ser mucho más antiguos que los hábitats templados y árticos, han tenido tiempo para acumular más especies. Un segundo punto de vista sostiene que la diversidad alcanza un equilibrio donde los factores que eliminan a las especies de un sistema se equilibran con los que agregan especies. Dentro de la mayoría de los grandes grupos taxonómicos de organismos vegetales, animales y tal vez microbianos el número de especies aumenta mucho, con algunas excepciones, hacia el Ecuador.

✓ El número de especies clasificadas hasta el momento sólo es citado en unos cuantos libros:

(K) indica que se han catalogado alrededor de dos millones de especies, pero el número actual se estima de 5 a 20 millones, mientras que (N) señala que se han descrito 1, 445, 850 especies. Sin embargo se ha estimado que la Tierra podría estar habitada por hasta 30 millones de especies animales y vegetales, la mayoría de ellos pequeños insectos en los trópicos.

✓ Otro aspecto importante de resaltar de esta revisión nos muestra que la incorporación del tema diversidad biológica o biodiversidad en los libros de texto de Ecología general es relativamente reciente. Pocos son los libros que hacen referencia a términos aproximados tanto en la forma como en el contenido y que han alcanzado una extrema difusión en el vocabulario medioambiental actual, tales como los libros (G), (L), (M), (N) y (O).

Pero también existen libros en los que a pesar de que no se habla explícitamente de biodiversidad ni nada relacionado con este tema, si lo hacen de una forma implícita, como es el caso de (A), quién en su libro hace referencia a la desaparición de especies, beneficios que aporta la diversidad biológica y las causas por las cuales ésta se pierde; el (B) quien menciona la conservación de las especies, o bien los libros (C) y (D).

✓ La palabra diversidad biológica se citó en los libros de texto consultados por primera vez en 1985 por Odum (G), sin embargo dicho concepto no es definido. Fue en el año 1995, en el siguiente libro de este autor (L), donde el término biodiversidad vuelve a aparecer, en ese entonces se decía que dicho término había llegado a ser una palabra rimbombante para expresar nuestra preocupación por la pérdida de especies y cuya definición es “la variedad de formas de vida, las funciones ecológicas que realizan y la diversidad genética que contienen”.

El libro (M) definió a la biodiversidad como la abundancia, variedad y constitución genética de los animales y plantas nativas, mientras que el (N) señala que la biodiversidad o diversidad biológica incluye los múltiples y exclusivos atributos de todos los seres vivientes y por último el libro (O) se refiere a la biodiversidad como el contenido genérico total que contiene un grupo biológico, una comunidad o la biosfera en su totalidad.

✓ Pero este término - diversidad biológica o biodiversidad - y temas afines, han sufrido una evolución en cuanto a las contracciones de los diferentes vocablos con los que se les ha conocido desde tiempos antaños hasta la actualidad.

Desde 1974, el desarrollo sostenible, por ende, de la naturaleza, como actualmente se conoce, siempre ha estado presente, solamente que se le denominaba de

otra manera: explotación razonable de la naturaleza, término que Margalef utiliza con frecuencia en su libro (B). En este mismo año, el libro (A) se refería a la conservación del hábitat como conservación de la naturaleza; al ecosistema como biocenosis y a la pérdida de la biodiversidad como la desaparición de especies animales y vegetales. A su vez, el libro (C) se refería a la destrucción del hábitat como la destrucción o desaparición de biotopos y a la degradación o destrucción del ecosistema como degradación de la biocenosis, no obstante ya citaba pérdida de la diversidad (C). Por su parte el libro (D) señala la destrucción de los hábitats, mientras que en el año 1985 se mencionaba alternadamente pérdida de especies o pérdida de la diversidad (libro G). Asimismo en los años: 1985 y 1995 (libros G y L) se hacía referencia a la reducción de especies, diversidad genética y diversidad de especies, término este último, que el libro (H) también utilizaba. En 1998 y 1999, los libros (N) y (O), respectivamente, aluden a la diversidad biológica y/o biodiversidad (N y O).

✓ Escasos son los libros que destinan un capítulo entero al tema biodiversidad, o bien, algún subtema dentro del mismo, tal es el caso del (N), quien presenta un capítulo denominado: Biodiversidad, o el (O) donde en su capítulo Abundancia y diversidad de especies, encontramos un subtema nombrado Diversidad, biodiversidad y ecodiversidad.

✓ De los tres tipos de diversidad biológica que existen, la genética es citada por unos cuantos autores. Dicho tipo de diversidad se destaca por primera vez en el libro (C), aunque exactamente no con este término, pero sí con el de salvaguardar el fondo genético vegetal y animal; desde entonces se dice que la conservación de este patrimonio genético juega un papel fundamental en la mejora de las plantas cultivadas y los animales domésticos, lo que actualmente llamamos ingeniería genética.

El libro (L) define a la diversidad genética como el mantenimiento de la heterogeneidad genotípica, el polimorfismo y otras fuentes de variabilidad genética que son una necesidad adaptativa de las poblaciones naturales. Asimismo señala en ese mismo año, que en la actualidad, 1995 año al que se refiere, existe mucha preocupación no sólo por la pérdida de la diversidad de especies, sino también por la pérdida de la diversidad genética.

Por su parte el libro (N), menciona que la variabilidad genética es fundamental para la permanente respuesta evolutiva de las poblaciones a los cambios en el ambiente. De igual manera cita que la diversidad genética que aparece tanto entre las especies como dentro de ellas, es otro componente importante de la biodiversidad.

✓ Muy relacionado con este tema se encuentra el beneficio que proporciona la biodiversidad y él por qué hay que preservarla. Estas ventajas son comentadas por los siguientes autores en sus respectivos libros:

Los libros (A), (B), (C) y (O) señalan que una de las razones es la cuestión estética, sentimental y moral; es decir, la conservación de paisajes con gran belleza o de especies notables que en ellos se encuentran, es tan justificable, desde el punto de vista estético, como la conservación de monumentos antiguos, no olvidando que como seres vivos todas las especies tienen derecho a existir.

Otro beneficio que aporta la biodiversidad, no menos importante que el resto, de acuerdo con el libro (C) es la cuestión educativa y cultural.

Los libros (A), (G) y (N) señalan que las razones científicas y prácticas también son de suma importancia: la diversidad de los seres vivos, resultado de una larga evolución, constituye una de las más importantes condiciones para la estabilidad de la biosfera a lo largo del tiempo. El empobrecimiento de los ecosistemas por disminución del número de individuos o de las especies compromete su estabilidad y provoca un ralentizamiento a su actividad biogeoquímica. Asimismo, toda especie puede tener un considerable valor como indicadora del cambio ambiental.

La importancia económica de la diversidad biológica radica de acuerdo con los libros (A), (G) y (N), en la obtención de alimentos, de productos forestales, naturales, medicamento, vestido, alojamiento, energía y cientos de géneros industriales.

Otro beneficio, señalado por el libro (N) que aporta la biodiversidad es el ecoturismo, es decir, la práctica de visitar un área para ver sus hábitats inalterados y los animales y las plantas que viven en ellos. Muchos países han capitalizado este atractivo

estableciendo parques y manteniendo servicios para los turistas y con esto se ayuda a conservar la biodiversidad.

✓ En lo que respecta a las causas que provocan la pérdida de la biodiversidad, se sabe que la acción del hombre desde tiempos primitivos ha provocado la extinción de muchas especies. Estas especies han desaparecido totalmente como consecuencia de la actividad humana, debido a que la población humana es cada vez más densa y su tecnología más poderosa.

De acuerdo con los libros (A), (B), (C), (D) y (N), únicos libros que proporcionan esta información, algunas de las causas que conducen a la destrucción de las especies animales y vegetales son la destrucción, reducción y/o modificación de los hábitats mediante la deforestación, creación de áreas destinadas a la agricultura y pastoreo, o bien, para la creación de espacios urbanos relacionados con el crecimiento poblacional; la caza, la pesca, la sobreexplotación de los recursos y la contaminación también son causas importantes de esta pérdida de la diversidad biológica, sin olvidar la introducción de especies exóticas; el uso de pesticidas; el comercio de especies mediante la peletería, la venta de organismos vivos como mascotas o con objeto de colección y el uso de diferentes partes y órganos de los seres vivos, siendo la mayoría usados como artículos de lujo para la especie humana.

✓ Un concepto fundamental al hablar de diversidad biológica es el de endemismo, sin embargo el único libro que señala información sobre el mismo, es el (N), quien lo define como aquellas especies que no se encuentran en ningún otro sitio y por ende, sus distribuciones están limitadas a regiones pequeñas.

✓ De acuerdo con la revisión efectuada, la preservación de la biodiversidad, como mencionábamos anteriormente, es fundamental. La preocupación por el medio ambiente y por la conservación de la naturaleza desde tiempos remotos, o desde tiempos antiguos siempre ha sido objeto de estudio tanto en la ecología como en algunos libros de texto de esta rama.

En la década de los setenta los temas relacionados con la ecología, el medio ambiente y la conservación de los recursos naturales eran temas prioritarios, no

únicamente para biólogos o licenciados en ciencias naturales –ahora denominado ciencias ambientales- sino también para otros núcleos profesionales, como ingenieros y técnicos, relacionados con el manejo y explotación de los recursos naturales. Por ello la conservación de la naturaleza gozaba de una gran difusión, donde la clarificación de ideas y la contribución a la introducción de puntos de vista ecológicos en la enseñanza y en la formación de diversos profesionales eran metas que se pretendían, y pretenden hasta la fecha, alcanzar.

El deterioro de una importante parte de los recursos naturales de la Tierra, el agotamiento de los suelos y de las reservas de agua dulce y la desaparición de numerosas especies vegetales y animales son temas de interés socioecológico desde hace treinta años y desde entonces la conservación de la naturaleza ha sido y es, una de las más importantes tareas, principalmente, de biólogos y ecólogos en cada momento, no nada más en esta época actual.

Asimismo, desde el año 1988, se ha dicho que conforme se aproxima el fin del siglo XX, el interés por la conservación de la diversidad biótica alcanza niveles públicos y políticos. Esto ha sido cierto, hoy en día, principios del siglo XXI, la preocupación por la pérdida de la biodiversidad y su conservación siguen jugando, al igual que hace treinta años, un papel importante en la agenda de políticos, educadores de todos los niveles educativos y diferentes grupos sociales y naturales relacionados e interesados con este tema.

Por otra parte, muy pocos son los libros que incluyen el tema de conservación, o bien, de una manera más amplia capítulos destinados a la conservación de la naturaleza, como el (B): Explotación del hombre, regresión y conservación; el (C): La degradación de la biocenosis y la ruina de la biosfera y La conservación de la naturaleza y el libro (N) en su capítulo: Extinción y conservación y Desarrollo y Ecología global.

Otros libros como (A) y (G) también se refieren al tema de conservación, aunque en menor amplitud que los autores anteriormente mencionados. Algunas medidas de conservación indicadas por los libros (G y L) son el establecimiento de invernaderos y bancos de semillas como almacenes de tantas variedades de plantas, es decir, programas de conservación de recursos genéticos.

Por su parte el libro (N) menciona que la forma más simple de preservar una población de una especie en particular es garantizar la existencia de un área de hábitat adecuado suficientemente grande que pueda mantenerse libre de competidores extraños, predadores, y enfermedades. El establecimiento de parques y reservas es otra medida que se señala con demasiada frecuencia para mitigar toda esta problemática, sin embargo, a la larga resulta ser un problema complicado, si no se consideran todos los factores oportunos, debido a la creciente explotación de los productos forestales y por la modificación de los bosques a campos de cultivo. La creación de zoológicos y la posterior introducción de las poblaciones de animales a éstos, o a reservas apropiadas son otra forma de ayudar a conservar la biodiversidad.

✓ Pero el estudio de la diversidad biológica no es el único problema medioambiental que persiste hasta la fecha y el cual nos atañe directa o indirectamente; problemas ambientales como la contaminación, efecto de invernadero, reducción de la capa de ozono y cambio climático están presentes en nuestra sociedad, en nuestra vida cotidiana. No obstante, los únicos libros que abarcan dichos problemas, tan importantes de enseñar y divulgar, son el libro (D) quien cita a la contaminación ambiental en todos sus sentidos (contaminación del aire, agua y suelo, delimitado este último por desperdicios sólidos) y la contaminación por ruido y el libro (N), quien señala la capa de ozono y la radiación ultravioleta y el efecto invernadero y dióxido de carbono.

#### ***IV.1.2. Revisión del tema de biodiversidad en los libros de texto de Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato***

De acuerdo con la revisión efectuada de los libros de texto para las etapas educativas Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato se obtuvo que el tema de biodiversidad se encuentra inmerso dentro de cada uno de estas etapas, aunque su tratado y ampliación es diferente.

En la tabla 9 se muestra de manera resumida toda la información extraída sobre este tema de diversidad biológica presente en los libros de texto de ESO y Bachillerato. La revisión de los contenidos generales puede consultarse en Salinas (2000).

El número indicado en cada una de las columnas se refiere al número de libros del total que proporcionan dicha información; mientras que los números entre paréntesis señalan cuáles son estos libros.

Cabe señalar que el concepto de biodiversidad o diversidad biológica en la gran mayoría de los libros consultados no se encuentra definido como tal, debido a que se refieren a él de manera implícita o simplemente como diversidad (definición algo ambigua). Los pocos libros en los que sí se explica y define a la biodiversidad a veces lo hacen de forma vaga o de una manera más amplia, dependiendo del nivel educativo y del libro que se revise.

Asimismo, parte de la información que se obtiene de dichos libros se extrae de las notas informativas y/o de las actividades de enseñanza-aprendizaje inmersas en ellos. De tal manera que dicha información no forma parte del cuerpo de conocimientos de estos libros. Las notas tienen como finalidad ampliar información o resolver dudas en cuanto al significado de términos incluidos en el texto, como el de biodiversidad.

Revisando los libros de texto se observa que la información proporcionada al alumno de bachillerato acerca de la biodiversidad no es la misma que en secundaria obligatoria, es información nueva, no antes vista, relacionada con una Ecología más avanzada y formal, en la que temas como los componentes de la biodiversidad, la forma

de medir la biodiversidad, la estabilidad de la biodiversidad y la variación de la biodiversidad en el tiempo y espacio forman parte de este nuevo cuerpo de conocimientos a enseñar. Por consiguiente es información más extensa y con un nivel más alto.

Aunque muchos de los libros de texto hacen referencia, ya sea de manera escrita o con ayuda de fotografías y/o láminas a aquellas especies de flora y fauna, especialmente en lo que concierne a ésta última, que se encuentran en peligro de extinción, amenazadas, con protección o que son endémicas, pocos son los libros que definen dichas categorías de conservación, en especial el endemismo.

Un aspecto importante de resaltar de este punto, es el hecho de que algunos libros de texto, como el XXVII al hablar de especies en peligro de extinción o amenazadas dan ejemplos de fauna exótica (oso panda, rinoceronte y elefante) en lugar de nombrar a aquellas especies españolas, ya no andaluzas, que se encuentran en la misma condición.

En el nivel bachillerato estos temas de flora y fauna española, no forman parte del currículum.

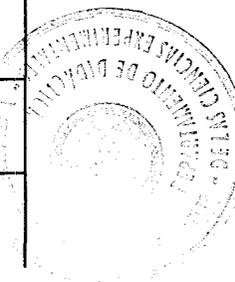
Asimismo, escasos son los libros de texto que proporcionan importantes cifras y/o gráficos relacionados con la biodiversidad española o bien, que citan algunas especies endémicas de Andalucía.

De acuerdo con toda esta revisión efectuada, el tema de biodiversidad en el nivel secundaria se ubica prioritariamente en primer y cuarto año. Excepciones en las que se maneja dicha información en segundo y tercer año, son pocas (libro XI, XVI y XXIII).

Asimismo, los contenidos que abordan algunos de los libros de primero y cuarto año son casi los mismos, debido a que pertenecen a la misma editorial, como es el caso de los libros II y XXVII, correspondientes al primero y cuarto año escolar, respectivamente, ambos de la editorial Anaya.

Tabla 9. Información proveniente de los libros de texto de la ESO y bachillerato en torno al tema de la biodiversidad.

INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE LOS LIBROS DE TEXTO	E T A P A E D U C A T I V A				
	S e c u n d a r i a		O b l i g a t o r i a		Bachillerato
	1º	2º	3º	4º	2º
Definición biodiversidad	3 (V, VIII, IX)	---	---	2 (XXXI, XXXII)	2 (XXXV, XXXVI)
Biodiversidad como sinónimo de diversidad biológica	2 (V, X)	---	---	---	2 (XXXV, XXXVI)
Tipos de diversidad biológica	---	---	---	2 (XXXI, XXXIII)	2 (XXXV, XXXVI)
Ecosistema que posee la mayor diversidad biológica	1 (V)	---	---	1 (XXX)	2 (XXXV, XXXVI)
Conferencia Internacional de Río de Janeiro	2 (V, X)	---	---	3 (XXV, XXVII, XXX)	1 (XXXV)
Componentes de la biodiversidad	---	---	---	---	2 (XXXV, XXXVI)
Formas de medir la biodiversidad	---	---	---	---	1 (XXXV)
Estabilidad de la biodiversidad	---	---	---	---	1 (XXXV)
Variación en el tiempo y espacio de la biodiversidad	---	---	---	---	2 (XXXV, XXXVI)
Número de especies de seres vivos conocidos hasta el momento	4 (V, VII, VIII, IX)	1 (XI)	---	3 (XXIX, XXXI, XXXII)	1 (XXXVI)
Beneficios que aporta la biodiversidad	3 (II, IX, X)	2 (XI, XII)	1 (XIV)	6 (XXVI, XXX, XXXI, XXXII, XXXIII, XXXIV)	2 (XXXV, XXXVI)
Gestión y manejo de la biodiversidad	---	---	---	4 (XXIX, XXX, XXXII, XXXIII)	1 (XXXV)
Causas que provocan la pérdida de la biodiversidad	5 (II, V, VIII, IX, X)	---	3 (XIV, XVI, XVII)	10 (XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXIX a XXXIV)	2 (XXXV, XXXVI)



Continuación de la tabla 9. Información proveniente de los libros de texto de ESO y Bachillerato en torno al tema de biodiversidad.

INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE LOS LIBROS DE TEXTO	E T A P A E D U C A T I V A				
	S e c u n d a r i a		O b l i g a t o r i a		Bachillerato
	1º	2º	3º	4º	2º
Consecuencias que provocan la pérdida de la biodiversidad	---	---	---	1 (XXV)	---
Flora española o andaluza	1 (II, VII)	---	2 (XIV, XXIII)	5 (XXIV, XXVII, XXIX, XXX, XXXII)	---
Fauna española o andaluza	3 (II, VII, X)	---	2 (XIV, XXIII)	7 (XXIV, XXVI, XXVII, XXIX, XXX, XXXII, XXXIV)	---
Definición de las diferentes categorías de conservación	2 (II, X)	---	1 (XXIII)	---	---
Climas presentes en España	1 (II)	---	3 (XIV, XVI, XXIII)	4 (XXIV, XXVII, XXX, XXXII)	2 (XXXV, XXXVI)
País de la UE con mayor biodiver.	2 (II, X)	---	---	1 (XXXIV)	1 (XXXV)
Factores que hacen de España ser el país con mayor biodiversidad	2 (II X)	---	---	1 (XXVII)	
Cifras y gráficos sobre la biodiversidad española o andaluza	2 (II X)	---	1 (XXIII)	1 (XXVII)	1 (XXXV)
<b>TOTAL DE LIBROS REVISADOS PARA CADA NIVEL EDUCATIVO / (No. DE LIBROS DE LOS QUE SE OBTUVO LA INFORMACIÓN)</b>	<b>10 (6)</b>	<b>2 (2)</b>	<b>11 (4)</b>	<b>11 (10)</b>	<b>2 (2)</b>

Como se puede apreciar, en general, no todos los libros de texto, incluso del mismo nivel educativo manejan la misma información.

En la tabla 10 se aprecia en qué tema de Biología los libros de texto de secundaria obligatoria pertenecientes al área de Ciencias de la Naturaleza ubican a la biodiversidad, ya sea de manera implícita o explícita, así como el tipo de contenidos y actividades, conceptuales, procedimentales y actitudinales, que hacen referencia a la temática en cuestión.

Tabla 10. Libros de texto pertenecientes al área Ciencias de la Naturaleza (ESO) en donde se mencionan implícita o explícitamente a la biodiversidad, así como el tipo de contenidos y de actividades a la que la enfocan.

Libro consultado	Tema donde se alude a la biodiversidad			C o n t e n i d o s			A c t i v i d a d e s		
	taxonomía	ecología	evolución	concep.	proced.	actit.	concep.	proced.	actit.
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	X	-	-	-	-	-	X	X	-
III	-	-	-	-	-	-	-	X	-
IV	X	-	-	X	-	-	-	-	-
V	X	-	-	X	-	-	X	-	-
VI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VII	X	-	-	X	-	-	-	X	-
VIII	X	-	-	X	-	-	-	-	-
IX	X	-	-	X	-	-	-	-	-
X	X	-	-	X	-	-	X	X	X
XI	X	-	-	X	-	-	X	X	-
XII	X	-	-	X	-	-	-	-	-
XIII	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XIV	-	X	-	X	-	-	-	-	-
XV	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XVI	-	X	-	X	-	-	-	X	-
XVII	-	X	-	X	-	-	-	X	-
XVIII	-	X	-	-	-	X	-	X	-
XIX	-	-	-	-	-	-	X	-	-
XX	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXII	-	-	-	-	-	-	-	X	-
XXIII	-	X	-	X	-	-	X	X	-
XXIV	-	X	-	X	-	-	X	X	-
XXV	-	X	X	X	-	-	X	X	X
XXVI	-	X	-	X	-	-	-	-	-
XXVII	-	X	-	X	-	X	X	X	-
XXVIII	-	-	X	-	-	-	-	-	-
XXIX	-	-	-	X	-	-	X	X	-
XXX	-	X	X	X	X	-	X	X	X
XXXI	-	X	X	X	-	-	X	-	-

**Tabla 10. Libros de texto pertenecientes al área Ciencias de la Naturaleza (ESO) en donde se mencionan implícita o explícitamente a la biodiversidad, así como el tipo de contenidos y de actividades a la que la enfocan.**

XXXII	-	X	-	X	-	-	X	X	-
XXXIII	-	X	-	X	-	-	X	X	-
XXXIV	-	X	-	X	-	-	X	X	X



### *IV.1.3. Los programas de estudio de la asignatura Ecología en el nivel licenciatura: 1977-2000.*

#### *IV.1.3.1. Revisión general*

El contenido de los programas de estudio de la asignatura Ecología que se imparte en la Licenciatura en Biología de las diversas Universidades es el soporte de la enseñanza en los futuros profesionales y ciudadanos.

De estos programas de estudio se extrae aquella información que servirá de base para la elaboración de los contenidos curriculares en el nivel secundaria obligatoria y no obligatoria. Debido a que la nueva información que se produce (innovaciones en ecología) generalmente se plasma primero en los libros de texto y artículos científicos, y posteriormente, como veremos más adelante, en los programas de estudio de ecología.

Por ello, la necesidad de revisar los programas de estudio para que nos ayuden a conocer cómo ha ido evolucionado la enseñanza de la ecología y el enfoque que se le ha dado desde el año 1977 hasta el 2000.

De acuerdo con el programa de estudios de la asignatura Ecología inmerso en la memoria docente (1), la ecología que se enseñaba en el año de 1977 se basaba en los siguientes bloques de contenidos:

- I) *Principios básicos.* Este capítulo como parte introductoria está destinado a la definición de la ecología, ciencias relacionadas con la misma y la evolución histórica.
- II) *Componentes abióticos: el medio y el sustrato.* Donde los principales elementos que forman el medio físico cobran gran importancia.
- III) *Los grandes procesos organizadores: flujo de energía y circulación de materiales.* En este apartado se incluyen los conceptos relativos a la acción de la energía solar en el ecosistema. Asimismo se enseña los niveles tróficos; cadenas y redes alimentarias; pirámides ecológicas; productividad primaria; transferencia de energía

a través de los niveles consumidores; producción secundaria; pérdidas de energía en el ecosistema; desintegradores; tipos de bacterias; ciclos biogeoquímicos y factores limitantes.

- IV) *El organismo en la población.* En este se aborda el organismo en el seno del ecosistema y se estudia la adaptación; evolución y selección natural; tipos de selección (especiación y barreras genéticas); hábitat; nicho ecológico; equivalentes ecológicos y ritmos biológicos.
- V) *Distribución y dinámica de las poblaciones.* Una vez que ya se entró en el estudio de la población, ésta parte comienza con las características de la misma y su distribución espacial, lo que nos lleva a unas consideraciones sobre el muestreo; crecimiento de la población; demografía; competencia; mecanismos de coexistencia; depredación; mecanismos que regulan la elección de la presa; regulación de poblaciones y población humana.
- VI) *La comunidad y el ecosistema.* En este bloque se estudia la organización espacial de la comunidad; dispersión; métodos de análisis de la comunidad; diversidad de la comunidad y sucesión ecológica.
- VII) *Proceso de regresión y desequilibrio en los ecosistemas.* Este apartado considera algunos de los procesos que siguen una marcha opuesta a los naturales: la erosión del suelo; destrucción del bosque; pastoreo abusivo; eutrofización; contaminación; introducción artificial de especies en las comunidades; ordenación racional de la tierra; explotación y equilibrio-conservación.
- VII) *Descripción de tipos de ecosistemas.* Ecosistemas terrestres (desierto, tundra, pradera, sabana, bosque de coníferas, bosque caducifolio; bosque tropical); ecosistemas de agua dulce; ecosistemas marinos y ecosistemas de estuario. En el seno de la enseñanza de una ecología general, esta parte aspira, no a un estudio completo de los distintos y muy complejos ecosistemas de la biosfera, sino también a que el estudiante reflexione sobre las grandes semejanzas cualitativas y diferencias cuantitativas entre ecosistemas y a constatar como los procesos básicos

y generales que operan en la naturaleza lo hacen en todos y cada uno de estos ecosistemas.

VIII) *Situación actual y perspectivas de la Ecología.* Cuyo apartado intenta resumir y conectar entre sí las ideas expuestas a lo largo del programa con un enfoque del estado de la cuestión y asimismo ondear en las perspectivas futuras de la ecología.

El número de lecciones establecidas en dicho programa de estudios es de 53.

Como se observa en dicho programa de estudios tanto los factores bióticos como los flujos de energía se concentran en un mismo bloque.

Asimismo, en el bloque V. Distribución y dinámica de poblaciones, el tema de Ecología Humana se encuentra inmerso, no existiendo un apartado especial para dicha temática.

La pérdida de la naturaleza y su conservación durante esta época tenía gran auge, basta con revisar el contenido del bloque de regresión y desequilibrio en los ecosistemas para darnos cuenta de la amplitud e importancia que se dedicaba a temas relacionados con la naturaleza (erosión, destrucción de los bosques, incendios, pastoreo, eutrofización y contaminación). Por consiguiente, se puede decir que el tema de diversidad biológica se encuentra implícitamente dentro de este bloque.

En lo que se refiere al año de 1980 (memoria 2) la ecología que se enseñaba es muy parecida a la de 1977, con la única diferencia de que en el año de 1980 ya se dedica un apartado especial a la Ecología Humana y uno nuevo a la Biogeografía.

El programa de estudios correspondiente a dicho año consta de 52 lecciones y se estructura de la siguiente manera:

- I) *Introducción.* Donde se define a la ecología, al ecosistema y donde se introduce al alumno en los sistemas naturales, así como en el desarrollo histórico de la ecología.

- II) *Estudio estático del ecosistema.* Donde tiene lugar la obtención y análisis de datos sobre las variables biológicas ambientales. En este bloque se hace un breve recordatorio de la estadística (distribución normal y pruebas de significancia), se estudian los diferentes tipos de muestreo; la diversidad, sus componentes (riqueza de especies y equitatividad), índices y las relaciones entre ella y otras variables y los factores bióticos (energía luminosa, fotosíntesis, calor y temperatura; hidrosfera, gases disueltos en el agua, atmósfera, presión y litosfera).
  
- III) *Cambios de los ecosistemas en el tiempo.* Cambios continuos. En este apartado se incluyen los cambios de la biomasa; producción primaria; fotosíntesis (una vez más); producción secundaria; relaciones tróficas; cadenas y redes alimentarias; comensalismo; mutualismo; parasitismo y alelopatías.
  
- IV) *Cambios discretos en el tiempo.* Donde los temas más importantes son la población; natalidad y reclutamiento; mortalidad y emigración; curvas de supervivencia; demografía; relación depredador-presa; huésped-parásito; planta-herbívoro; competencia y mutualismo.
  
- V) *Comportamiento del ecosistema.* Fluctuaciones y oscilaciones (ritmos) y estabilidad de los ecosistemas.
  
- VI) *Capacidad organizativa del ecosistema.* Sucesión y desorganización de los ecosistemas delimitado por el desequilibrio y regresión, en él se incluye a la contaminación.
  
- VII) *Estructuración espacial de los ecosistemas.* Donde la dispersión, aplicación de los índices de diversidad, tipificación de estructuras, ordenación y contacto entre sistemas y fronteras son los temas que abarca dicho bloque.
  
- VIII) *Ecología humana.* En este apartado se enseña los precursores, la metodología y las relaciones con otras ciencias; escalas naturalistas y

socioculturales; aplicación del modelo de Odum; sistemas industriales; aplicaciones socioeconómicas, políticas y culturales; planificación física y ordenación territorial; unidad ambiental y capacidad e impacto.

- IX) *La Tierra como objetivo de estudio global*: biogeografía y paleoecología. En este capítulo se estudian los endemismos; disyunciones; la dispersión de los organismos a gran escala; grandes regiones biogeográficas; la insularidad; la diferenciación alopátrica y simpátrica; hibridación; cariotipos y la paleoecología (deriva continental, evolución y la acción del hombre primitivo).

Pese a que el apartado VIII. Ecología Humana aborda el papel que juega el hombre en la naturaleza, no considera, ni en lo más mínimo, los problemas ecológico-ambientales por los que ha atravesado la humanidad desde siempre, excepto el de contaminación, el cual, como ya vimos anteriormente, se estudia en el apartado VI. Capacidad autoorganizativa del ecosistema. Por consiguiente, temáticas específicas sobre la conservación tampoco las hay y menos biodiversidad.

De acuerdo con los programas de estudio de ecología revisados en las memorias de oposición (3 a 9) correspondientes al periodo 1986-1990, los temas que siempre se han contemplado en la enseñanza de la ecología son los introductorios y tres grandes bloques que constituyen el grueso de la ecología que corresponden al medio, población y comunidades.

A continuación se detalla cada uno de los bloques de estudio:

- I) *Introducción*. Cuyo objetivo es situar al estudiante de Ecología en el ámbito de la ciencia que va a ser objeto de estudio, ya que establece el primer contacto de los estudiantes con la asignatura fijándose las líneas maestras de su desarrollo. Los temas inmersos dentro de este bloque corresponden al origen y desarrollo histórico de la ecología; concepto de la ecología; relaciones de la ecología con otras ciencias; la biosfera y el ecosistema.

- II) *El hábitat (3), el medio (4), ecofisiología (5), el individuo y su entorno (6), el organismo y el medio ambiente (7) u organismos y medio físico (8).* Se analiza la naturaleza de los procesos que rigen el encuentro de los organismos con su ambiente, considerando en primer lugar cuáles son los principales factores ambientales que influyen sobre los organismos y posteriormente las respuestas de éstos frente a aquellas. Los temas más importantes que comprende este apartado son: la adaptación de los organismos al medio; recursos; factores ecológicos; el medio acuático; la atmósfera; el suelo; calor y temperatura y la radiación luminosa.
- III) *Ecología demográfica (3), poblaciones (4), ecología de poblaciones (5,6 y 7), dinámica de poblaciones (8) y poblaciones uniespecíficas (9).* En este capítulo se define la población, se presentan las características más sobresalientes que definen las poblaciones, así como las relaciones entre las especies (depredación, parasitismo, relación planta-herbívoro, mutualismo, simbiosis) y sus consecuencias en la distribución y abundancia de los organismos. La idea que se pretende transmitir al alumno en este bloque es que en numerosas ocasiones los patrones de abundancia y distribución de las especies en la naturaleza obedecen a propiedades intrínsecas de las poblaciones.

Asimismo se concede especial importancia a la competencia intraespecífica como regulador de la densidad de poblaciones. La importancia de la interacción entre especies también se infiere, de igual manera que se sugieren tendencias adaptativas resultantes de dichas interacciones. Este apartado permite la comparación de los papeles de los factores físicos frente a factores biológicos en la generación de los patrones de abundancia de las especies. Por consiguiente, el contenido conceptual de dicho bloque se basa en: la población; censo de poblaciones; crecimiento de las poblaciones; dinámica de poblaciones; demografía; ciclos de vida; dispersión; relaciones interespecíficas e intraespecíficas; nicho ecológico; estrategias de vida; migraciones; fluctuaciones y ritmos.

IV) *El ecosistema en el espacio y tiempo (3), Comunidades, ecosistemas (4), Estructura y función de los ecosistemas (5), La organización del ecosistema (6,7), Organización de comunidades y ecosistema (8) y Comunidades (9).* En este bloque los temas de diversidad, cambios en el ecosistema: sucesión siempre están presentes. Sólo en dos programas de estudio correspondientes a las memorias 4 y 9, los temas: redes tróficas, ciclos biogeoquímicos, flujo de materia y energía, producción primaria y producción secundaria se encuentran en un mismo bloque, siendo éste el de comunidades.

En las memorias 5, 6 y 7 dichos temas se ubican en el capítulo destinado a Ecología trófica; mientras que en la memoria 8 al apartado de flujo de materia y energía. En lo que se refiere a la memoria 3, los temas anteriormente citados, excepto el de ciclos biogeoquímicos, se concentran en el capítulo IV. Circulación de energía y materia a nivel del ecosistema, mientras que el tema de ciclos biogeoquímicos se ubica en el apartado V: Energía y materia de la biosfera.

No obstante, sea cual sea el bloque en el que se incluyan dichos temas, el objetivo es mostrarle al alumno los dos puntos de vista de las comunidades y el ecosistema: el descriptivo, que se centra en la delimitación de definiciones y conceptos relativos a la naturaleza de la comunidad y a los aspectos estructurales de la misma, con un especial hincapié en la organización espacial de la comunidad siendo importante que el alumno asimile el cambio cualitativo y cuantitativo que supera el paso de las poblaciones a las comunidades y el aspecto funcional o dinámico, dedicados al flujo de materia y energía, variaciones de los flujos y cambios en el tiempo.

Otro caso muy similar ocurre con los temas de migración, dispersión, fluctuaciones y ritmos, los cuales se ubican en el apartado de poblaciones, o bien, en el de comunidades y ecosistemas, según el programa de estudios que se consulte.



Aunque es cierto que los contenidos de los programas de estudio de ecología no son muy variables entre sí, existen pequeñas diferencias en cuanto a la presencia o ausencia de ciertos temas, tal es el caso de:

- **La Ecología Evolutiva y la Ecología Humana**, cuya temática se encuentra presentes solamente en algunos de los programas revisados (memorias 4, 5, 6 y 7). Dicha información se localiza en los bloques denominados: perspectiva histórica de la biosfera (5); una visión sintética de la biosfera y el hombre en la biosfera (6), o síntesis histórica y perspectivas (7). Las condiciones de la Tierra; composición atmosférica y composición de los océanos; cambios en la biosfera; hipótesis Gaia; la aparición del hombre; la evolución cultural vs la evolución genética; la incidencia del hombre sobre los ciclos biogeoquímicos y la posible manipulación a nivel de biosfera son algunos de los temas más importantes que comprenden estos bloques.

Para la comprensión de determinados temas es imprescindible la reconstrucción histórica, sobre todo si se le quiere dar al alumno la imagen actual de la Biosfera.

En la Ecología Humana se examina la génesis y repercusión del desarrollo de la especie humana, con la finalidad de aportar un conocimiento cimentado en unas bases ecológicas que contribuyan a clarificar a los estudiantes la idea de la situación del hombre en la naturaleza.

Por lo tanto, la visión sintética de los aspectos tratados durante el curso se desarrolla bajo la perspectiva general de la relación entre la biosfera y el medio ambiente del planeta. De igual manera en estos bloques se aprecia la relación e incidencia del hombre respecto a la biosfera.

- **La Biogeografía**, cuyo capítulo se contempla únicamente en los programas de estudio correspondientes a las memorias 4,5 y 9. La biogeografía tiene la intención de proporcionar una explicación integradora de la distribución de la biota en el planeta, como resultado de la aplicación de algunos de los

conceptos estudiados, presentándose un enfoque estático donde se describen las áreas existentes y aspectos dinámicos, en una escala temporal ecológica y temporal evolutiva. Asimismo la transformación del planeta en el tiempo se examina en la biogeografía histórica.

De todos los programas de estudio revisados pertenecientes al lustro 1986-1990, el tema de **diversidad biológica o biodiversidad**, tema de nuestro interés, únicamente se expresa como tal, en la memoria 8 correspondiente al bloque: Relaciones hombre-biosfera, dentro del tema: Regresión y conservación; en él se habla acerca de las bases teóricas de la conservación biológica y crisis de la biodiversidad.

El hecho de que, en el resto de los programas no se especifique concretamente el tema de diversidad biológica, no quiere decir que no se incluya como temática importante dentro de la ecología. Generalmente, los últimos apartados de dichos programas, excepto el 5, están destinados al tema de conservación de la naturaleza o conservación ambiental; donde la desaparición de especies debido a la alteración y pérdida del hábitat, sobreexplotación, introducción de especies o extinciones en cadena; la explotación de recursos; el impacto ambiental; el paisaje y territorio; la regresión y conservación; la educación ambiental y las diferentes estrategias establecidas para la protección, planificación y conservación de dicha naturaleza son temas que se encuentran inmersos dentro de los bloques: El hombre y la biosfera; el hombre en la biosfera o relaciones hombre-naturaleza.

El programa de estudios que se encuentra inmerso en la memoria 4, sitúa al tema: modificación del ecosistema (hombre y extinciones megafaunísticas; domesticación y agricultura; consecuencias de la industrialización; el problema de los residuos y eutrofización cultural) en el bloque correspondiente a Ecología Humana.

Cabe señalar, que de las seis memorias revisadas que integran este lustro (1986-1990), únicamente las memorias 3 y 8 dedican un tema especial a la Ecología y educación y Relaciones entre Ecología y pedagogía, respectivamente.

Por consiguiente, es muy probable que aunque los temas anteriormente mencionados no especifiquen la biodiversidad como tal, sí la incluyan de manera

implícita dentro del temario a enseñar, debido a que la diversidad biológica es un tema estrechamente ligado a la conservación ambiental, del cual no se puede prescindir.

Pero además de la diversidad biológica, existen una serie de temas que constituyen los principales problemas ambientales actuales y no actuales (contaminación, erosión, eutrofización, lluvia ácida, cambio climático, calentamiento global, capa de ozono, efecto invernadero), los cuales en su mayoría, no son considerados por los programas de estudio, salvo los temas: contaminación, cuya información se aporta en las memorias 3 y 4; erosión, tema considerado en las memorias 3 y 6; eutrofización en la memoria 4 y lluvia ácida en la 6. Como se aprecia, cada uno de estos temas se abordan en bloques diferentes, no siendo siempre los mismos.

Tal y como se aprecia, los diferentes programas de estudio de la asignatura ecología consultados en este lustro, guardan cierta similitud entre ellos mismos. Tal es el caso de los programas inmersos en las memorias 5, 6 y 7, cuyo contenido es idéntico. La única pequeña diferencia de tipo organizativa que existe entre estos tres programas, es el hecho de que en el correspondiente a la memoria 6, los capítulos VI: Una visión sintética de la biosfera y VII. El hombre en la biosfera, se unen para constituir uno solo en las memorias 5 y 7, pertenecientes a los bloques VI: Perspectiva histórica de la biosfera (5) o VI. Síntesis histórica y perspectivas, respectivamente.

Otro ejemplo son los programas de estudio inmersos en las memorias 3 y 8, y por otro lado, en la 4 y 9. En estos últimos, ambos programas incluyen al tema de biogeografía, sin embargo, el 9 dedica dos capítulos a la parte de poblaciones (poblaciones uniespecíficas y relaciones entre especies), mientras que en el 4, el apartado de poblaciones se ofrece en un solo capítulo. Asimismo en el 9, la parte dedicada al medio o hábitat se contempla en la parte introductoria, mientras que en el 4, el medio tiene asignado su propio bloque.

En lo que concierne al lustro 1991-1995, éste está constituido por tres memorias (10-12). El contenido de los programas de estudio inmersos en las memorias 10 y 12 es exactamente igual, comprendiendo tres bloques y 37 sesiones, mientras que el programa inmerso en la memoria 11 incluye ocho unidades temáticas y 55 sesiones.

Como es habitual los tres programas de estudio incluyen una *parte introductoria*, con la que se pretende situar al alumno sobre el terreno ecológico, realizando una definición y delimitación de la disciplina y repasando aspectos históricos. Asimismo se ofrece una visión actualizada de las distintas aproximaciones conceptuales y metodológicas que existen en la investigación ecológica actual.

En esta introducción los temas a abordar son: concepto de la ecología, relación con otras ciencias, raíces históricas y la investigación ecológica.

Una vez abordada la cuestión introductoria, se procede al estudio de los diferentes niveles de organización. El segundo bloque de los tres programas de estudio denominado para el caso de las memorias 10 y 12: *Relación de los organismos con su medio ambiente* y para el caso de la memoria 11: *Los organismos y los factores abióticos que les afectan*, analiza la relación de los organismos con su medio ambiente. El estudio es de tipo de ecología fisiológica, centrándose en el análisis de las relaciones dinámicas del individuo con el medio abiótico y los recursos que utiliza para su supervivencia y reproducción. De igual manera, se presta atención a las condiciones y recursos en temas terrestres y acuáticos.

En dicha unidad temática se estudia los factores ecológicos; factores limitantes y límites de tolerancia; la atmósfera; la temperatura; el agua y la radiación.

A diferencia del temario de ecología incluido en la memoria 11, en el programa inmerso en las memorias 10 y 12 se dedica un tema a la selección natural, evolución y adaptación, como mecanismos de ajuste del organismo a su medio ambiente. Mientras que en la memoria 11, se incluye el tema de sustancias nutritivas necesarias para los organismos, constituido por los efectos de la limitación, características de los alimentos, procesos de descomposición y regeneración de las sustancias nutritivas.

El contenido temático que se incluye en el tercer y cuarto bloque: Ecología de poblaciones e Interacciones entre los organismos, respectivamente del programa inmerso en la memoria 11, corresponde con el tercer bloque de las memorias 10 y 12: Estructura y dinámica de la población e interacciones entre poblaciones.

Estos apartados tratan sobre el nivel de organización superior al individuo: la población y los factores que determinan la distribución y abundancia. Así como la estructura y dinámica de las poblaciones, los ciclos vitales, estrategias reproductivas y las interacciones entre poblaciones.

Por lo tanto los temas a estudiar en estas unidades son: definición de la población; parámetros poblacionales; estructura de la población; cambios en la densidad poblacional; estrategias reproductivas; migración; dispersión; tipos de interacción y nicho ecológico.

Un aspecto que no se ve en los programas de las memorias 10 y 12 y que en la 11 sí corresponde con un apartado dedicado a aspectos prácticos. Explotación de especies e interés comercial y control biológico de plagas.

A partir del cuarto bloque de las memorias 10 y 12 todo lo referente a comunidades y ecosistemas se concentra en un solo apartado denominado: La comunidad y el ecosistema: patrones y procesos, mientras que en la memoria 11, cada uno de estos niveles de organización presenta su propio apartado.

No obstante, sea cual sea la manera de organización que presenta cada programa de estudios, la información que se extrae de las unidades referentes a los temas Comunidades y Ecosistemas es la siguiente: Introducción al estudio de las comunidades; abundancia y riqueza de especies; diversidad; sucesión; estructura trófica de las comunidades; efecto de las perturbaciones en la comunidad; producción primaria; producción secundaria; flujo de energía y materia y ciclos biogeoquímicos. En estos bloques predomina el enfoque funcional sobre el descriptivo, analizándose tanto los patrones de distribución espacial de la comunidad en el espacio y el tiempo, como el flujo de energía y nutrientes que tiene lugar en el ecosistema.

La Biogeografía es un tema que se incluye en los tres programas de estudios, formando parte del bloque: La comunidad y el ecosistema: patrones y procesos en las memorias 10 y 12, mientras que en la memoria 11 ocupa un capítulo propio y por consiguiente la información que se desprende de este tema es más general y amplia que

la que se obtiene de los programas de las memorias 10 y 12 cuyo información se enfoca a la biogeografía de islas.

De igual manera, los temas ecología humana y ecología evolutiva solo se abordan en el programa que se incluye en la memoria 11.

Otra diferencia detectada en la enseñanza de la ecología respecto a estos tres programas es la inclusión en la memoria 11 del capítulo: El hombre en la biosfera, cuyo contenido se divide a su vez en dos: la Ecología Humana y la incidencia del hombre en la biosfera, en éste último se tratan temas ecológicos - ambientales: desertización, contaminación, efecto invernadero y biodiversidad, cuyo auge ha sido hasta hace poco. Cabe señalar que las memorias 10 y 12 no consideran dicha temática.

En lo que concierne al tema, de nuestro interés, diversidad biológica, su estudio incluye el concepto; datos a nivel mundial; factores internos y externos que originan su disminución y ejemplos; la tasa actual de extinción de especies y consecuencias de la disminución.

Finalmente, el lustro que corresponde a los años 1996-2000, está comprendido por seis programas de estudio (memorias 13-18).

En este lustro se aprecia que temas que en épocas anteriores tenían gran auge y que la mayoría de los programas destinaban, sino un capítulo entero, por lo menos sí un espacio, actualmente no son considerados por la mayoría de los programas de estudio, tal es el caso de la Ecología evolutiva y la Ecología humana.

La biogeografía y los grandes ecosistemas son otras unidades temáticas que atraviesan por circunstancias parecidas. En el caso de la biogeografía, de ser un bloque que normalmente lo incluían algunos programas de estudio en lustros pasados, actualmente sólo lo consideran los programas inmersos en las memorias 14, 15 y 17, cuya información es muy general (potencial de dispersión, colonización y extinción y áreas de distribución, tamaño y forma de las áreas geográficas, diversificación genética). Mientras que la unidad temática: los grandes ecosistemas únicamente se aborda en los programas correspondientes a las memorias 13 y 17.

El paso de los años y la demanda que van teniendo los problemas ecológico-ambientales abre nuevas puertas a la enseñanza de la ecología. Dichos problemas no son nuevos, recordemos que, siempre han estado presentes desde la década de los 70, simplemente que en la actualidad se han ido acrecentando, debido al crecimiento de las poblaciones que demandan la modificación del paisaje para la realización de ciertos sectores, especialmente el de servicios.

Es por ello que, en la mayoría de los programas de estudio que comprenden este lustro, están presentes los temas: lluvia ácida, efecto de invernadero, adelgazamiento de la capa de ozono y pérdida de la biodiversidad, sin dejar de citar, a la contaminación (temática siempre presente a través de los años). Dichos temas amplían un nuevo horizonte dentro del estudio de la ecología: la ecología aplicada.

Otro aspecto que creemos pertinente de señalar es el referente al tema: Teoría de sistemas, inmerso en la parte introductoria. Este tema lo abordan únicamente los programas correspondientes a las memorias 15, 16 y 17, siendo éste último el que destina un mayor número de subtemas y por ende, de sesiones.

El tema Métodos y técnicas generalmente ya no se contempla en los programas de estudio de ecología, como se solía incluir en años atrás. En este último lustro, el único programa que contiene dicha temática es el perteneciente a la memoria 14. En este bloque se intenta dotar al alumno de las herramientas de trabajo necesarias para el desarrollo de un proyecto en Ecología, familiarizándolo con las técnicas de trabajo de campo y con las técnicas estadísticas que posibilitan el análisis de la información. Por ello, en este bloque se le proporciona al alumno temas como la cartografía e instrumentos de campo; fotointerpretación; diseño experimental y programa de muestreo; toma de datos y descripción de poblaciones y comunidades vegetales y animales.

Asimismo, en este programa de estudios (memoria 14), se incluyen temas que en el resto no se contemplan, tales como: El medio acuático: el mar; El vulcanismo como factor ambiental; El medio físico canario y Los ecosistemas canarios.

Aunque en la organización estructural de los seis programas de estudio que componen este lustro (1996-2000) no existe, como en otros lustros, una sincronización o armonía en cuanto al número o nombre de los bloques, éstos se siguen basando en los grandes apartados que comprende la ecología general: introducción, el medio físico, poblaciones, comunidades, ecosistemas y depende el programa que se considere: la biosfera, ecología aplicada o interacciones sobre los ecosistemas.

Salvo las diferencias anteriormente mencionadas, los contenidos de los programas de estudio siguen siendo, generalmente, muy similares entre sí. Lo único que cambia es la amplitud de los temas a enseñar y el enfoque que se le dé a las unidades temáticas.

En la tabla 8 se muestran los principales bloques de temas de ecología general considerados en los programas de estudio consultados.

Por último, señalaremos que en este lustro predomina más el aspecto funcional, dejándose a un lado el aspecto puramente descriptivo.

#### IV.1.3.2. Organización del contenido de los programas de estudio revisados

En el momento de definir de forma práctica y efectiva, el contenido de la asignatura de Ecología General se plantea una dificultad inicial seria, que es la elección de los temas concretos que se deben incluir y su correspondiente extensión; ya que resulta muy difícil seleccionar lo verdaderamente básico y en consecuencia es muy fácil incurrir en ciertas omisiones, dada la considerable amplitud de la asignatura. (Pérez de Rada 1986).

Es por ello, que las limitaciones de organización se derivan de la necesidad de seleccionar un número limitado de conocimientos, de entre la gran cantidad de información que existe sobre ecología y que tienen que ser expuestas secuencialmente. Parte de esta prueba de la dificultad existente para resumir y agrupar los temas que conforman los programas de estudio es la gran diversidad de tratamientos, enfoques y perfiles que se encuentran en los diferentes libros de texto de Ecología. Por tanto, la selección y organización siempre implica el riesgo de dejar sin suficiente desarrollo hechos importantes (memorias 4, 10, 12, 16 y 18).

Igualmente, la continua labor investigadora que se desarrolla en ecología tiene como resultado la aparición de nuevos conceptos mientras que otros quedan fuera de lugar y que, por consiguiente, ningún programa puede tener una validez muy dilatada en el tiempo. Por ello se debe proceder a la revisión bibliográfica y crítica de los contenidos del programa de manera que reflejen una situación lo más actualizada posible del pensamiento ecológico (memoria 4).

Además en la estructuración del programa existen limitaciones formales, debido a que a pesar de la amplia libertad de la que goza el profesor universitario al momento de organizar su programa, la asignatura con la que está trabajando se inserta en un plan de estudios que viene impuesto de forma oficial. Ello lo obliga a tener en cuenta el resto de las asignaturas de dicho plan, para tratar de evitar repeticiones de temas e materias que se imparten y complementar aquellas áreas que son importantes para una correcta formación en ecología y que no han sido tratadas por ninguna disciplina del plan de estudios correspondiente (memoria 4).

En conclusión, el enfoque que se le dé a un programa de estudios, en este caso, de ecología depende, en primer lugar de aquellas áreas de estudio imprescindibles para que el alumno adquiera la información y la formación adecuadas y, en segundo lugar, de la propia formación e ideas personales del profesor, que organizará su enseñanza en virtud de la secuencia que le parezca más lógica para el aprendizaje y acentuando en ocasiones temas que, en su opinión, merezcan una atención más adecuada, o sean en general más formativas (memoria 1).

La secuenciación y el contenido que presentan los diferentes programas de estudio citados son un tanto diversos. La mayoría de los profesores, quienes han elaborado dichos programas, se basan en los siguientes criterios:

- El nivel de complejidad creciente o nivel de organización, desde el individuo hasta la biosfera (memorias 1,2,3,4,10,11,12,13,16,17 y 18).
- La estructura propuesta en dichos programas de estudio es similar, en gran medida, a la seguida por muchos de los textos de ecología, como:

- \* Margalef 1974 (memoria 3).
  - \* Andrewartha y Birch (memoria 9).
  - \* Krebs 1985, Erhlich y Roughgarden 1987, Begon *et al.* 1990 y Ricklefs 1990 (memorias 10, 12).
  - \* Begon *et al.* 1988 (memoria 13).
  - \* Krebs 1985, Brewer 1994, Smith 1996 y Begon *et al.* 1988, 1996 (memorias 16, 18).
- 
- De acuerdo con las características del plan de estudios de la Universidad en la que se imparte la asignatura (memorias 4, 9, 13, 14).
  - Puesto que el único contacto de la mayoría de los futuros biólogos con la ecología es esta asignatura, el contenido inmerso en el programa es amplio. Dichos contenidos a enseñar son los básicos y los más importantes que debe conocer el futuro licenciado (memorias 4, 5).
  - El contenido de la asignatura se selecciona evitando redundancias con otras materias de la licenciatura: fisiología, genética, paleontología, evolución (memoria 10).

Pero independientemente del criterio que se elija para secuenciar el programa de estudios de la asignatura en cuestión, es necesario, señalan todos los profesores, comenzar con una parte introductoria en la que se enuncien los principios unificadores de la ecología (memoria 1).

#### IV.1.3.3. Métodos de enseñanza en la Ecología

La enseñanza de la ecología no solamente se basa en los contenidos a enseñar, sino también en los métodos a utilizar, puesto que la conjunción de ambos propicia un mejor desarrollo en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

De acuerdo con la revisión efectuada de las 18 memorias por las que se opta a profesor titular o catedrático de ecología en la universidad, la metodología de la docencia, señalan los diferentes autores, es el empleo de una serie de estrategias y

tácticas que tienen por objeto, a través de la planificación de diversas actividades, alcanzar los objetivos propuestos. El profesor, cuya habilidad didáctica condiciona todo el proceso, tiene la responsabilidad de hacer un uso adecuado de esta metodología y de ser consciente de cuáles son los factores que afectan su eficacia docente (memoria 4).

En la memoria 3 se señala que para la enseñanza de la Ecología debe existir una planificación conjunta de diversas técnicas de enseñanza.

Entre los medios docentes disponibles, los que más se usan en la docencia universitaria de la Ecología de acuerdo con las memorias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 son las enseñanzas teóricas y las enseñanzas prácticas.

A) Las enseñanzas teóricas se basan en:

1) *Clase magistral o clase teórica.* La lección magistral es el método más utilizado en las clases (memorias 4, 5, 7, 16 y 18). El objetivo principal de una clase teórica reside en la transmisión de conocimientos y origen de los mismos a través del profesor, quién puede avivar aquellas ideas que en un texto resultan frías e impersonales, además posibilita la aclaración de los puntos confusos, facilita la comprensión de los estudiantes y remarca los aspectos de mayor actualidad o importancia (memorias 3, 11, 13, 14, 16 y 18).

Aunque también presenta ciertos inconvenientes, entre ellos: colocar a los alumnos en una actitud inicialmente pasiva que dificulta el diálogo, limitando su papel a meros receptores de información y el que no todos los estudiantes comprendan a la misma velocidad, de manera que el ritmo de explicación que impone el profesor puede que, de hecho, sea seguido sólo por una minoría (memoria 4).

No obstante, pese a estos inconvenientes, la clase magistral se debe concebir como método de orientación conceptual y estimulador de la formación personal más que como una forma de transmisión de información. Por ello, el profesor debe poseer un conocimiento amplio y una visión de conjunto, no sólo de la

asignatura, sino también de las ciencias afines para poder ofrecer al alumno una visión integradora y madura de la Ecología (memoria 6).

2) *Seminarios*. Son una actividad adecuada que promueve la participación de los alumnos introduciéndolos en el manejo de la bibliografía más especializada de la asignatura. Con la realización de seminarios se sitúa al estudiante en un contexto de discusión científica que promueva un pensamiento más crítico y más lógico (memorias 1, 3, 4, 10 y 13).

Los seminarios son un complemento útil de las clases teóricas y prácticas, ya que posibilitan el tratamiento a fondo de los temas objeto de las clases expositivas, ya que dada las características de la materia y el programa de la misma son mucho los aspectos en los que es imposible profundizar (memoria 3, 12, 16 y 17).

Al consistir en la preparación de un tema por parte de los alumnos se evita una visión demasiado simplificada o esquemática de la ecología, para mostrar las principales controversias científicas y metodológicas para dar a conocer al estudiante líneas de investigación o de trabajo en ecología (memoria 13).

B) Las enseñanzas prácticas. La realización de prácticas cumple varias misiones: profundizar en los conceptos más relevantes presentados en el programa de la asignatura; proporciona una visión sobre distintos temas ecológicos en sistemas acuáticos y terrestres y proporciona un balance óptimo entre la aplicación de conceptos teóricos y el manejo de metodologías e instrumentos de medida (memorias 4, 6 y 10).

A través de las enseñanzas prácticas el alumno se hace una idea más real de la asignatura que está estudiando y adquiere la posibilidad de poder comprobar muchos de aquellos hechos aceptados en las explicaciones teóricas (memorias 1, 3 y 6).

Asimismo permite al alumno familiarizarse con el material de estudio propio de la ecología y aprender de modo divertido y personal el proceso o partes de él que se sigue en la elaboración de un trabajo científico (memoria 1).

Las clases prácticas, en general, son de dos tipos:

1) *De laboratorio*. El criterio fundamental en cuanto a la selección de las prácticas a realizar reside en la adecuación al programa de estudios de la asignatura y a la sencillez de su metodología, así como a la evidencia de sus resultados (memorias 3 y 5).

En la realización de prácticas de laboratorio el alumno practica el método inductivo, compensando de este modo la excesiva carga deductiva que se aplica a las clases teóricas. De igual manera, se entrena a observar correctamente, formular hipótesis, contrastar e interpretar los datos que se obtengan y a emitir conclusiones (memoria 7).

2) *De campo*. Una parte importante del trabajo de un ecólogo se realiza en el campo, debido a que supone el contacto directo, a escala global, con la naturaleza, donde se recogen las muestras y se analizan junto con los resultados obtenidos, posteriormente se lleva a cabo una discusión abierta con todos los integrantes. Con la realización de las prácticas de campo se pretende que el alumno desarrolle su capacidad de observación y de relación con los conceptos estudiados (memorias 11 y 14).

Por consiguiente, el enseñar a localizar los lugares y materiales de estudio interesantes, y el realizar muestreos de modo adecuado y propio del ecosistema en estudio son algunas de las finalidades que persiguen las prácticas de campo (memoria 1).

#### *IV.1.4. Temarios de oposiciones para aspirantes a profesores de la Escuela Secundaria Obligatoria (ESO)*

Como señalamos anteriormente, la información novedosa procedente de los artículos científicos se plasma en los libros de texto de ecología, cuya base sirve para la realización de los programas de estudio de licenciatura y a su vez, de éstos, se seleccionan aquellos temas ecológicos más importantes que se consideraran para la elaboración de curriculum educativo en el nivel de secundaria obligatoria, cuyo contenido temático está relacionado directamente con el de los temarios de oposiciones para acceder a profesor de Secundaria Obligatoria.

Por lo tanto, los temarios de oposiciones son de vital importancia, debido a que es en ellos donde se refleja el conocimiento disciplinar que el profesor debe de poseer para poder enseñar la asignatura. Al mismo tiempo, deben de estar acordes con los temas correspondientes a la asignatura en cuestión, inmersos en el curriculum educativo propio de su etapa y cuya información se puede obtener de documentos como el Diseño Curricular Base (DCB) y el Real Decreto sobre las Enseñanzas Mínimas en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

La ecología, rama de nuestro interés, tiene como objetivo primordial en la ESO facilitar el acceso de los alumnos a esta área; introducirlos en el valor funcional de la ciencia, fomentarles la capacidad de explicar y predecir fenómenos naturales cotidianos; y ayudarles a adquirir los instrumentos necesarios para indagar la realidad de una manera objetiva, rigurosa y contrastada.

Los temarios de oposiciones del área Biología y Geología han sufrido, en torno al tema de ecología ciertas modificaciones a través del tiempo.

El primer temario revisado data del 4 de marzo de 1974, B.O.E.- núm. 54, en el área, entonces llamada, Ciencias de la Naturaleza. El total de temas que el aspirante a profesor tenía que dominar era 164. Después de 13 años se modifica dicho temario, apareciendo su nueva edición el 13 de febrero de 1987, B.O.E. – núm. 38, donde el total de temas se reduce notablemente a 99. Actualmente el temario de oposiciones se rige por el B.O.E. –núm. 226 del 21 de septiembre de 1993. En dicho temario el área, en ese

entonces nombrada Ciencias del Naturaleza, cambia su denominación a Biología y Geología y, el número de temas, una vez más se minimiza, siendo ahora 75.

En la tabla 11 se observa de forma comparativa cada uno de los puntos de los temarios de oposiciones correspondientes al estudio de la ecología y la biodiversidad.

Tal y como se aprecia en esta tabla, el estudio de la climatología siempre ha estado presente. Este tema, estrechamente relacionado con la diversidad biológica es de suma importancia debido que él nos explica muchas de las causas del por qué existe biodiversidad.

Respecto a la Ecología, los temas para su estudio no han variado sustancialmente. La información mínima y necesaria para la enseñanza de esta rama en este nivel, sigue siendo prácticamente la misma, con la única excepción de que en el temario de 1974, la información se encuentra más desglosada, e incluso da la impresión de que los diferentes subtemas conforman temas nuevos de la ecología, a diferencia de los otros dos temarios. Por el contrario, en el temario de 1987 la información está muy reducida, no siendo así en el de 1993, donde la estructura de los temas aparenta seguir una secuencia más coherente y formal.

Por consiguiente, se puede decir, que el contenido de los diferentes temarios de oposición es el mismo, pero su organización es diferente. Ejemplo de esto, es el siguiente.

En el temario de 1974, el estudio de la biocenosis, factores fisicoquímicos, adaptaciones de los seres vivos a la temperatura, agua y humedad; las asociaciones de animales de la misma especie, territorialidad y migraciones; la antibiosis y explotación, depredación, sus formas y adaptaciones, simbiosis mutualistas, comensalismo e inquilinismo y el parasitismo: sus características adaptativas, conforman diferentes puntos (Tabla 11). Estos mismos temas, pero en el temario de 1987 se concentran en el punto 38: Ecología, asociaciones biológicas, mientras que en el temario de 1993, se ubican en el punto 47: Ecología; poblaciones, comunidades y ecosistemas; dinámica de las poblaciones; interacciones en el ecosistema y relaciones intra e interespecíficas.

**Tabla 11. Temarios de oposición para el área Biología y Geología en torno al tema Ecología y biodiversidad.**

<i>B.O.E. -núm. 54 1974 Ciencias de la Naturaleza</i>	<i>B.O.E. -núm. 38 1987 Ciencias de la naturaleza</i>	<i>B.O.E. -núm. 226 1993 Biología y Geología</i>
42. Climatología. Factores y elementos climáticos. Tipos de climas. Climatología en España.	15. Climatología.	13. El equilibrio térmico del planeta. El clima y su distribución. Los sistemas morfoclimáticos. Grandes cambios climáticos históricos.
91. Estudio de la biocenosis. factores fisicoquímicos del medio. Adaptaciones de los seres vivos a la temperatura, agua y humedad.	38. Ecología. Asociaciones biológicas.	46. Otros recursos bióticos. Aprovechamiento medicinal, agropecuario, avícola, pesquero. La biotecnología.
93. Asociaciones de animales de la misma especie. Territorialidad Migraciones.	39. Ecosistemas. Su dinámica.	47. Ecología. Poblaciones, comunidades y ecosistemas. Dinámica de las poblaciones. Interacciones en el ecosistema. Relaciones intra e interespecíficas.
94. Ecosistemas: su dinámica.		48. El ecosistema en acción. Estructura, funcionamiento y autorregulación del ecosistema.
95. Sucesiones.		49. El paisaje: componentes e interpretación. Paisajes españoles característicos. El paisaje como recurso estético. Impactos en el paisaje. Espacios protegidos.
96. Antibiosis y explotación. Depredación, sus formas y adaptaciones. Simbiosis mutualistas. Comensalismo e inquilinismo.		50. Los impactos ambientales de las actividades humanas. Los grandes impactos globales.
97. Parasitismo: sus características adaptativas.		51. Los problemas ambientales y sus repercusiones políticas, económicas y sociales. Salud ambiental y calidad de vida. La Educación Ambiental.
119. Ecología vegetal. Grandes formaciones vegetales.	57. Ecología vegetal. Las asociaciones vegetales.	

En cuanto a los temas Ecosistemas: su dinámica y sucesiones localizados en los puntos 94 y 95 del temario de 1974, y 39, del temario de 1987, se concentran en el punto 48: El ecosistema en acción. Estructura, funcionamiento y autorregulación del ecosistema del temario correspondiente a 1993.

El tema de ecología vegetal, como tal, se presenta en los temarios de 1974 y 1987, mientras que en el de 1993, este aspecto se encuentra implícito en el punto 47, destinado, entre otros temas a interacciones en el ecosistema y relaciones intra e interespecíficas.

Un cambio notable que se aprecia en los temarios de oposiciones del año 1974 y 1989 respecto al de 1993, es la incorporación de nuevos temas, como es el paisaje (punto 49).

De igual manera, la problemática ambiental es un tema que ha estado presente en los libros de texto de ecología general desde la década de los setenta, sin embargo no se había contemplado en los temarios de oposiciones para el área de Ciencias de la Naturaleza, correspondientes a los años 1974 y 1989.

Dada la importancia que se le está dando, sobre todo a partir de esta última década, a los problemas ambientales y ecológicos por los que atraviesa la humanidad, la cultura y educación ambiental han cobrado gran fuerza. Esto se refleja en el temario de oposiciones del año 1993, donde los temas: los impactos ambientales de las actividades humanas; los grandes impactos globales; los problemas ambientales y sus repercusiones políticas, económicas y sociales; salud ambiental y calidad de vida y educación ambiental (puntos 50 y 51) aparecen por primera vez. En todos ellos el tema de diversidad biológica se encuentra implícito.

Muy ligado con este punto y a manera de ejemplo para resaltar tanto la importancia de la Ecología y temas inmersos en esta rama como la relación que existe entre el temario de oposición anteriormente citado y los contenidos que constituye la Ecología en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), nos referiremos al programa de estudios establecido en un I.E.S. de la provincia de Cádiz, correspondiente a esta

asignatura de carácter optativa, que se imparte en el tercer año de estudios, segundo ciclo de la ESO.

Los núcleos de contenido de la asignatura Ecología se dividen en tres bloques:

*1. Interacciones en el medio ambiente, donde los aspectos a destacar son:*

- Medio terrestre. Adaptaciones.
- Medio acuático. Adaptaciones.
- Asociación de seres vivos.
- Redes tróficas.

*2. Cambios en los ecosistemas, los temas que constituyen este bloque son:*

- Flujo de energía y ciclo de la materia.
- Dinámica de los ecosistemas. Sucesión ecológica.
- Autorregulación del ecosistema.

*3. La especie humana y el medio ambiente, donde los aspectos a tratarse son:*

- La especie humana es una más de las existentes en los ecosistemas y depende de ello para su supervivencia.
- La especie humana posee una gran capacidad para alterar los ecosistemas debido a la rapidez y magnitud de los cambios que puede ocasionar en el medio.
- La explotación irracional del medio por parte de la especie humana ha dado lugar a la existencia de graves problemas ambientales.

Los temas inmersos en los dos primeros núcleos del programa de Ecología del I.E.S. citado, son prácticamente los mismos que establece el temario vigente de oposición (1993) en los puntos 47 y 48, respectivamente. En cuanto al tercer núcleo de contenidos, referente a la especie humana y el medio ambiente, observamos que el tema de biodiversidad, tema de nuestro interés, se incluye en este apartado. Asimismo los temas que constituyen este tercer bloque se encuentran inmersos en los puntos 50 y 51 del citado temario de oposición.

No obstante, no hay que olvidar que la asignatura de Ecología es de carácter optativo y por lo tanto no es una materia obligatoria como Ciencias de la Naturaleza, en la que el programa de estudios tiene que estar estrechamente vinculado con el temario de oposición anteriormente mencionado.

#### ***IV.1.5. Real Decreto sobre las Enseñanzas Mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (ESO)***

El actual Real Decreto, modificado el 29 de diciembre de 2000 y publicado en el B.O.E. el 16 de enero de 2001, ha sufrido ciertas modificaciones con respecto al anterior, publicado en junio de 1991. Durante los años de implantación la experiencia ha puesto en evidencia la necesidad de proceder a una reforma de la educación secundaria con un nuevo diseño de las enseñanzas mínimas, básicas en todo el territorio nacional, en la concurrencia de las Comunidades Autónomas.

Entre estas modificaciones se encuentran: la separación en el tercer curso (segundo ciclo) de la Biología y Geología, por una parte, y la Física y Química, por otra, -a diferencia del primer ciclo en el que el área Ciencias de la Naturaleza comprende conjuntamente a las cuatro materias- con el objetivo de dotar a estas materias de mayor autonomía didáctica con el fin de favorecer la profundización de su estudio; y la eliminación explícita de los contenidos procedimentales y actitudinales.

Los contenidos se organizaban alrededor de algunos conceptos fundamentales tales como energía, materia, interacción y cambio. A través de ellos se reconocía la importancia de la adquisición de las ideas más relevantes del conocimiento de la naturaleza y de su organización y estructuración en un todo articulado y coherente.

En el Real Decreto de 1991 el tema de ecología y diversidad biológica se encontraba inmerso en los siguientes contenidos:

#### **6. Diversidad y Unidad de los Seres Vivos**

##### ***Conceptos***

1. Los diversos modelos de organización de animales y plantas. Relación morfológica, función, modo de vida.

***Procedimientos***

1. Identificación de los grandes modelos taxonómicos a los que pertenecen animales y plantas a partir de la observación de sus características y con la ayuda de claves.

***Actitudes***

1. Cuidado y respeto por todas las formas de vida, especialmente las que están amenazadas de extinción.

**8. Interacción de los componentes abióticos y bióticos del medio natural**

***Conceptos***

1. El ecosistema y su dinámica. Componentes e interacciones. \* Ciclos de materia y flujos de energía. \* Autorregulación del ecosistema.
2. Ecosistemas terrestres y acuáticos. Factores abióticos y bióticos. Interacciones.

***Procedimientos***

3. Clasificación e identificación de animales y plantas a partir de datos recogidos en el campo, con ayuda de instrumentos de laboratorio, claves y guías.
4. Elaboración e interpretación de cadenas y redes tróficas en ecosistemas terrestres y acuáticos.

***Actitudes***

1. Cuidado y respeto por el mantenimiento del medio físico y de los seres vivos como parte esencial del entorno humano.

2. Reconocimiento y valoración de la función que cumplen los diferentes componentes del ecosistema y su contribución al equilibrio del mismo.

**Nota:** Los contenidos entre asterisco son específicos del cuarto curso.

### **9. Los cambios en el medio natural. Los seres humanos, principales agentes del cambio.**

#### *Conceptos*

2. Cambios en los ecosistemas producidos por la acción humana. Acciones de conservación y recuperación.

#### *Procedimientos*

1. Planificación y realización de actividades que permitan contrastar algunas de las explicaciones emitidas sobre las causas de los cambios en el medio natural.
5. Utilización de técnicas para conocer el grado de contaminación del aire y agua, así como para su depuración.

#### *Actitudes*

1. Defensa del medio ambiente con argumentos fundamentados y contrastados ante actividades humanas responsables de su contaminación y degradación.

Actualmente el Decreto del año 2000 por el que se establecen las enseñanzas mínimas, en comparación con el antepuesto, diferencia los contenidos correspondientes a cada área de Ciencias de la Naturaleza y al ciclo y grado escolar al que van destinados.

Los bloques de contenidos que ahora se refieren al primer ciclo se han secuenciado siguiendo un criterio de ciencia integrada. Por ello, se ha elegido como hilo

conductor del primer curso la **Tierra** y las peculiaridades que le hacen diferente del resto de los planetas de su entorno, siendo el núcleo principal de estructuración de contenidos, la materia. En el segundo curso es la **Energía** el núcleo principal en torno al cual se estructuran los contenidos, eligiendo como hilo conductor a nuestro planeta como sistema material en el que fluye la energía, resaltando las distintas maneras de hacerlo en los diferentes subsistemas (corteza, atmósfera, ecosfera, etc.).

La Biología y Geología en el tercer curso introducen un núcleo referente al conocimiento teórico y práctico de la materia mineral y otro, más amplio, de anatomía y fisiología humanas, relacionándolas con los modos de vida saludable. En cuarto se aborda con detalle la dinámica terrestre, haciendo énfasis en el paradigma de la Tectónica Global y se profundiza en aspectos de citología y ecología, asimismo se introduce la genética mendeliana.

El objetivo general que señalan las enseñanzas mínimas en torno al área Ciencias de la Naturaleza, específicamente a la materia de Biología y que le competen al área de Ecología, es el de aplicar los conocimientos adquiridos en las Ciencias de la Naturaleza para disfrutar del medio ambiente, valorándolo y participando en su conservación y mejora.

De todos los contenidos que integran el área Ciencias de la Naturaleza, particularmente en lo que se refiere a la Biología, citaremos solamente aquellos que abordan el estudio de la ecología y por ende, el de la diversidad biológica.

## **PRIMER CURSO**

### **III. La tierra y los seres vivos**

#### 7. Clasificación de los seres vivos.

Los cinco reinos. Introducción a la taxonomía.

Virus, bacterias y organismos unicelulares eucarióticos. Hongos.

El reino vegetal. Principales troncos.

El reino animal. Principales troncos. La especie humana.

## SEGUNDO CURSO

### III. La energía y los seres vivos

8. El tránsito de energía en los ecosistemas.

Conceptos de Biosfera, Ecosfera y Ecosistema.

Productores, consumidores y descomponedoras.

Cadenas y redes tróficas. La biomasa como fuente de energía.

## CUARTO CURSO

### I. La dinámica de la tierra

1. El modelado del relieve terrestre.

Concepto de relieve.

Agentes y procesos externos: meteorización, erosión, transporte y sedimentación.

Factores externos del modelado relieve: Litológicos, estructurales, dinámicos, climáticos y antrópicos.

El modelado litoral.

El modelado kárstico.

Los sistemas morfoclimáticos. Clasificación.

Los sistemas morfoclimáticos de zonas templadas y de zonas desérticas.

### III. Ecología y medio ambiente

7. Los seres vivos y el medio ambiente.

El medio ambiente y sus tipos.

Conceptos de especie, poblaciones y comunidades.

Las adaptaciones a los diferentes medios.

Ecosistemas terrestres y acuáticos.

8. Dinámica de ecosistemas.

El flujo de la energía en un ecosistema.

El ciclo de la materia. Principales ciclos biogeoquímicos.

Cambios naturales en los ecosistemas.

Cambios producidos por el hombre. Impactos ambientales. Su prevención.

Independientemente de las diferencias detectadas en ambos Decretos, se sigue procurando que el currículum de las enseñanzas mínimas, que es común para todo el Estado, sea suficientemente amplio, abierto y flexible.

## IV.2. Cuestionario concepciones previas

Como ya se señaló anteriormente en el apartado de metodología, para cada una de las diez preguntas, de tipo abierto, que conformaron el cuestionario de conocimientos sobre la biodiversidad, se formaron diversas categorías con base en las respuestas de los alumnos. Cada categoría se especifica debajo de las tablas correspondientes a cada ítem.

Tras aplicar el análisis estadístico, descrito con anterioridad, se encontraron que para todos los ítems, excepto para el número nueve y en lo que concierne al nivel educativo, existen diferencias significativas, las cuales señalaremos posteriormente.

A continuación realizamos un breve comentario sobre las categorías creadas y los resultados más relevantes de cada cuestión en relación con el nivel y centro educativo de los alumnos investigados. Para una mejor comprensión a cada comentario se insertan las tablas correspondientes.

### *Ítem 1. ¿Qué crees que es la diversidad biológica o biodiversidad?*

Las categorías para este ítem se establecieron debido a que el alumno contestaba que la diversidad biológica es la variedad de seres vivos que existen en la Tierra, los diferentes seres vivos o las diferentes especies que habitan en el planeta o en la Tierra, por esta razón estos cuatro tipos de respuestas se clasificaron en una sola (la variedad de seres vivos que existen en la Tierra), diferenciándola de la segunda categoría establecida: la diversidad de los seres vivos, debido a que el estudiantado no señala la palabra diferentes o variedad, así como tampoco específica: que viven o habitan en el planeta o en la Tierra. Sus respuestas se basaban en la oración que da nombre a la categoría creada, o bien, en frases similares a ésta, tales como: la diversidad de animales y plantas o la diversidad de organismos. La tercera categoría se estableció debido a que el alumno respondía que la biodiversidad es el estudio de la clasificación, diferencia e identificación de los seres vivos, o bien, el estudio de todas las adaptaciones de los seres vivos.

Es así como, la mayoría de los alumnos indicaron que la biodiversidad es la variedad de seres vivos que existen en la Tierra. Como se aprecia en la tabla 12, tanto

los estudiantes de cuarto de secundaria, segundo de ciencias ambientales y primer año de educación tienen más claro el concepto de biodiversidad.

En segundo y tercer año de ESO la categoría con mayor frecuencia de respuestas es la de: no sabe o no contesta; sólo una pequeña parte de los alumnos definen claramente dicho término (24.5% y 23.9 %, respectivamente), siendo esta categoría para el tercer año la segunda con mayor porcentaje.

En lo que respecta a primero de secundaria, la mayor parte de los alumnos no saben definir exactamente a la biodiversidad y mencionan que ésta es la diversidad de los seres vivos, misma categoría que ocupa la segunda posición en segundo de ESO.

Estadísticamente se encontraron diferencias entre cuarto de secundaria, ciencias ambientales y educación respecto con primero, segundo y tercero de ESO.

En lo que compete al centro educativo, los estudiantes de secundaria pertenecientes a Almería y Jaén, y los de ciencias ambientales y educación son los que responden mayoritariamente a la categoría uno (Tabla 13).

La gran mayoría del alumnado de Granada piensa que la biodiversidad es la diversidad de seres vivos (categoría dos), mientras que un 28.6 % y un 25.7 % señalan que es la variedad de seres vivos que existen en la Tierra, o bien, el estudio de los seres vivos (categoría tres).

Por su parte los grupos correspondientes a Algeciras y San Roque, ambos situados en la provincia de Cádiz, no saben lo que es la biodiversidad o simplemente no contestan.

De acuerdo con el análisis estadístico aplicado se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ambos grupos pertenecientes a Cádiz con el resto de los centros educativos. Asimismo entre los centros de secundaria de Jaén y Almería, así como entre Jaén y ciencias ambientales.

Tabla 12. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 1. ¿Qué crees que es la biodiversidad?

* C A T E G O R Í A S	N I V E L E D U C A T I V O						TOTAL	
	1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO	2º C. Amb.	1º Educ.		
1	Frecuencia absoluta	3	36	33	58	22	42	194
	% Nivel educativo	6,8	24,5	23,9	40,3	75,9	48,8	-
	% del Total	0,5	6,1	5,6	9,9	3,7	7,1	32,9
2	Frecuencia absoluta	20	42	30	33	4	23	152
	% Nivel educativo	45,5	28,6	21,7	22,9	13,8	26,8	-
	% del Total	3,4	7,1	5,1	5,6	0,7	3,9	25,9
3	Frecuencia absoluta	8	21	24	40	3	11	107
	% Nivel educativo	18,2	14,3	17,4	27,8	10,3	12,8	-
	% del Total	1,4	3,6	4,1	6,8	0,5	1,9	18,2
4	Frecuencia absoluta	13	48	51	13	0	10	135
	% Nivel educativo	29,5	32,6	37	9	0	11,6	-
	% del Total	2,2	8,2	8,7	2,2	0	1,7	23
TOTAL	Frecuencia absoluta	44	147	138	144	29	86	588
	Sumatoria % Nivel educativo	100	100	100	100	100	100	-
	% del Total	7,5	25	23,5	24,5	4,9	14,6	100

p < 0,05, g.l. = 5

\* C A T E G O R Í A S

1. La variedad de seres vivos que existen en la Tierra
2. La diversidad de seres vivos
3. El estudio de los seres vivos (clasificación, adaptación, diferencia e identificación)
4. No sabe o No contesta



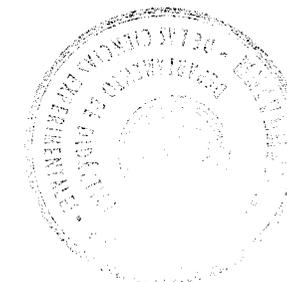
Tabla 13. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 1. ¿Qué crees que es la biodiversidad?

* C A T E G O R Í A S	C E N T R O E D U C A T I V O							TOTAL
	Grx. ESO	Alm.ESO	Alg.ESO	S.R. ESO	Jaén ESO	Lic. C.Amb.	Lic. Educ.	
1 Frecuencia absoluta	30	30	4	5	61	22	42	194
% Centro educativo	28,6	50,8	5,8	10,2	32	75,9	48,8	-
% del Total	5,1	5,1	0,7	0,9	10,4	3,7	7,1	32,9
2 Frecuencia absoluta	42	21	8	11	43	4	23	152
% Centro educativo	40	35,6	11,6	22,4	22,5	13,8	26,8	-
% del Total	7,1	3,6	1,4	1,9	7,3	0,7	3,9	25,9
3 Frecuencia absoluta	27	3	8	4	51	3	11	107
% Centro educativo	25,7	5,1	11,6	8,2	26,7	10,3	12,8	-
% del Total	4,6	0,5	1,4	0,7	8,7	0,5	1,9	18,2
4 Frecuencia absoluta	6	5	49	29	36	0	10	135
% Centro educativo	5,7	8,5	71	59,2	18,8	0	11,6	-
% del Total	1	0,9	8,3	4,9	6,1	0	1,7	23
<b>TOTAL Frecuencia absoluta</b>	105	59	69	49	191	29	86	588
<b>Sumatoria % Centro educativo</b>	100	100	100	100	100	100	100	-
<b>% del Total</b>	17,9	10	11,7	8,3	32,5	4,9	14,6	100

p < 0.05, g.l.= 6

\* C A T E G O R Í A S

1. La variedad de seres vivos que existen en la Tierra
2. La diversidad de seres vivos
3. El estudio de los seres vivos (clasificación, adaptación, diferencia e identificación)
4. No sabe o No contesta



*Ítem 2. Cita los climas que presenta España.*

Las categorías creadas se basaron en la notable diferenciación que realiza el alumnado de los diferentes climas. Diferenciando la categoría uno de la dos (Tabla 14), debido a que algunos estudiantes consideran al clima de alta montaña; otros únicamente saben que España tiene clima frío, templado y caliente; o bien, mencionan dos de los tres climas establecidos en la categoría dos y el resto no contesta o no sabe.

De tal manera que para este ítem, se encontró que la mayoría del alumnado menciona cualquiera de las combinaciones que integran la categoría tres (Tabla 14), lo cual responde a que no tienen claro los diversos climas que presenta su país. Esta cuestión la reitera más, el hecho de que algunos estudiantes al nombrar dichos climas se refieren al atlántico y oceánico como diferentes cuando son exactamente los mismos, pero con diferente denominación.

La segunda categoría más nombrada por parte de los alumnos de primero, segundo y tercero de secundaria y primero de educación es la número cuatro correspondiente a los climas: frío-templado y cálido, lo que nos demuestra una vez más que los estudiantes tienen un escaso conocimiento de la climatología del país. Para cuarto de ESO y ciencias ambientales la segunda categoría con mayor porcentaje corresponde a los climas atlántico-continental-mediterráneo.

Pocos son los estudiantes que responden correctamente a esta pregunta (categoría 1), excepto los de primero de secundaria que no consideran en ningún momento dicha opción.

Las diferencias estadísticamente significativas se encontraron en el nivel educativo correspondiente a cuarto de ESO respecto con educación y con primero, segundo y tercero de secundaria. De igual manera entre ciencias ambientales y educación y con primero y tercero de ESO.

En cuanto a los centros educativos, todos, excepto el de Algeciras presentan el mayor porcentaje de respuestas en la categoría tres (otras combinaciones), mientras que para este centro lo es la categoría correspondiente a frío-templado-cálido, misma categoría que ocupa en segundo término el mayor porcentaje para los centros de Jaén, San Roque y en educación (Tabla 15).

El 37.7 % del centro de Algeciras, porcentaje que ocupa el segundo lugar, señala que no sabe o no contesta.

Para el alumnado de secundaria de Granada y para los de ciencias ambientales la segunda categoría más citada es la perteneciente a atlántico-continental-mediterráneo, mientras que para el alumnado de secundaria en Almería lo es la categoría uno.

Estadísticamente las diferencias significativas se encuentran entre Algeciras y el resto de los centros educativos. De igual manera entre educación y Jaén con respecto a ciencias ambientales y con el nivel de secundaria de Almería.

Tabla 14. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 2. Cita los climas que presenta España.

* C A T E G O R Í A S		N I V E L E D U C A T I V O						TOTAL
		1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO	2º C. Amb.	1º Educ.	
1	Frecuencia absoluta	0	10	7	20	4	5	46
	% Nivel educativo	0	6,8	5,1	13,9	13,8	5,8	-
	% del Total	0	1,7	1,2	3,4	0,7	0,9	7,9
2	Frecuencia absoluta	2	23	9	34	10	8	86
	% Nivel educativo	4,5	15,7	6,5	23,6	34,5	9,3	-
	% del Total	0,3	3,9	1,5	5,8	1,7	1,4	14,6
3	Frecuencia absoluta	19	71	70	68	13	42	283
	% Nivel educativo	43,2	48,3	50,7	47,2	44,9	48,8	-
	% del Total	3,2	12,1	11,9	11,6	2,2	7,1	48,1
4	Frecuencia absoluta	13	28	30	16	1	25	113
	% Nivel educativo	29,5	19	21,8	11,1	3,4	29,1	-
	% del Total	2,2	4,8	5,1	2,7	0,2	4,3	19,2
5	Frecuencia absoluta	10	15	22	6	1	6	60
	% Nivel educativo	22,8	10,2	15,9	4,2	3,4	7	-
	% del Total	1,7	2,6	3,7	1	0,2	1	10,2
TOTAL	Frecuencia absoluta	44	147	138	144	29	86	588
	Sumatoria % Nivel educativo	100	100	100	100	100	100	-
	% del Total	7,5	25	23,5	24,5	4,9	14,6	100

p < 0,05, g.l.= 5

\* C A T E G O R Í A S

1. Atlántico/Continental/Mediterráneo/Alta montaña
2. Atlántico/Continental/Mediterráneo
3. Otras combinaciones \*\*\*
4. Frío/Templado/Cálido
5. No sabe o No contesta

**Tabla 14. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 2. Cita los climas que presenta España.**

\*\*\* Otras combinaciones: Mediterráneo/mediterráneo-continental/de montaña/tropical/atlántico-mediterráneo atlántico-mediterráneo-de montaña/mediterráneo-tropical/tropical-continental/mediterráneo-continental-Islas Canarias mediterráneo-atlántico-tropical/continental/mediterráneo-continental-de montaña/mediterráneo-alta montaña.

Tabla 15. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 2. Cita los climas que presenta España.

* C A T E G O R Í A S	C E N T R O E D U C A T I V O							TOTAL	
	Grx. ESO	Alm.ESO	Alg.ESO	S.R. ESO	Jaén ESO	Lic. C.Amb.	Lic. Educ.		
1	Frecuencia absoluta	4	17	0	5	11	4	5	46
	% Centro educativo	3,8	28,8	0	10,2	5,8	13,8	5,8	-
	% del Total	0,7	2,9	0	0,9	1,9	0,7	0,9	7,9
2	Frecuencia absoluta	33	8	2	6	19	10	8	86
	% Centro educativo	31,4	13,6	2,9	12,3	9,9	34,5	9,3	-
	% del Total	5,6	1,4	0,3	1	3,2	1,7	1,4	14,6
3	Frecuencia absoluta	55	24	11	27	111	13	42	283
	% Centro educativo	52,4	40,7	15,9	55,1	58,1	44,9	48,8	-
	% del Total	9,4	4,1	1,9	4,6	18,9	2,2	7,1	48,1
4	Frecuencia absoluta	9	9	30	10	29	1	25	113
	% Centro educativo	8,6	15,2	43,5	20,4	15,2	3,4	29,1	-
	% del Total	1,5	1,5	5,1	1,7	4,9	0,2	4,3	19,2
5	Frecuencia absoluta	4	1	26	1	21	1	6	60
	% Centro educativo	3,8	1,7	37,7	2	11	3,4	7	-
	% del Total	0,7	0,2	4,4	0,2	3,6	0,2	1	10,2
TOTAL	Frecuencia absoluta	105	59	69	49	191	29	86	588
	Sumatoria % Centro educativo	100	100	100	100	100	100	100	-
	% del Total	17,9	10	11,7	8,3	32,5	4,9	14,6	100

p < 0.05, g.l.= 6

**\* C A T E G O R Í A S**

1. Atlántico/Continental/Mediterráneo/Alta montaña
2. Atlántico/Continental/Mediterráneo
3. Otras combinaciones \*\*\*
4. Frío/Templado/Cálido
5. No sabe o No contesta

\*\*\* Otras combinaciones: Mediterráneo/mediterráneo-continental/de montaña/tropical/atlántico-mediterráneo  
atlántico-mediterráneo-de montaña/mediterráneo-tropical/tropical-continental/mediterráneo-continental-Islands Canarias  
mediterráneo-atlántico-tropical/continental/mediterráneo-continental-de montaña/mediterráneo-alta montaña.

En las preguntas tres, cuatro, cinco, seis, siete y diez, las respuestas de los alumnos eran por lo general más de una, de tal manera que se consideraron el número

total de respuestas obtenidas para cada ítem. Por ello, en cada una de las tablas, la sumatoria de los porcentajes del nivel educativo de las diferentes categorías superan el 100 %.

***Ítem 3. Señala los beneficios que nos aporta la biodiversidad.***

En este tercer ítem las respuestas de los alumnos se basaban en la alimentación; en la obtención de medicinas, vacunas y madera; en el proveernos vestido o bien, por toda la belleza estética que ofrece la biodiversidad, ya que, según los estudiantes, siempre es bonito ver a los seres vivos, sobre todo si se encuentran en su hábitat original. Por ello todas estas respuestas las clasificamos en: la diversidad como recurso. Aunque el estudiante no especificó dicha palabra, sus respuestas llevan implícito este beneficio.

Otros beneficios que el estudiante contestó son que al no perderse ningún eslabón, entiéndase cualquier ser vivo, en la cadena o red alimentaria esto conduce a la continuidad o no rotura de la misma. También respondían como beneficio el poder o el seguir estudiando y conociendo a las especies, o algo tan sencillo para ellos: vivir; otros simplemente mencionaban cualquiera de los términos involucrados en el tema de evolución (Tabla 16).

Sin embargo, la mayoría de las respuestas de los alumnos de todos los niveles educativos se ubican en la categoría: no sabe o no contesta, excepto en ciencias ambientales donde la diversidad como recurso (categoría 1) y el mantenimiento del equilibrio ecológico (categoría 2), respuestas correctas, son las más citadas.

El estudio y conocimiento de las especies y/o vivir (categoría 3) fue la segunda categoría más nombrada por parte de los alumnos de primero, segundo y cuarto de ESO; para tercero fue la diversidad como recurso y para el grupo de educación el mantenimiento del equilibrio ecológico, categoría con menor porcentaje de respuestas para cuarto de ESO.

Cabe señalar que un número reducido de alumnos correspondientes a secundaria confundieron los beneficios que nos aporta la biodiversidad con las consecuencias que conlleva su pérdida, por tal motivo se optó por incluir estas respuestas dentro de la categoría cinco.

Las diferencias significativamente estadísticas que se detectaron en este ítem son en ciencias ambientales respecto con segundo, tercero y cuarto de secundaria. Asimismo entre educación y segundo de ESO.

En lo que se refiere a los centros educativos, se detecta como la mayoría de los estudiantes de secundaria de Almería, Algeciras, San Roque y Jaén y los de educación no saben cuales son los beneficios que aporta la biodiversidad, o bien, si llegan a señalarlos mencionan al estudio y conocimiento de las especies y el vivir, excepto el grupo de educación, quien en segundo término señala a el mantenimiento del equilibrio ecológico y el grupo de Jaén que indica como segundo beneficio a la diversidad como recurso (Tabla 17).

Para el alumnado de secundaria de Granada el mayor beneficio que proporciona la biodiversidad es el estudio y conocimiento de las especies o el vivir (36.2 %), seguido por un porcentaje muy similar, la evolución (categoría 4) o bien la categoría cinco (no sabe o no contesta).

Para ciencias ambientales el beneficio que presenta el mayor porcentaje de respuestas es tanto la diversidad como recurso como el mantenimiento del equilibrio ecológico.

Por consiguiente, las diferencias estadísticamente significativas se detectan entre ciencias ambientales con los centros educativos de secundaria de Almería, Algeciras, San Roque y Jaén; asimismo entre Algeciras y educación.

Otra diferencia estadísticamente significativa, en lo que concierne a la tercera categoría, es la que se ubica entre el centro educativo de secundaria en Granada respecto con Algeciras, San Roque, Jaén y educación.

Tabla 16. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 3. Señala los beneficios que nos aporta la biodiversidad.

* C A T E G O R Í A S		N I V E L E D U C A T I V O						TOTAL
		1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO	2º C. Amb.	1º Educ.	
1	Frecuencia absoluta	7	21	24	22	9	11	94
	% Nivel educativo	15,9	14,3	17,4	15,3	31	12,8	-
	% del Total	1,2	3,6	4,1	3,7	1,5	1,9	15,2
2	Frecuencia absoluta	6	6	9	11	9	16	57
	% Nivel educativo	13,6	4,1	6,5	7,6	31	18,6	-
	% del Total	1	1	1,5	1,9	1,5	2,7	9,2
3	Frecuencia absoluta	14	32	19	32	4	8	109
	% Nivel educativo	31,8	21,8	13,8	22,2	13,8	9,3	-
	% del Total	2,4	5,4	3,2	5,4	0,7	1,4	17,7
4	Frecuencia absoluta	2	11	8	27	8	12	68
	% Nivel educativo	4,5	7,5	5,8	18,7	27,6	14	-
	% del Total	0,3	1,9	1,4	4,6	1,4	2	11
5	Frecuencia absoluta	19	82	83	60	4	41	289
	% Nivel educativo	43,2	55,8	60,1	41,7	13,8	47,7	-
	% del Total	3,3	13,9	14,1	10,2	0,7	7	46,9
TOTAL	Frecuencia absoluta	48	152	143	152	34	88	617
	Sumatoria % Nivel Educativo	109	103,5	103,6	105,5	117,2	102,4	-
	% del Total	7,8	24,7	23,1	24,7	5,5	14,2	100

p < 0.05, g.l. = 5

\* C A T E G O R Í A S

1. Diversidad como recurso (alimentación, medicinas, vacunas, vestido, obtención de madera) y como placer estético
2. Mantenimiento del equilibrio ecológico (continuidad de las cadenas y redes alimentarias)
3. Estudio y conocimiento de las especies. Vivir, con o sin más explicación
4. Evolución (evolución, conservación, adaptación, continuidad y especiación)
5. No sabe o No contesta

Tabla 17. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 3. Señala los beneficios que nos aporta la biodiversidad.

* C A T E G O R Í A S	C E N T R O E D U C A T I V O							TOTAL	
	Grx. ESO	Alm.ESO	Alg.ESO	S.R. ESO	Jaén ESO	Lic. C.Amb.	Lic. Educ.		
1	Frecuencia absoluta	16	10	4	2	42	9	11	94
	% Centro educativo	15,2	16,9	5,8	4,1	22	31	12,8	-
	% del Total	2,7	1,7	0,7	0,3	7,1	1,5	1,9	15,2
2	Frecuencia absoluta	11	4	1	1	15	9	16	57
	% Centro educativo	10,5	6,8	1,5	2	7,9	31	18,6	-
	% del Total	1,9	0,7	0,2	0,2	2,6	1,5	2,7	9,2
3	Frecuencia absoluta	38	13	7	5	34	4	8	109
	% Centro educativo	36,2	22	10,1	10,2	17,8	13,8	9,3	-
	% del Total	6,5	2,2	1,2	0,9	5,8	0,7	1,4	17,7
4	Frecuencia absoluta	24	7	0	0	17	8	12	68
	% Centro educativo	22,9	11,9	0	0	8,9	27,6	14	-
	% del Total	4,1	1,2	0	0	2,9	1,4	2	11
5	Frecuencia absoluta	23	30	57	41	93	4	41	289
	% Centro educativo	21,9	50,8	82,6	83,7	48,7	13,8	47,7	-
	% del Total	4	5,1	9,7	7	15,8	0,7	7	46,9
TOTAL	Frecuencia absoluta	112	64	69	49	201	34	88	617
	Sumatoria % Centro educativo	106,7	108,4	100	100	105,3	117,2	102,4	-
	% del Total	18,1	10,4	11,2	8	32,6	5,5	14,2	100

p < 0.05, g.l.= 6

\* C A T E G O R Í A S

1. Diversidad como recurso (alimentación, medicinas, vacunas, vestido, obtención de madera) y como placer estético
2. Mantenimiento del equilibrio ecológico (continuidad de las cadenas y redes alimentarias)
3. Estudio y conocimiento de las especies. Vivir, con o sin más explicación
4. Evolución (evolución, conservación, adaptación, continuidad y especiación)
5. No sabe o No contesta



***Ítem 4. Nombra algunas especies de flora característica de Andalucía.***

Las categorías para este ítem se establecieron de acuerdo con la caracterización de la vegetación presente en un ecosistema; así como la utilidad de diferentes plantas citadas

por parte de los estudiantes. De tal manera que las respuestas: pino, alcornoque, encina, pinsapo, quejigos, chopos y castaños, entre otros, se agruparon en el estrato arbóreo. En el arbustivo: romero, enebro, tomillo, jaras, esparto, mejoranas, aulagas, espliegos, entre otros. En el estrato herbáceo; plantas silvestres y plantas robustas: musgos, helechos, plantas aromáticas, narciso, manzanilla, amapola, estrella de las nieves, violeta de cazorla, pitas y chumberas, por citar algunas y en la categoría correspondiente a las plantas ornamentales, cultivadas y árboles frutales: rosa, geranio, clavel, margaritas, azucenas, remolacha, vid, tomate, espinacas, naranjos, limoneros, almendros y garbanceros, por citar algunos.

El mayor número de respuestas en todos los niveles educativos fue para la categoría uno (estrato arbóreo). En esta categoría se encuentran el pino, encino, pinsapo, alcornoque, quejigo, chopos, y castaños, entre otros. No obstante algunos estudiantes nombran al eucalipto y álamo, que son especies introducidas.

En lo que respecta a la segunda y tercera categoría (estrato arbustivo y estrato herbáceo, respectivamente) los estudiantes de ciencias ambientales y los de primero y cuarto de ESO las consideran en segundo término; mientras que segundo y tercero de secundaria, así como el grupo de educación mencionan a las plantas ornamentales, cultivadas y árboles frutales (Tabla 18).

Los niveles educativos que presentaron diferencias estadísticamente fueron primero de ESO con respecto a segundo y tercero de secundaria. Asimismo segundo de secundaria con respecto a cuarto de ESO.

Todos los centros educativos investigados indican en primer instancia como flora andaluza a especies que conforman el estrato arbóreo (Tabla 19).

Para el centro de ciencias ambientales y el de secundaria en Almería la categoría con el segundo porcentaje más citado es la referente al estrato arbustivo, mientras que para Granada secundaria lo es el estrato herbáceo y demás; para San Roque, Jaén y educación lo es la categoría cuatro y por último para Algeciras, lo es la categoría correspondiente a no sabe o no contesta.

Las diferencias estadísticamente significativas figuran entre Algeciras con las secundarias de Granada, San Roque, Jaén y con educación, para la categoría uno. Por otra parte, Almería secundaria con los centros de Granada, Algeciras y San Roque pertenecientes todos estos a este mismo nivel educativo de ESO, así como entre Jaén y las secundarias de Granada, Algeciras y San Roque, esto para el estrato arbustivo. Para la categoría cuatro: plantas ornamentales, cultivadas y árboles frutales las diferencias se encuentran entre educación respecto con la secundaria de esta misma provincia (Granada) y con Jaén, de mismo modo, ciencias ambientales con Jaén.

Tabla 18. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 4. Nombra algunas especies de flora característica de Andalucía.

* C A T E G O R Í A S	N I V E L E D U C A T I V O						TOTAL	
	1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO	2º C. Amb.	1º Educ.		
<b>1</b>	Frecuencia absoluta	29	105	103	112	19	68	436
	% Nivel educativo	65,9	71,4	74,6	77,8	65,5	79,1	-
	% del Total	4,9	17,9	17,5	19	3,2	11,6	45,4
<b>2</b>	Frecuencia absoluta	7	42	31	35	10	18	143
	% Nivel educativo	15,9	28,6	22,5	24,3	34,5	20,9	-
	% del Total	1,2	7,1	5,3	6	1,7	3,1	14,9
<b>3</b>	Frecuencia absoluta	8	19	37	47	3	15	129
	% Nivel educativo	18,2	12,9	26,8	32,6	10,3	17,4	-
	% del Total	1,4	3,2	6,3	8	0,5	2,6	13,4
<b>4</b>	Frecuencia absoluta	4	56	54	34	3	31	182
	% Nivel educativo	9,1	38,1	39,1	23,6	10,3	36	-
	% del Total	0,7	9,5	9,2	5,8	0,5	5,3	19
<b>5</b>	Frecuencia absoluta	8	18	14	14	9	8	71
	% Nivel educativo	18,2	12,2	10,1	9,7	31	9,3	-
	% del Total	1,4	3,1	2,4	2,4	1,5	1,4	7,3
<b>TOTAL</b>	Frecuencia absoluta	56	240	239	242	44	140	961
	Sumatoria % Nivel educativo	127,3	163,2	173,1	168	151,6	162,7	-
	% del Total	5,8	25	24,9	25,1	4,6	14,6	100

p < 0,05, g.l.= 5

**\* C A T E G O R Í A S**

1. Estrato arboreo
2. Estrato arbustivo
3. Estrato herbáceo; plantas silvestres y plantas robustas
4. Plantas ornamentales, cultivadas y árboles frutales
5. No sabe o No contesta

Tabla 19. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 4. Nombra algunas especies de flora característica de Andalucía.

* C A T E G O R Í A S		C E N T R O E D U C A T I V O						
		Grx. ESO	Alm.ESO	Alg.ESO	S.R. ESO	Jaén ESO	Lic. C.Amb.	Lic. Educ.
1	Frecuencia absoluta	88	39	32	38	152	19	68
	% Centro educativo	83,8	66,1	46,4	77,6	79,6	65,5	79,1
	% del Total	15	6,6	5,4	6,5	25,9	3,2	11,6
2	Frecuencia absoluta	15	24	5	5	66	10	18
	% Centro educativo	14,3	40,7	7,2	10,2	34,6	34,5	20,9
	% del Total	2,6	4,1	0,9	0,9	11,2	1,7	3,1
3	Frecuencia absoluta	27	13	12	12	47	3	15
	% Centro educativo	25,7	22	17,4	24,5	24,6	10,3	17,4
	% del Total	4,6	2,2	2	2	8	0,5	2,6
4	Frecuencia absoluta	8	17	20	16	87	3	31
	% Centro educativo	7,6	28,8	29	32,7	45,5	10,3	36
	% del Total	1,4	2,9	3,4	2,7	14,8	0,5	5,3
5	Frecuencia absoluta	5	10	22	6	11	9	8
	% Centro educativo	4,8	16,9	31,9	12,2	5,8	31	9,3
	% del Total	0,9	1,7	3,7	1	1,9	1,5	1,4
TOTAL	Frecuencia absoluta	143	103	91	77	363	44	140
	Sumatoria % Centro educativo	136,2	174,5	131,9	157,2	190,1	151,6	162,7
	% del Total	14,9	10,7	9,5	8	37,7	4,6	14,6

p < 0,05, g.l.= 6

\* C A T E G O R Í A S

1. Estrato arboreo
2. Estrato arbustivo
3. Estrato herbáceo; plantas silvestres y plantas robustas
4. Plantas ornamentales, cultivadas y árboles frutales
5. No sabe o No contesta

Tabla 19. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 4. Nombra algunas especies de flora característica de Andalucía.

<b>TOTAL</b>	
436	
-	
45,4	
143	
-	
14,9	
129	
-	
13,4	
182	
-	
19	
71	
-	
7,3	
961	
-	
100	

*Ítem 5. Nombra algunas especies de fauna característica de Andalucía.*

En este ítem, al igual que en el anterior, la categorización se basó en una de las clasificaciones más sencillas de la biología y del medio cotidiano. En la categoría

vertebrados silvestres consideramos al lince, lobo, zorro, jineta, jabalí, cabra montés, conejos, liebres, ratones de campo, lirón, erizo, murciélagos, ardilla, águila, buitre, halcón, lechuzas, búhos, flamenco, venado, patos, camaleón, lagartija, serpiente, salamanquesa, sapos, ranas y salamandras. En la categoría invertebrados a las mariposas, hormigas, saltamontes, cangrejos y pulpos. En especies exóticas, al león, al tigre, pantera, jaguar, mono y avestruz. Por último, en especies domésticas y urbanas a la vaca, burro, cerdo, ovejas, gallina, caballo, perro, gato, canario, paloma y gorrión.

De todas estas categorías la que obtuvo mayor frecuencia tanto en el nivel secundaria como en el nivel superior es la correspondiente a vertebrados silvestres (categoría uno). Sin embargo, una muy pequeña parte del alumnado nombran al oso pardo y al topo, cuando dichas especies aunque son españolas, no son andaluzas.

Los invertebrados, en general, no son tomados en cuenta por los estudiantes, de tal manera que, de todos los niveles educativos el grupo perteneciente a ciencias ambientales es el que presenta el mayor porcentaje en cuanto a la denominación de esta categoría. Tal parece que el mundo pequeño e incluso microscópico no existe en ellos.

La categoría de especies domésticas y urbanas es, excepto para los alumnos de ciencias ambientales cuya categoría es la de menor porcentaje de respuestas, la que globalmente representa el segundo lugar en cuanto a mayor frecuencia, sin embargo es curioso detectar como para el alumnado estas especies son, según ellos, fauna nativa de Andalucía (Tabla 20).

Una minoría de estudiantes pertenecientes al nivel secundaria indican al avestruz, tigre, león, guepardo y mono, entre otros animales, como especies andaluzas.

Estadísticamente los niveles educativos que presentan diferencias significativas son ciencias ambientales respecto con educación.

En lo que compete a los centros educativos, observamos en la tabla 21 que la categoría de vertebrados silvestres es unánimemente la más señalada. Posteriormente lo es la de especies domésticas y urbanas; excepto para Algeciras y ciencias ambientales, en donde esta categoría corresponde a no sabe o no contesta.

De dicha tabla también se aprecia como una pequeña parte del estudiantado de los centros educativos considera a las especies de invertebrados como fauna característica de Andalucía, siendo el centro de San Roque el que presenta con relación a los demás, un mayor porcentaje de denominación (14.3 %) de dichas especies.

Por lo tanto, entre los centros educativos es en Algeciras con respecto al resto, y entre Jaén con Algeciras, San Roque y educación donde se presentan las diferencias estadísticamente significativas en torno a la categoría de vertebrados.

Para la categoría de invertebrados, las diferencias son entre San Roque con Granada secundaria, Algeciras y Jaén; mientras que para la categoría cuatro es entre educación y ciencias ambientales, así como con Granada secundaria.

Tabla 20. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 5. Nombra algunas especies de fauna característica de Andalucía.

* C A T E G O R Í A S		N I V E L E D U C A T I V O						TOTAL
		1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO	2º C. Amb.	1º Educ.	
1	Frecuencia absoluta	29	117	113	123	22	60	464
	% Nivel educativo	65,9	79,6	81,9	85,4	75,9	69,8	-
	% del Total	4,9	19,9	19,2	20,9	3,7	10,2	63,5
2	Frecuencia absoluta	1	2	11	3	4	2	23
	% Nivel educativo	2,3	1,4	8	2,1	13,8	2,3	-
	% del Total	0,2	0,3	1,9	0,5	0,7	0,3	3,1
3	Frecuencia absoluta	2	5	5	1	0	0	13
	% Nivel educativo	4,5	3,4	3,6	0,7	0	0	-
	% del Total	0,3	0,9	0,9	0,2	0	0	1,8
4	Frecuencia absoluta	7	35	37	35	2	36	152
	% Nivel educativo	15,9	23,8	26,8	24,3	6,9	41,9	-
	% del Total	1,2	6	6,3	6	0,3	6,1	20,8
5	Frecuencia absoluta	12	18	17	16	6	10	79
	% Nivel educativo	27,3	12,2	12,3	11,1	20,7	11,6	-
	% del Total	2	3,1	2,9	2,7	1	1,7	10,8
TOTAL	Frecuencia absoluta	51	177	183	178	34	108	731
	Sumatoria % Nivel educativo	115,9	120,4	132,6	123,6	117,3	125,6	-
	% del Total	7	24,2	25	24,3	4,7	14,8	100

p < 0.05, g.l. =5

\* C A T E G O R Í A S

1. Vertebrados silvestres
2. Invertebrados
3. Especies exóticas
4. Especies domésticas y urbanas
5. No sabe o No contesta

Tabla 21. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 5. Nombra algunas especies de fauna característica de Andalucía.

* C A T E G O R Í A S		C E N T R O E D U C A T I V O						
		Grx. ESO	Alm.ESO	Alg.ESO	S.R. ESO	Jaén ESO	Lic. C.Amb.	Lic. Educ.
1	Frecuencia absoluta	87	51	31	35	178	22	60
	% Centro educativo	82,9	86,4	44,9	71,4	93,2	75,9	69,8
	% del Total	14,8	8,7	5,3	6	30,3	3,7	10,2
2	Frecuencia absoluta	2	4	0	7	4	4	2
	% Centro educativo	1,9	6,8	0	14,3	2,1	13,8	2,3
	% del Total	0,3	0,7	0	1,2	0,7	0,7	0,3
3	Frecuencia absoluta	5	0	2	1	5	0	0
	% Centro educativo	4,8	0	2,9	2	2,6	0	0
	% del Total	0,9	0	0,3	0,2	0,9	0	0
4	Frecuencia absoluta	15	13	24	13	49	2	36
	% Centro educativo	14,3	22	34,8	26,5	25,7	6,9	41,9
	% del Total	2,6	2,2	4,1	2,2	8,3	0,3	6,1
5	Frecuencia absoluta	14	6	28	9	6	6	10
	% Centro educativo	13,3	10,2	40,6	18,4	3,1	20,7	11,6
	% del Total	2,4	1	4,8	1,5	1	1	1,7
TOTAL	Frecuencia absoluta	123	74	85	65	242	34	108
	Sumatoria % Centro educativo	117,2	125,4	123,2	132,6	126,7	117,3	125,6
	% del Total	16,8	10,1	11,6	8,9	33,1	4,7	14,8

p < 0,05, g.l.= 6

\* C A T E G O R Í A S

1. Vertebrados silvestres
2. Invertebrados
3. Especies exóticas
4. Especies domésticas y urbanas
5. No sabe o No contesta

Tabla 21. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 5. Nombra algunas especies de fauna característica de Andalucía.

<b>TOTAL</b>
464
-
63,5
23
-
3,1
13
-
1,8
152
-
20,8
79
-
10,8
731
-
100

*Ítem 6. Enumera las causas que consideres que provocan la pérdida de la biodiversidad.*

Respecto a este ítem, la categorización se basó en los diferentes sectores económicos o sectores de producción: primario (agropecuarios), secundario (industrial) y terciario (consumo), así como en las causas relacionadas directamente con la pérdida de la biodiversidad, de forma natural o inducidas por el hombre (Tabla 22).

De acuerdo con los resultados obtenidos, la disminución, alteración y destrucción del hábitat, muchas veces ocasionada por la deforestación e incendios provocados, y el sector industrial (delimitado por la contaminación) son las categorías que globalmente reciben mayor porcentaje.

El sector agropecuario, delimitado por la caza, pesca, agricultura y ganadería es la tercera categoría más señalada en general; sin embargo es la segunda con mayor porcentaje para los niveles educativos correspondientes a primero, segundo y tercero de ESO y para los grupos de educación y ciencias ambientales.

La categoría cinco (escasez de recursos alimenticios, catástrofes naturales y desequilibrio ecológico) no es muy tomada en cuenta por los alumnos, excepto por una minoría correspondiente a los estudiantes de tercero de ESO y de ciencias ambientales, quienes consideran la introducción de especies como una de las causas que provocan la pérdida de la biodiversidad, acción que contribuye básicamente al desequilibrio ecológico.

Asimismo el sector servicio es todavía mínimamente considerado sobre todo en lo que se refiere al alumnado de educación superior y de primero de secundaria (tabla 22), cuando este último es una de las causas principales que provocan la pérdida de la biodiversidad, sobre todo si no se realiza con moderación y conciencia, es decir de una manera sostenible.

De todos los niveles educativos, solamente tercero de secundaria contestó de manera mayoritaria a la categoría no sabe o no contesta.

Para este ítem las diferencias estadísticamente significativas se basan para la categoría uno en cuarto de secundaria respecto con educación. Para el sector industrial

cuarto de ESO con segundo y tercero de secundaria y para la categoría cinco es tercero de ESO con respecto a primero y segundo de secundaria.

En lo que a centros educativos se refiere, las categorías con mayor porcentaje están totalmente distribuidas entre cada uno de éstos, siendo las categorías uno, dos, tres y seis, las que ocupan los tres primeros porcentajes en cuanto a número de respuestas. Para ciencias ambientales y Jaén la principal causa que provoca la pérdida de la diversidad biológica es la disminución, alteración y destrucción del hábitat. Para Almería secundaria y Granada, tanto secundaria como licenciatura lo es la contaminación (sector industrial), mientras que Algeciras y San Roque no reconocen, en general, ningún tipo de causa que pueda provocar dicha pérdida (Tabla 23).

El sector servicio, delimitado por el consumo, así como la construcción para beneficio del hombre es, en general, la causa menos considerada por todos los centros educativos, cuando realmente es en la realidad una de las más importantes.

Dentro de estos resultados es importante destacar que la categoría cinco: escasez de recursos alimenticios, catástrofes naturales y desequilibrio ecológico es la tercera más citada únicamente por el centro educativo de Almería secundaria.

Estadísticamente hablando, en lo que concierne a la categoría uno, las diferencias significativas son entre San Roque y educación con Granada secundaria y Jaén; asimismo Algeciras con ciencias ambientales, San Roque y educación.

Para el sector agropecuario dichas diferencias se ubican entre Granada secundaria respecto con Almería secundaria, Algeciras, San Roque y educación. Del mismo modo, Algeciras con Jaén y educación y entre San Roque y Jaén.

Para el sector industrial, delimitado por la contaminación el centro educativo de Algeciras es estadísticamente diferente con Granada, tanto secundaria como educación y con Almería secundaria. De igual manera, Granada secundaria con San Roque y con Jaén.

Las últimas diferencias detectadas para este ítem se enfocan en Almería secundaria con respecto a Algeciras, San Roque y Jaén y Algeciras con Granada secundaria.

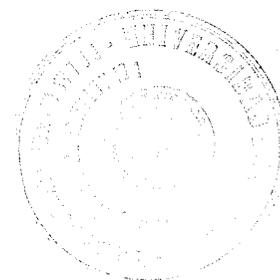
Tabla 22. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 6. Enumera las causas que provocan la pérdida de la biodiversidad.

* C A T E G O R Í A S		N I V E L E D U C A T I V O					TOTAL	
		1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO	2º C. Amb.		1º Educ.
1	Frecuencia absoluta	15	65	52	76	16	25	249
	% Nivel educativo	34,1	44,2	37,7	52,8	55,2	29,1	-
	% del Total	2,6	11,1	8,8	12,9	2,7	4,3	25
2	Frecuencia absoluta	16	50	52	61	11	29	219
	% Nivel educativo	36,4	34	37,7	42,4	37,9	33,7	-
	% del Total	2,7	8,5	8,8	10,4	1,9	4,9	22
3	Frecuencia absoluta	19	45	44	79	11	44	242
	% Nivel educativo	43,2	30,6	31,9	54,9	37,9	51,2	-
	% del Total	3,2	7,7	7,5	13,4	1,9	7,5	24,2
4	Frecuencia absoluta	3	19	9	16	5	5	57
	% Nivel educativo	6,8	12,9	6,5	11,1	17,2	5,8	-
	% del Total	0,5	3,2	1,5	2,7	0,9	0,9	5,7
5	Frecuencia absoluta	12	25	5	17	5	12	76
	% Nivel educativo	27,3	17	3,6	11,8	17,2	14	-
	% del Total	2	4,3	0,9	2,9	0,9	2	7,6
6	Frecuencia absoluta	14	41	54	22	4	20	155
	% Nivel educativo	31,8	27,9	39,1	15,3	13,8	23,3	-
	% del Total	2,4	7	9,2	3,7	0,7	3,4	15,5
TOTAL	Frecuencia absoluta	79	245	216	271	52	135	998
	Sumatoria % Nivel educativo	179,6	166,6	156,5	188,3	179,2	157,1	-
	% del Total	8	24,5	21,6	27,2	5,2	13,5	100

p < 0,05, g.l.= 5

\* C A T E G O R Í A S

1. Disminución, alteración y destrucción del hábitat (deforestación, incendios provocados)
2. Sector agropecuario: caza, pesca, agricultura, ganadería
3. Sector industrial: contaminación
4. Sector servicio: consumo (pieles, ropa, madera, papel); construcción para beneficio del hombre
5. Escasez de recursos alimenticios; catástrofes naturales; desequilibrio ecológico



**Tabla 22. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 6. Enumera las causas que provocan la pérdida de la biodiversidad.**

**6. No sabe o No contesta**

Tabla 23. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 6. Enumera las causas que consideres que provocan la pérdida de la biodiversidad.

* C A T E G O R Í A S		C E N T R O E D U C A T I V O						
		Grx. ESO	Alm.ESO	Alg.ESO	S.R. ESO	Jaén ESO	Lic. C.Amb.	Lic. Educ.
1	Frecuencia absoluta	58	26	12	10	102	16	25
	% Centro educativo	55,2	44,1	17,4	20,4	53,4	55,2	29,1
	% del Total	9,9	4,4	2	1,7	17,3	2,7	4,3
2	Frecuencia absoluta	62	18	3	8	88	11	29
	% Centro educativo	59	30,5	4,3	16,3	46,1	37,9	33,7
	% del Total	10,5	3,1	0,5	1,4	15	1,9	4,9
3	Frecuencia absoluta	65	28	10	13	71	11	44
	% Centro educativo	61,9	47,5	14,5	26,5	37,2	37,9	51,2
	% del Total	11,1	4,8	1,7	2,2	12,1	1,9	7,5
4	Frecuencia absoluta	19	6	3	3	16	5	5
	% Centro educativo	18,1	10,2	4,3	6,1	8,4	17,2	5,8
	% del Total	3,2	1	0,5	0,5	2,7	0,9	0,9
5	Frecuencia absoluta	22	19	2	2	14	5	12
	% Centro educativo	21	32,2	2,9	4,1	7,3	17,2	14
	% del Total	3,7	3,2	0,3	0,3	2,4	0,9	2
6	Frecuencia absoluta	5	7	49	29	41	4	20
	% Centro educativo	4,8	11,9	71	59,2	21,5	13,8	23,3
	% del Total	0,9	1,2	8,3	4,9	7	0,7	3,4
TOTAL	Frecuencia absoluta	231	104	79	65	332	52	135
	Sumatoria % Centro educativo	220	176,4	114,4	132,6	173,9	179,2	157,1
	% del Total	23,1	10,4	8	6,5	33,3	5,2	13,5

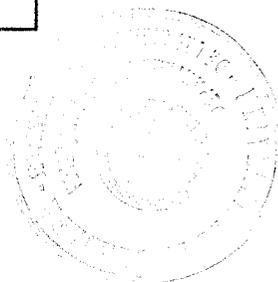
p < 0.05, g.l.= 6

\* C A T E G O R Í A S

1. Disminución, alteración y destrucción del hábitat (deforestación, incendios provocados)
2. Sector agropecuario: caza, pesca, agricultura, ganadería
3. Sector industrial: contaminación

**Tabla 23. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 6. Enumera las causas que consideres que provocan la pérdida de la biodiversidad.**

<b>TOTAL</b>
249
-
25
219
-
22
242
-
24,2
57
-
5,7
76
-
7,6
155
-
15,5
998
-
100



**Tabla 23. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 6. Enumera las causas que consideres que provocan la pérdida de la biodiversidad.**

- 4. Sector servicio: consumo (pieles, ropa, madera, papel); construcción para beneficio del hombre**
- 5. Escasez de recursos alimenticios; catástrofes naturales; desequilibrio ecológico**
- 6. No sabe o No contesta**

**Ítem 7. ¿Qué consecuencias crees que conlleva la pérdida de la biodiversidad?**

Las respuestas del alumnado se clasificaron, de acuerdo con sus ideas previas, las cuales son en general muy dispersas entre todos los estudiantes (Tabla 24).

De tal forma, que para algunos alumnos la consecuencia es la reducción, pérdida y extinción de especies; para otros: la pérdida de la vida y reducción y pérdida del oxígeno; la ruptura de las cadenas y redes alimentarias; la escasez de recursos; la pérdida de beneficios para el hombre (donde en ocasiones las citaban claramente como se muestra a continuación: “ya que no tendremos que comer”, o bien, simplemente señalaban así dicha frase) y la pérdida del avance de las ciencias; todas ellas consideradas como graves consecuencias al perderse la diversidad biológica.

Otra categoría establecida fue: causas que provocan la pérdida de la biodiversidad, de la cual comentaremos en el apartado de discusión.

En base con las respuestas del alumnado se observa que los niveles educativos correspondientes a segundo y tercero de secundaria, así como los estudiantes de educación señalan de forma mayoritaria que no conocen las consecuencias que conlleva la pérdida de la biodiversidad, o bien, simplemente no contestan, por lo que esto provoca que globalmente sea esta cuestión la que representa el mayor porcentaje de respuestas (Tabla 24).

Por su parte, cuarto de secundaria y segundo de ciencias ambientales consideran la pérdida, reducción y extinción de especies (categoría uno) como la mayor consecuencia que conlleva la pérdida de la diversidad biológica, cabe señalar que dentro de este último nivel mencionado, también se considera la pérdida de la diversidad genética y por lo tanto la pérdida de la variabilidad. Asimismo dicha categoría es la segunda más mencionada por parte de tercero de secundaria y primero de educación.

A pesar de que la categoría tres: ruptura de las cadenas y redes tróficas es una de las consecuencias que provoca la pérdida de la biodiversidad, no es considerada por todos los niveles educativos, excepto por ciencias ambientales quien la señala en un segundo lugar y por cuarto de secundaria y primero de educación, quienes la indican en

tercera posición. Sin embargo, globalmente representa la cuarta categoría con mayor porcentaje de respuestas.

De la tabla 24 se observa como en los tres primeros cursos de secundaria para los estudiantes la pérdida de la vida y/o del oxígeno es una de las tres primeras consecuencias que desataría la pérdida de la diversidad biológica, especialmente para los alumnos de primer grado, quienes la consideran en primer lugar.

De igual manera, entre un 5-10 % del alumnado de secundaria y educación considera en algún momento a la categoría cinco, causas que originan dicha pérdida, como consecuencia, apreciándose que se produce una confusión entre causa y efecto.

Asimismo en ciencias ambientales, los estudiantes además de responder que una de las consecuencias es la referente a la categoría uno, contestaron que la ruptura de las cadenas y redes alimentarias está estrechamente relacionada con el equilibrio ecológico.

Estadísticamente los niveles educativos que presentan diferencias son cuarto de ESO con respecto a segundo de secundaria y ciencias ambientales con educación y con primero, segundo, tercero y cuarto de secundaria; asimismo educación respecto con primero, segundo y tercero de ESO y primero con segundo y tercero de secundaria.

En cuanto a los centros educativos observamos en la tabla 25 que Almería, Algeciras, San Roque, Jaén y educación no conocen las consecuencias que conlleva la pérdida de la diversidad biológica, o bien, no contestan a dicho ítem. A diferencia de ciencias ambientales, quienes reconocen como principales consecuencias a la reducción y extinción de especies y a la ruptura de cadenas y redes alimentarias; mientras que para Granada lo es la pérdida de la vida y reducción del oxígeno.

De acuerdo con el análisis estadístico que se aplicó entre ciencias ambientales y Algeciras y San Roque existen diferencias significativas, en lo que corresponde a la categoría uno. Para la categoría dos la diferencia se ubica entre Granada secundaria y Algeciras y para la ruptura de cadenas y redes alimentarias lo es entre ciencias ambientales con el resto de los centros educativos, excepto con educación, y entre educación con Algeciras.

Tabla 24. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 7. ¿Qué consecuencias crees que conlleva la pérdida de la biodiversidad?

* C A T E G O R Í A S		N I V E L E D U C A T I V O						TOTAL
		1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO	2º C. Amb.	1º Educ.	
1	Frecuencia absoluta	8	19	27	43	15	22	134
	% Nivel educativo	18,2	12,9	19,6	29,9	51,7	25,6	-
	% del Total	1,4	3,2	4,6	7,3	2,6	3,7	20,7
2	Frecuencia absoluta	18	20	23	28	2	18	109
	% Nivel educativo	40,9	13,6	16,7	19,4	6,9	20,9	-
	% del Total	3,1	3,4	3,9	4,8	0,3	3,1	16,8
3	Frecuencia absoluta	1	9	9	31	14	20	84
	% Nivel educativo	2,3	6,1	6,5	21,5	48,3	23,3	-
	% del Total	0,2	1,5	1,5	5,3	2,4	3,4	13
4	Frecuencia absoluta	4	14	11	14	7	2	52
	% Nivel educativo	9,1	9,5	8	9,7	24,1	2,3	-
	% del Total	0,7	2,4	1,9	2,4	1,2	0,3	8
5	Frecuencia absoluta	2	21	23	10	0	4	60
	% Nivel educativo	4,5	14,3	16,7	6,9	0	4,7	-
	% del Total	0,3	3,6	3,9	1,7	0	0,7	9,3
6	Frecuencia absoluta	15	71	57	36	4	26	209
	% Nivel educativo	34,1	48,3	41,3	25	13,8	30,2	-
	% del Total	2,6	12,1	9,7	6,1	0,7	4,4	32,2
TOTAL	Frecuencia absoluta	48	154	150	162	42	92	648
	Sumatoria % Nivel educativo	109,1	104,7	108,8	112,4	144,8	107	-
	% del Total	7,4	23,8	23,1	25	6,5	14,2	100

p < 0,05, g.l.= 5

\* C A T E G O R Í A S

1. Reducción, pérdida y extinción de especies
2. Reducción y pérdida de la vida y/o del oxígeno
3. Ruptura de las cadenas y redes alimentarias
4. Escasez de recursos; pérdida de beneficios para el hombre y del avance de la ciencia
5. Causas que provocan la pérdida de la biodiversidad

**Tabla 24. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 7. ¿Qué consecuencias crees que conlleva la pérdida de la biodiversidad?**

**6. No sabe o No contesta**

Tabla 25. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 7. ¿Qué consecuencias crees que conlleva la pérdida de la biodiversidad.

* C A T E G O R Í A S		C E N T R O E D U C A T I V O						
		Grx. ESO	Alm.ESO	Alg.ESO	S.R. ESO	Jaén ESO	Lic. C.Amb.	Lic. Educ.
1	Frecuencia absoluta	27	17	4	4	45	15	22
	% Centro educativo	25,7	28,8	5,8	8,2	23,6	51,7	25,6
	% del Total	4,6	2,9	0,7	0,7	7,7	2,6	3,7
2	Frecuencia absoluta	34	7	3	5	40	2	18
	% Centro educativo	32,4	11,9	4,4	10,2	20,9	6,9	20,9
	% del Total	5,8	1,2	0,5	0,9	6,8	0,3	3,1
3	Frecuencia absoluta	17	10	0	4	19	14	20
	% Centro educativo	16,2	16,9	0	8,2	9,9	48,3	23,3
	% del Total	2,9	1,7	0	0,7	3,2	2,4	3,4
4	Frecuencia absoluta	19	4	3	3	14	7	2
	% Centro educativo	18,1	6,8	4,4	6,1	7,3	24,1	2,3
	% del Total	3,2	0,7	0,5	0,5	2,4	1,2	0,3
5	Frecuencia absoluta	7	8	7	1	33	0	4
	% Centro educativo	6,7	13,6	10,2	2	17,3	0	4,7
	% del Total	1,2	1,4	1,2	0,2	5,6	0	0,7
6	Frecuencia absoluta	14	21	51	32	61	4	26
	% Centro educativo	13,3	35,6	75	65,3	31,9	13,8	30,2
	% del Total	2,4	3,6	8,7	5,4	10,4	0,7	4,4
TOTAL	Frecuencia absoluta	118	67	68	49	212	42	92
	Sumatoria % Centro educativo	117,4	113,6	100	100	110,9	144,8	107
	% del Total	18,2	10,3	10,5	7,6	32,7	6,5	14,2

p < 0,05, g.l.= 6

\* C A T E G O R Í A S

1. Reducción, pérdida y extinción de especies
2. Reducción y pérdida de la vida y/o del oxígeno
3. Ruptura de las cadenas y redes alimentarias
4. Escasez de recursos; pérdida de beneficios para el hombre y del avance de la ciencia

**Tabla 25. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 7. ¿Qué consecuencias crees que conlleva la pérdida de la biodiversidad.**

<b>TOTAL</b>
134
-
20,7
109
-
16,8
84
-
13
52
-
8
60
-
9,3
209
-
32,2
648
-
100



**Tabla 25. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 7. ¿Qué consecuencias crees que conlleva la pérdida de la biodiversidad.**

**5. Causas que provocan la pérdida de la biodiversidad**

**6. No sabe o No contesta**

**Ítem 8. ¿Cuántas especies de seres vivos se conocen actualmente?**

Con base en las respuestas de los estudiantes, se formaron las categorías que caracterizan este ítem. De acuerdo con la tabla 26, la categoría: mención de los cinco reinos taxonómicos o dan ejemplos de organismos se estableció debido a que el estudiante al responder dicho ítem, señalaba como respuesta los cinco reinos taxonómicos o alguno de ellos, también se daba la situación de que citaran algún nombre común de animales, plantas o bacterias.

En otra respuesta se indicaba de forma cualitativa: muchas, muchísimas, bastantes o demasiadas especies; “las especies son infinitas”, “las especies nunca son exactas”. Aquellos alumnos que sí comprendían la pregunta sólo se limitaban a contestar cifras, al parecer aleatoriamente, las cuales abarcaban unidades (8, 10, 12), decenas (20, 50), centenas (100, 150, 200, 250, 300), millares (2 mil, 5 mil), millones (1 millón, 2 millones, 8, 10, 15, e inclusive hasta 25 millones). Como se puede apreciar, estas cantidades o son muy pequeñas o se encuentran bastante alejadas de la realidad.

Por consiguiente, este ítem es difícil de contestar por el estudiantado. La gran mayoría responde de forma cualitativa y otros dan cifras un poco extravagantes. La categoría: no sabe o no contesta es la segunda más citada, excepto para tercero de ESO, mientras que el resto entiende mal la pregunta, contestando los diferentes reinos taxonómicos que existen, o bien, nombran algunos seres vivos (Tabla 26).

La única diferencia estadísticamente significativa encontrada en este ítem es la referente al nivel educativo tercero de secundaria con educación.

Al igual que por niveles, en los centros educativos ocurre la misma situación, los alumnos ofrecen como respuesta a este ítem datos cuantitativos, aunque no exactos, y en segundo término indican que no saben, o bien, no contesta. Aunque para el centro de Jaén y de Granada secundaria la primera categoría establecida fue la segunda más nombrada por ellos (Tabla 27).

Las diferencias significativamente estadísticas las presenta Jaén respecto con Almería secundaria y con educación.

Tabla 26. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 8. ¿Cuántas especies de seres vivos se conocen actualmente?

* C A T E G O R Í A S		N I V E L E D U C A T I V O						TOTAL
		1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO	2º C. Amb.	1º Educ.	
1	Frecuencia absoluta	5	34	36	31	2	11	119
	% Nivel educativo	11,4	23,1	26,1	21,5	6,9	12,8	-
	% del Total	0,9	5,8	6,1	5,3	0,3	1,9	20,2
2	Frecuencia absoluta	32	83	74	81	17	42	329
	% Nivel educativo	72,7	56,5	53,6	56,3	58,6	48,8	-
	% del Total	5,4	14,1	12,6	13,8	2,9	7,1	56
3	Frecuencia absoluta	7	30	28	32	10	33	140
	% Nivel educativo	15,9	20,4	20,3	22,2	34,5	38,4	-
	% del Total	1,2	5,1	4,8	5,4	1,7	5,6	23,8
TOTAL	Frecuencia absoluta	44	147	138	144	29	86	588
	Sumatoria % Nivel educativo	100	100	100	100	100	100	-
	% del Total	7,5	25	23,5	24,5	4,9	14,6	100

p < 0.05, g.l.= 5

\* C A T E G O R Í A S

1. Mencionan los cinco reinos taxonómicos o dan ejemplos de organismos
2. Muchísimos/Desde unidades hasta billones/Infinitas-no son exactas
3. No sabe o No contesta

Tabla 27. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 8. ¿Cuántas especies de seres vivos se conocen actualmente?

* C A T E G O R Í A S	C E N T R O E D U C A T I V O							TOTAL	
	Grx. ESO	Alm.ESO	Alg.ESO	S.R. ESO	Jaén ESO	Lic. C.Amb.	Lic. Educ.		
1	Frecuencia absoluta	12	7	20	7	60	2	11	119
	% Centro educativo	11,5	11,9	29	14,3	31,4	6,9	12,8	-
	% del Total	2	1,2	3,4	1,2	10,2	0,3	1,9	20,2
2	Frecuencia absoluta	83	31	26	32	98	17	42	329
	% Centro educativo	79	52,5	37,7	65,3	51,3	58,6	48,8	-
	% del Total	14,1	5,3	4,4	5,4	16,7	2,9	7,1	56
3	Frecuencia absoluta	10	21	23	10	33	10	33	140
	% Centro educativo	9,5	35,6	33,3	20,4	17,3	34,5	38,4	-
	% del Total	1,7	3,6	3,9	1,7	5,6	1,7	5,6	23,8
TOTAL	Frecuencia absoluta	105	59	69	49	191	29	86	588
	Sumatoria % Centro educativo	100	100	100	100	100	100	100	-
	% del Total	17,9	10	11,7	8,3	32,5	4,9	14,6	100

p < 0.05, g.l.= 6

\* C A T E G O R Í A S

1. Mencionan los cinco reinos taxonómicos o dan ejemplos de organismos
2. Muchísimos/Desde unidades hasta billones/Infinitas-no son exactas
3. No sabe o No contesta

***Ítem 9 ¿Cuál es el país de la Unión Europea que presenta la mayor diversidad biológica?***

Como se aprecia en la tabla 28, la realización de categorías para este ítem no tuvo mayor problema, ya que contestaban España, o cualquier otro país de los siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Francia, Grecia, Holanda, Inglaterra, Italia, Noruega o Suiza.

Los resultados obtenidos indicaron que todos los grupos de alumnos investigados mencionan a España (categoría uno), siguiendo en orden, la categoría tres: no sabe o no contesta. Estas dos categorías presentan una pequeña diferencia (de 2.9) de porcentajes estimados para el nivel educativo correspondiente a tercero de secundaria (Tabla 28). Asimismo de todos los alumnos estudiados sólo en ciencias ambientales no se considera en ningún momento a otros países (categoría dos).

Por centros educativos se observa la misma situación que por niveles, todos, excepto Algeciras que no sabe contestar a este ítem, indican a España como el país de la Unión Europea que presenta la mayor diversidad biológica (Tabla 29).

Estadísticamente las diferencias significativas se encuentran precisamente en Algeciras con respecto al resto de los centros.

***Ítem 10. Enumera los factores que hacen de ese país ser el más diverso.***

Las categorías que integran este ítem se establecieron, de acuerdo con las ideas alternativas que presentan los estudiantes. Para ellos, una razón es la situación o posición geográfica, ya que España está entre dos continentes: Europa y África; para otros es la variedad climática o paisajística o el que haya muchos climas diferentes y ecosistemas distintos. También contestan: porque en ese país hay mucha agua o muchos alimentos, porque tiene espacios protegidos, porque hay sierras, por el clima y temperatura, éstos dos últimos sin aclarar. Otras respuestas son porque no existe mucha contaminación y urbanización, o simplemente porque en las postales el paisaje es muy bonito.

En base con todas estas categorías establecidas, primero y cuarto de secundaria consideran que las causas son los factores bióticos y abióticos, tales como el clima, la temperatura, el que haya mucha agua, el que existan espacios naturales inmersos de bosques y sierras y el hecho de que vivan en ese país muchos animales; mientras que segundo y tercero de secundaria y primero de educación señalan después de no sabe o no contesta, esta misma categoría (Tabla 30).

Solamente en ciencias ambientales (el 62.1 %) y en cuarto de ESO (el 26.4 %) indican, en primer y segundo término respectivamente, que uno de los factores se debe a la variedad climática y paisajística, tal y como es correcto.

La situación geográfica que presenta España, cuya categoría es una de las dos correctas, es de las cinco categorías establecidas la menos considerada por el alumnado en general, excepto por los estudiantes de ciencias ambientales, quienes la citan en segundo lugar (24.1%).

Tabla 28. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 9. ¿Cuál es el país de la Unión Europea que presenta mayor diversidad biológica?

* C A T E G O R Í A S	N I V E L E D U C A T I V O						TOTAL
	1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO	2º Cc. Amb.	1º Educ.	
<b>1</b> Frecuencia absoluta	18	71	69	81	23	46	308
% Nivel educativo	40,9	48,3	50	56,3	79,3	53,5	-
% del Total	3,1	12,1	11,7	13,8	3,9	7,8	52,4
<b>2</b> Frecuencia absoluta	12	18	4	4	0	6	44
% Nivel educativo	27,3	12,2	2,9	2,8	0	7	-
% del Total	2	3,1	0,7	0,7	0	1	7,5
<b>3</b> Frecuencia absoluta	14	58	65	59	6	34	236
% Nivel educativo	31,8	39,5	47,1	41	20,7	39,5	-
% del Total	2,4	9,9	11,1	10	1	5,8	40,1
<b>TOTAL</b> Frecuencia absoluta	44	147	138	144	29	86	588
Sumatoria % Nivel educativo	100	100	100	100	100	100	-
% del Total	7,5	25	23,5	24,5	4,9	14,6	100

$p < 0,05$ ,  $g.l. = 5$

\* C A T E G O R Í A S

1. España
2. Otros \*\*\*
3. No sabe o No contesta

\*\*\* Otros: Alemania, Austria, Bélgica, Francia, Grecia, Holanda, Inglaterra, Italia, Noruega, Suiza

Tabla 29. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 9. ¿Cuál es el país de la Unión Europea que presenta mayor diversidad biológica?

* C A T E G O R Í A S		C E N T R O E D U C A T I V O						
		Grx. ESO	Alm.ESO	Alg.ESO	S.R. ESO	Jaén ESO	Lic. C.Amb.	Lic. Educ.
1	Frecuencia absoluta	55	39	14	24	107	23	46
	% Centro educativo	52,4	66,1	20,3	49	56	79,3	53,5
	% del Total	9,4	6,6	2,4	4,1	18,2	3,9	7,8
2	Frecuencia absoluta	23	3	4	3	5	0	6
	% Centro educativo	21,9	5,1	5,8	6,1	2,6	0	7
	% del Total	3,9	0,5	0,7	0,5	0,9	0	1
3	Frecuencia absoluta	27	17	51	22	79	6	34
	% Centro educativo	25,7	28,8	73,9	44,9	41,4	20,7	39,5
	% del Total	4,6	2,9	8,7	3,7	13,4	1	5,8
TOTAL	Frecuencia absoluta	105	59	69	49	191	29	86
	Sumatoria % Centro educativo	100	100	100	100	100	100	100
	% del Total	17,9	10	11,7	8,3	32,5	4,9	14,6

p < 0.05, g.l.= 6

\* C A T E G O R Í A S

1. España
2. Otros \*\*\*
3. No sabe o No contesta

\*\*\* Otros: Alemania, Austria, Bélgica, Francia, Grecia, Holanda, Inglaterra, Italia, Noruega, Suiza

Tabla 29. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 9. ¿Cuál es el país de la Unión Europea que presenta mayor diversidad biológica?

<b>TOTAL</b>
308
-
52,4
44
-
7,5
236
-
40,1
588
-
100

Además es curioso observar que la mayoría de los alumnos que contestaron en la pregunta anterior que España es el país de la UE con mayor biodiversidad no conozcan los factores por los cuales, lo es. De igual manera puede sorprendernos como los estudiantes que no contestaron al ítem nueve, lo hacen en el ítem diez.

En relación con las respuestas del alumnado de ciencias ambientales es preciso recalcar que cinco alumnos hayan contestado que una de estas causas es la tardía industrialización de España, dicha respuesta es correcta, aunque no se haya considerado dentro de la formación de categorías.

Las diferencias estadísticamente significativas detectadas corresponden a ciencias ambientales respecto con el resto de los niveles educativos y a cuarto de eso con primero, segundo y tercero de secundaria.

En lo que respecta a los centros educativos en la tabla 31, se señalan como los factores que hacen de ese país de la UE el más biodiverso son, en general, los factores bióticos y abióticos. Sin embargo, al examinar cada uno de estos centros, encontramos que Algeciras, San Roque, Jaén y educación no saben contestar a esta pregunta, mientras que ciencias ambientales responde mayoritariamente que es la variedad climática y paisajística y en segundo termino la situación geográfica por la que atraviesa ese país, en este caso, España. Para Almería secundaria el segundo porcentaje con mayor frecuencia de respuestas fue la categoría dos.

Por consiguiente, las diferencias estadísticamente significativas se aprecian entre ciencias ambientales respecto con el resto de los centros educativos.

Tabla 30. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por nivel educativo para el ítem 10. Enumera los factores que hacen de ese país ser el más diverso.

* C A T E G O R Í A S		N I V E L E D U C A T I V O					TOTAL	
		1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO	2º C. Amb.		1º Educ.
1	Frecuencia absoluta	0	5	2	9	7	2	25
	% Nivel educativo	0	3,4	1,4	6,3	24,1	2,3	-
	% del Total	0	0,9	0,3	1,5	1,2	0,3	3,8
2	Frecuencia absoluta	2	10	11	38	18	18	97
	% Nivel educativo	4,5	6,8	8	26,4	62,1	20,9	-
	% del Total	0,3	1,7	1,9	6,5	3,1	3,1	14,7
3	Frecuencia absoluta	19	66	52	72	5	33	247
	% Nivel educativo	43,2	44,9	37,7	50	17,2	38,4	-
	% del Total	3,2	11,2	8,8	12,2	0,9	5,6	37,5
4	Frecuencia absoluta	8	6	7	20	5	1	47
	% Nivel educativo	18,2	4,1	5,1	13,9	17,2	1,2	-
	% del Total	1,4	1	1,2	3,4	0,9	0,2	7,2
5	Frecuencia absoluta	18	67	77	37	5	38	242
	% Nivel educativo	40,9	45,6	55,8	25,7	17,2	44,2	-
	% del Total	3,1	11,4	13,1	6,3	0,9	6,5	36,8
TOTAL	Frecuencia absoluta	47	154	149	176	40	92	658
	Sumatoria % Nivel educativo	106,8	104,8	108	122,3	137,8	107	-
	% del Total	7,1	23,4	22,7	26,8	6	14	100

p < 0.05, g.l.= 5

\* C A T E G O R Í A S

1. Situación geográfica
2. Variedad climática y paisajística
3. Factores bióticos y abióticos
4. Factores antropomórficos
5. No sabe o No contesta

Tabla 31. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 10. Enumera los factores que hacen de ese país ser el más diverso.

* C A T E G O R Í A S		C E N T R O E D U C A T I V O						
		Grx. ESO	Alm.ESO	Alg.ESO	S.R. ESO	Jaén ESO	Lic. C.Amb.	Lic. Educ.
1	Frecuencia absoluta	1	5	0	2	8	7	2
	% Centro educativo	1	8,5	0	4,1	4,2	24,1	2,3
	% del Total	0,2	0,9	0	0,3	1,4	1,2	0,3
2	Frecuencia absoluta	14	15	1	9	22	18	18
	% Centro educativo	13,3	25,4	1,4	18,4	11,5	62,1	20,9
	% del Total	2,4	2,6	0,2	1,5	3,7	3,1	3,1
3	Frecuencia absoluta	74	33	5	14	83	5	33
	% Centro educativo	70,5	55,9	7,2	28,6	43,5	17,2	38,4
	% del Total	12,6	5,6	0,9	2,4	14,1	0,9	5,6
4	Frecuencia absoluta	21	3	4	1	12	5	1
	% Centro educativo	20	5,1	5,8	2	6,3	17,2	1,2
	% del Total	3,6	0,5	0,7	0,2	2	0,9	0,2
5	Frecuencia absoluta	11	12	60	30	86	5	38
	% Centro educativo	10,5	20,3	87	61,2	45	17,2	44,2
	% del Total	1,9	2	10,2	5,1	14,6	0,9	6,5
TOTAL	Frecuencia absoluta	121	68	70	56	211	40	92
	Sumatoria % Centro educativo	115,3	115,2	101,4	114,3	110,5	137,8	107
	% del Total	18,4	10,3	10,7	8,5	32,1	6	14

p < 0.05, g.l.= 6

\* C A T E G O R Í A S

1. Situación geográfica
2. Variedad climática y paisajística
3. Factores bióticos y abióticos
4. Factores antropomórficos
5. No sabe o No contesta

**Tabla 31. Frecuencia absoluta y porcentaje de las respuestas de los alumnos por centro educativo para el ítem 10. Enumera los factores que hacen de ese país ser el más diverso.**

<b>TOTAL</b>
25
-
3,8
97
-
14,7
247
-
37,5
47
-
7,2
242
-
36,8
658
-
100

### **IV. 3. Estudio de aula**

#### *IV.3.1. Test de asociación de palabras*

De los seis valores de la media obtenidos del coeficiente de relación, provenientes de la relación entre las palabras clave: ecología, biodiversidad, contaminación y ecosistema (Tablas 32, 33, 34 y 35) se obtuvo una media general de dicho coeficiente, denominada: *r*.

Los valores iniciales de *r* tanto para el grupo control como para el grupo experimental son muy similares (0.113 y 0.106, respectivamente) lo que indica que ambos grupos parten de iguales condiciones respecto al tema de ecología y problemas ambientales.

En la segunda prueba suministrada a las alumnas se observa en las tablas 34 y 35 una diferencia entre el valor de *r* para el grupo experimental respecto al valor del grupo control (0.120 y 0.162, respectivamente), aunque tal diferencia no es estadísticamente significativa.

De los resultados obtenidos del coeficiente de correlación de palabras del grupo control y del grupo experimental y tras aplicar el primer test, se aprecia que en ambos grupos de estudio las palabras ecología y ecosistema son las que presentan mayor relación, con un valor de media de 0.279 y 0.225, respectivamente, seguido de ecosistema y biodiversidad con un valor de media de 0.145 y 0.135, respectivamente (Tabla 32 y 33).

Los resultados de la segunda aplicación del test de asociación de palabras reflejan la misma situación anterior, con la excepción de que el valor de la media entre la relación de las palabras ecología y biodiversidad para ambos grupos de estudio es más alta que en el primer test (0.390 y 0.411, respectivamente), mientras que las siguientes dos palabras más relacionadas son, para el grupo control, ecología y biodiversidad, no así para el grupo experimental que son ecosistema y contaminación (Tabla 34 y 35).

**Tablas 32 y 33. Media del coeficiente de relación de palabras del total de las alumnas pertenecientes al grupo control y grupo experimental antes de tratar el tema de Ecología y problemas ambientales.**

*Grupo Control (r = 0.113)*

	2	3	4
1	0.095	0.085	0.279
2		0.030	0.145
3			0.048

*Grupo Experimental (r = 0.106)*

	2	3	4
1	0.080	0.128	0.225
2		0.024	0.135
3			0.044

Palabras estímulo: 1. Ecología, 2. Biodiversidad, 3. Contaminación, 4. Ecosistema.

**Tablas 34 y 35. Media del coeficiente de relación de palabras del total de las alumnas pertenecientes al grupo control y grupo experimental después de tratar el tema de Ecología y problemas ambientales.**

*Grupo Control (r = 0.120)*

	2	3	4
1	0.117	0.057	0.390
2		0.003	0.116
3			0.038

*Grupo Experimental (r = 0.162)*

	2	3	4
1	0.203	0.081	0.411
2		0.009	0.250
3			0.019

Palabras estímulo: 1. Ecología, 2. Biodiversidad, 3. Contaminación, 4. Ecosistema.

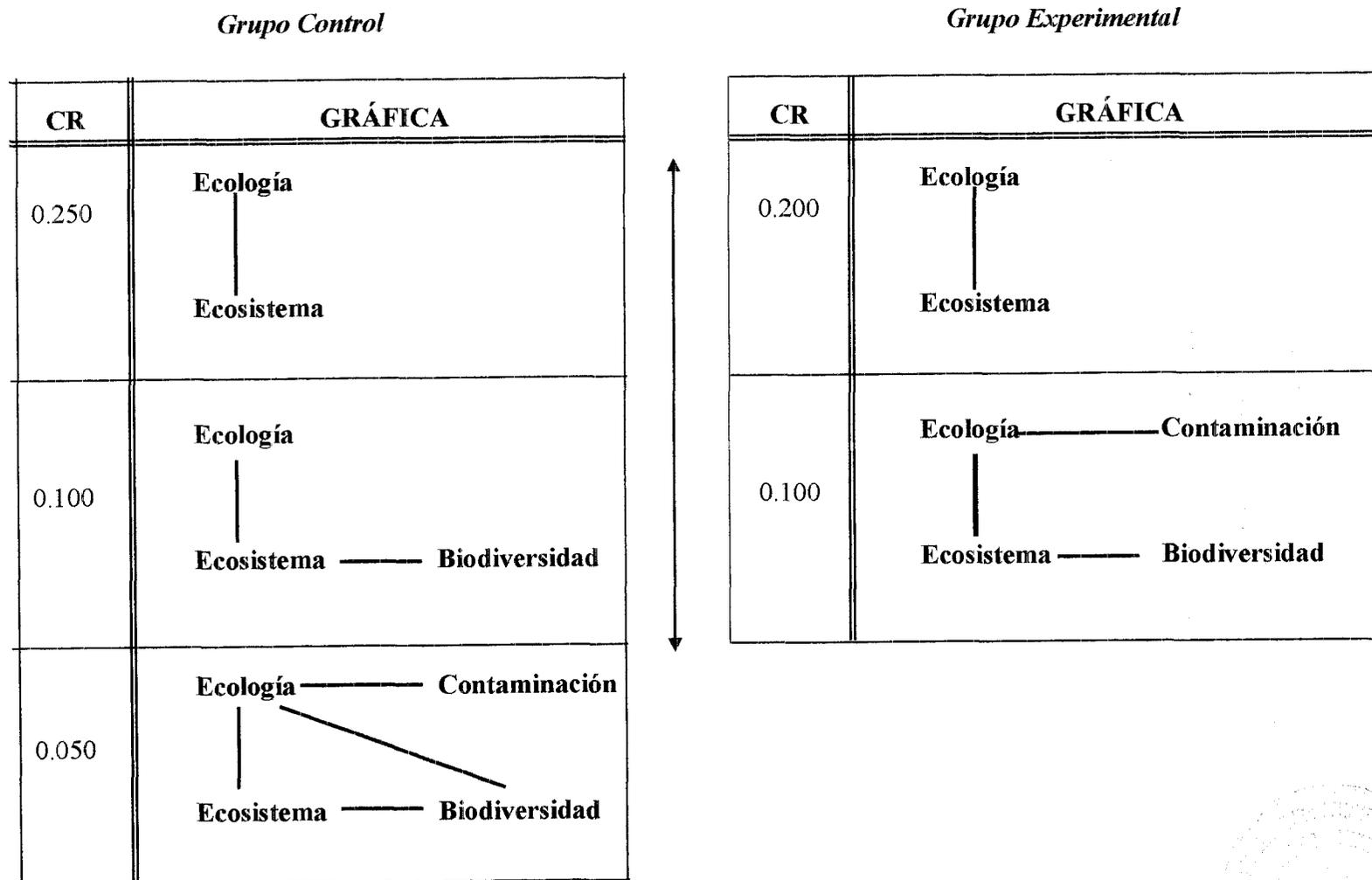
En las figuras 4 y 5 se indican para cada uno de los dos test aplicados los intervalos del valor de la media del coeficiente de relación que muestra la estructura cognitiva presente en las alumnas del grupo control y grupo experimental.

De la figura 4 se desprende cómo el grupo control relaciona las cuatro palabras clave en un intervalo inferior a un valor de media de 0.050, relacionando únicamente las palabras ecología y ecosistema, ecología y biodiversidad, ecología y contaminación y ecosistema con biodiversidad; mientras que el grupo experimental relaciona las cuatro en un intervalo menor a 0.100, siendo ecología y ecosistema, ecología y contaminación y ecosistema y biodiversidad.

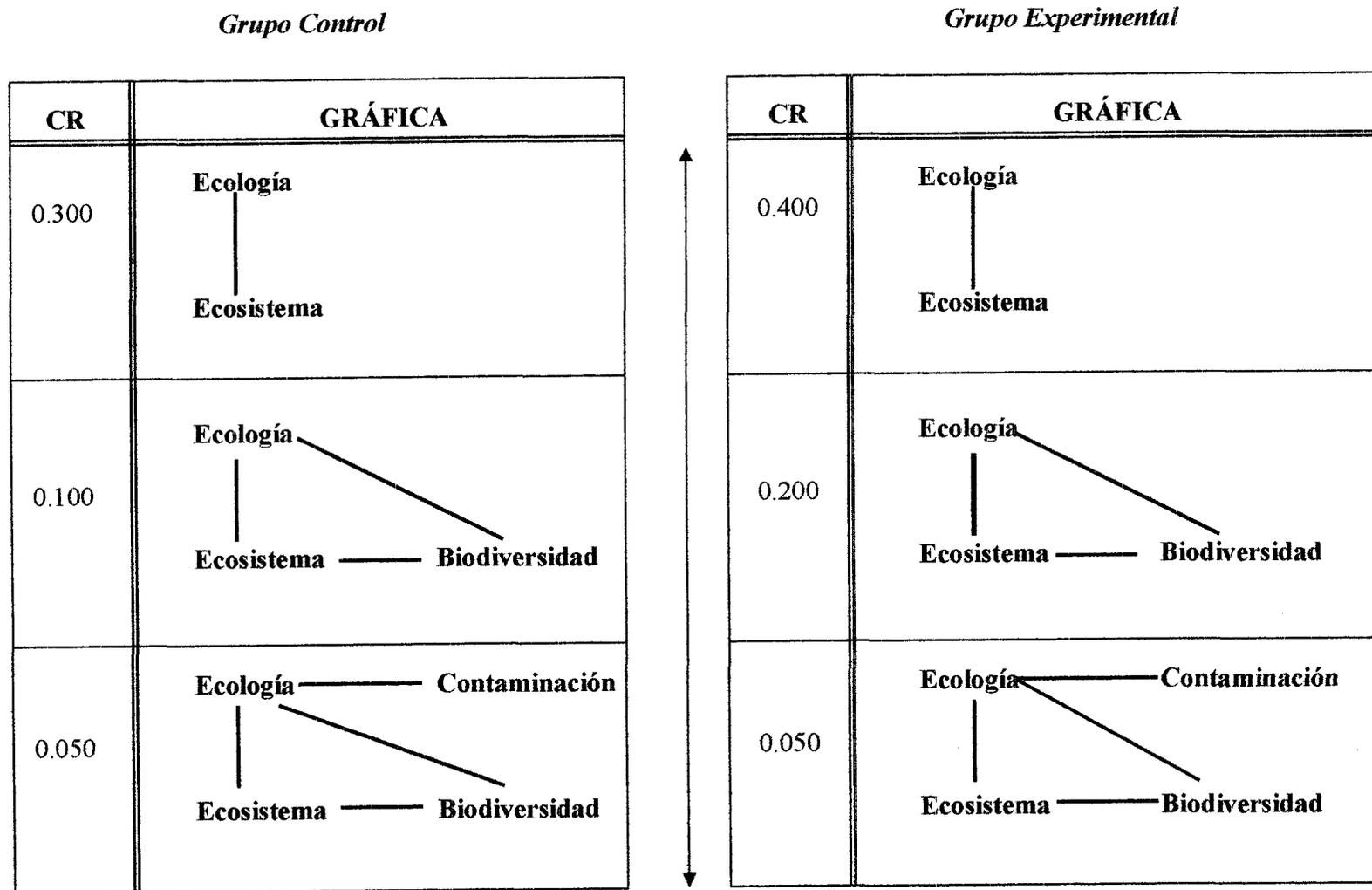
Posteriormente en el segundo test, tras haber concluido el proceso de enseñanza-aprendizaje, la única diferencia que se observa en los resultados pertenecientes al grupo control es la correlación de las palabras ecología y biodiversidad, en un intervalo menor al valor de media de 0.100, cuya relación inicialmente no existía (Figura 5).

Para el grupo experimental se detectan más diferencias, entre ellas se encuentran las siguientes: el intervalo de la media en que relacionan las cuatro palabras disminuye a un valor menor de 0.050, aunque al mismo tiempo se aprecia la relación entre las palabras ecología y biodiversidad, relación que inicialmente no había y por último el intervalo en el que se relacionan las palabras ecología y ecosistema sufre un considerable aumento, de un valor de 0.200 a un valor de 0.400.

Tras someter a un análisis estadístico el valor obtenido de la media del coeficiente de relación de palabras del grupo control y del grupo experimental, así como de cada grupo de rendimiento escolar (alto, medio y bajo) se detectó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre cada uno de los grupos mencionados. Es por ello, que en las tablas y figuras sólo se trabaja con el valor total obtenido para cada uno de los dos grupos de estudio y para los dos test de asociación de palabras aplicados, no mostrándose en ningún momento gráficos referentes al tipo de rendimiento escolar.



**Figura 4.** Intervalos del valor de la media del CR que muestra la estructura cognitiva presente en las estudiantes del grupo control (n=29) y del grupo experimental (n=49) antes de tratar el tema de Ecología y problemas ambientales.



**Figura 5.** Intervalos del valor de la media del CR que muestra la estructura cognitiva presente en las estudiantes del grupo control (n=27) y del grupo experimental (n=48) después de tratar el tema de Ecología y problemas ambientales.

No obstante, a pesar de que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas es importante, a nuestro parecer, señalar diversas cuestiones que enriquecen los resultados revelados. En primer lugar apreciar que el valor de  $r$  para el grupo experimental se incrementó de forma más notable que el grupo control.

El número de palabras diferentes que mencionaron el grupo control para cada palabra clave, tras aplicarles el test de asociación de palabras, antes y después del proceso de enseñanza- aprendizaje del tema ecología y problemas ambientales, varía un poco en lo que respecta a la palabra ecología, que de 37 respuestas dadas al inicio bajó a 32. Las palabras contaminación y ecosistema sufrieron un descenso considerable especialmente la palabra contaminación, quien de 52 respuestas otorgadas en la primera prueba se redujo a 32 palabras, mientras que ecosistema disminuyó diez términos. A su vez la palabra biodiversidad aumento sólo tres términos respecto al número inicial (Tabla 36).

Por su parte, el grupo experimental mostró un pequeño aumento en las palabras ecología y biodiversidad, que de 58 y 52 palabras inicialmente mencionadas, respectivamente, ascendieron en dos y ocho términos, mientras que la palabra ecosistema descendió solo un término. El número de palabras relacionadas que mencionó el grupo para el término de contaminación disminuyó notablemente (12 palabras) tras aplicar por segunda vez el test de asociación de palabras (Tabla 37).

Del número total de respuestas que citaron los grupos control y experimental para cada palabra clave, antes y después del proceso de enseñanza – aprendizaje, se muestran en las tablas 38 y 39 las primeras seis palabras estímulo mencionadas con mayor frecuencia junto con su respectivo porcentaje.

De 29 alumnas pertenecientes al grupo control, que realizaron el test de asociación de palabras antes del proceso de enseñanza- aprendizaje, se observa que para la palabra ecología, el 79.3 % contestan medio ambiente; el 41.3 % naturaleza; el 27.5 % ecosistema; el 24.1 % seres vivos; mientras que las palabras vida, animales, plantas, especies y ciencia las señalan en un 17.2 %.

**Tabla 36. Total del número de respuestas diferentes obtenidas por el grupo control para cada palabra estímulo tras aplicar el test de asociación de palabras antes y después del proceso de enseñanza - aprendizaje del tema ecología y problemas ambientales.**

Palabras clave	Total de respuestas diferentes	
	Antes (n= 29)	Después (n= 27)
Ecología	37	32
Biodiversidad	31	34
Contaminación	52	32
Ecosistema	41	31
<b>Total de palabras</b>	<b>161</b>	<b>129</b>

*n= número de alumnas que respondieron al WAT.*

**Tabla 37. Total del número de respuestas diferentes obtenidas por el grupo experimental para cada palabra estímulo tras aplicar el test de asociación de palabras antes y después del proceso de enseñanza - aprendizaje del tema ecología y problemas ambientales.**

Palabras clave	Total de respuestas diferentes	
	Antes (n=49)	Después (n=48)
Ecología	58	60
Biodiversidad	52	60
Contaminación	76	64
Ecosistema	53	52
<b>Total de palabras</b>	<b>239</b>	<b>236</b>

*n= número de alumnas que respondieron al WAT.*

**Tabla 38. Respuestas y porcentajes de las seis palabras contestadas con mayor frecuencia en el test de asociación de palabras por el grupo control, antes y después de tratar el tema de ecología y problemas ambientales.**

Palabra clave	Antes (n=29)		Después (n=27)	
	Respuestas	(%)	Respuestas	(%)
Ecología	Medio ambiente	79.3	Ecosistema	66.6
	Naturaleza	41.3	Biotopo	48.1
	Ecosistema	27.5	Medio ambiente	33.3
	Seres vivos	24.1	Biodiversidad	25.9
	Vida	17.2	Biocenosis	25.9
	Animales	17.2	Ciencia	25.9
	Plantas	17.2		
	Especies	17.2		
	Ciencia	17.2		
Biodiversidad	Especies	62	Especies	55.5
	Animales	41.3	Variedad	44.4
	Variedad	34.4	Vida	22.2
	Seres vivos	27.5	Plantas	22.2
	Plantas	17.2	Animales	18.5
	Razas	17.2	Población	14.8
	Vida	17.2	Comunidad	14.8
Contaminación	Capa de ozono	51.7	Atmósfera	55.5
	Gases	41.3	Basura	51.8
	Atmósfera	31	CO <sub>2</sub>	44.4
	Basura	31	Capa de ozono	44.4
	Polución	27.5	Agua	33.3
	Medio ambiente	24.1	Suelo	29.6
Ecosistema	Ecología	37.9	Biotopo	51.8
	Medio ambiente	31	Biocenosis	29.6
	Especies	31	Especies	25.9
	Seres vivos	24.1	Ecología	25.9
	Animales	20.6	Hábitat	22.2
	Tierra	17.24	Medio ambiente	22.2
	Cadena alimenticia	17.24	Población	22.2

**Tabla 39. Respuestas y porcentajes de las seis palabras contestadas con mayor frecuencia en el test de asociación de palabras por el grupo experimental, antes y después de tratar el tema de ecología y problemas ambientales.**

Palabra clave	Antes (n=49)		Después (n=48)	
	Respuestas	(%)	Respuestas	(%)
Ecología	Medio ambiente	59.1	Ecosistema	75
	Reciclaje	46.9	Biotopo	50
	Naturaleza	42.8	Población	29.1
	Contaminación	30.6	Contaminación	29.1
	Ecosistema	24.4	Comunidad	27
	Seres vivos	14.2	Biocenosis	25
Biodiversidad	Especies	48.9	Especies	75
	Seres vivos	46.9	Ecosistemas	43.7
	Animales	34.6	Extinción	39.5
	Vida	30.6	Seres vivos	29.1
	Plantas	26.5	Vida	27
	Variedad	22.4	Endemismos	20.8
			Clima	20.8
Contaminación	Gases tóxicos	42.8	Atmósfera	66.6
	Atmósfera	32.6	Agua	56.2
	Humo	26.5	Basura	35.4
	Basura	24.4	Residuos	31.2
	Muerte	22.4	Efecto invernadero	27
	Capa de ozono	20.4	Gases	22.9
Ecosistema	Seres vivos	36.7	Biotopo	56.2
	Ecología	22.4	Especies	43.7
	Vida	22.4	Comunidad	33.3
	Medio ambiente	22.4	Seres vivos	31.2
	Naturaleza	18.3	Población	29.1
	Animales	16.3	Biocenosis	29.1
	Plantas	16.3		

Para la palabra biodiversidad, el 62 % señaló en primer lugar al término especies; en segundo lugar con un 41.3 % animales; en tercer lugar y con un 34.4 % variedad; en cuarto lugar (27.5%) seres vivos, mientras que plantas, razas y vida figuran en la siguiente posición (17.2 %).

En cuanto a contaminación, el 51.7 % del grupo mencionan capa de ozono, siguiendo gases (41.3 %); atmósfera y basura (31 % para cada palabra); polución (27.5 %) y con un 24.1 % medio ambiente.

Para ecosistema las palabras más frecuentes fueron, en primer instancia ecología (37.9 %); seguida de medio ambiente y especies con un 31 % cada una; seres vivos (24.1 %); animales (20.6 %) y el planeta Tierra y cadena alimentaria con un 17.24 % cada una.

Tras haber aplicado por segunda ocasión el test de asociación de palabras se detectó que para la palabra clave ecología, palabras estímulo como ecosistema, medio ambiente y ciencia siguen permaneciendo entre las seis primeras palabras mencionadas con mayor frecuencia, mientras que otras palabras estímulo como biotopo, biodiversidad y biocensosís hacen su aparición.

Caso similar ocurre con biodiversidad, cuyas palabras estímulo: especies, animales, variedad, plantas y vida continúan figurando entre las más señaladas aunque con diferente porcentaje, mientras que las palabras población y comunidad ocupan el resto de las palabras estímulo más nombradas.

Para la palabra clave contaminación, se aprecia que las palabras estímulo: gases, polución y medio ambiente se han omitido después de aplicar por segunda vez el test de asociación de palabras, cambiándose por CO<sub>2</sub>, agua y suelo.

A su vez, ecosistema también ha reflejado cambios importantes. Las palabras estímulo como seres vivos, animales, Tierra (planeta) y cadena alimentaria ya no aparecen

en la segunda prueba, sustituyéndose por las palabras biotopo, biocenosis, hábitat y población.

En lo que concierne al grupo experimental de 49 alumnas que contestaron al primer test de asociación de palabras, el 59.1 % responde en primer lugar medio ambiente, seguido de reciclaje (46.9 %), naturaleza (42.8 %), contaminación (30.6 %), ecosistema (24.4 %) y seres vivos (14.2 %).

Las seis palabras estímulo más citadas para la palabra clave biodiversidad fueron, en orden decreciente, especies (48.9 %), seres vivos (46.9 %), animales (34.6%), vida (30.6 %), plantas (26.5 %) y variedad (22.4 %).

Para la palabra contaminación el 42.8 % responde en primer instancia gases; el 32.6 % atmósfera; el 26.5 % humo; el 24.4 % basura; el 22.4 % muerte y el 20.4 % capa de ozono.

En cuanto a la palabra clave ecosistema, las palabras estímulo más nombradas son: seres vivos (36.7 %); ecología, vida, medio ambiente (22.4 % cada una); naturaleza (18.3 %) y animales y plantas con un 16.3 % cada una.

Los resultados extraídos del segundo test de asociación de palabras para este mismo grupo experimental, después de haber finalizado el proceso de enseñanza- aprendizaje, revelan que para la palabra clave ecología, los términos contaminación y ecosistema perduran aún - aunque no con el mismo porcentaje -, no así para el resto de las palabras indicadas en el primer test, las cuales han sido reemplazadas por biotopo, población, comunidad y biocenosis.

Respecto a la palabra clave biodiversidad se observa que las palabras estímulo: animales, plantas y variedad han sido omitidas sustituyéndose por las palabras: ecosistemas, extinción, endemismos y clima.

En cuanto a la palabra contaminación se observan pocos cambios, como son la desaparición de las palabras estímulo: humo y muerte, cuya omisión da lugar a la incursión de las palabras: residuos y efecto invernadero.

Finalmente, en ecosistema es en donde existen los cambios más notables, ya que la única palabra estímulo que se conserva es seres vivos, aunque con un porcentaje menor que en el primer test aplicado, mientras las palabras biotopo, especies, comunidad, población y biocenosis suplen a las iniciales.

***IV.3.2. Producciones de las alumnas: práctica de laboratorio, juego y problema ambiental.***

Práctica de laboratorio: Identificación de egagrópilas

La realización de dicha actividad permitió que el alumno reconociera que a través de una actividad tan sencilla como es la identificación de egagrópilas, en este caso de búho chico (*Asio otus*), se puede obtener información de la disponibilidad de alimento existente en el medio en que se desenvuelve el organismo, permitiendo de esta manera conocer la biodiversidad que coexiste con el búho chico en su ambiente, así como reconstruir las cadenas y/o redes alimentarias reales de dicho entorno.

En el grupo control realizaron la práctica 28 alumnas, constituyéndose siete grupos de cuatro miembros. Todos los grupos entregaron los huesos limpios y sobre el soporte de cartulina, tal como se les solicitó. Sólo cinco grupos presentaron la matriz de identificación en el plazo acordado.

En el grupo experimental los 12 grupos de trabajo entregaron los soportes de cartulina y únicamente un grupo presentó la matriz fuera del tiempo establecido

En la mayoría de los casos las estudiantes de ambos grupos solicitaron poder recuperar el material entregado.

Juegos de redes alimentarias

De acuerdo con los resultados obtenidos de la realización del juego de redes alimentarias encontramos que, en general, la esquematización de las redes es correcta.

En el aspecto puramente visual, de los doce grupos de trabajo formados sólo uno de ellos representaron la red de forma muy precisa, nueve apropiadamente y dos de manera muy elemental y simple.

No obstante, existen pequeñas diferencias en cuanto al tipo de esquematización. La mayoría de las estudiantes representan la red entre una forma lineal y un mapa conceptual (28 alumnas), mientras que 12 estudiantes lo esquematizan entre la forma lineal y un cuadro sinóptico y el resto (12 alumnas) de forma exclusivamente lineal (Figura 6). Cabe señalar que los integrantes de cada grupo de trabajo presentaron un patrón constante respecto a la forma de esquematizar la red, aunque una o dos alumnas - generalmente del grupo de rendimiento bajo -, dependiendo del grupo de trabajo se salían de dicho patrón.

De los 12 grupos de trabajo, cuatro (tres integrados por cuatro alumnas cada uno, y uno constituido por cinco estudiantes) presentaron ciertas deficiencias en torno a las flechas inmersas en las redes alimenticias que nos indican el sentido de la transferencia de energía. Tres equipos invirtieron totalmente la dirección de las flechas, mientras que en el equipo integrado por cinco alumnas, dos no consideraron en ningún momento las flechas, otras dos invirtieron dicho sentido de manera total y una de forma parcial.

Debido a que el juego de barajas o juego de cartas es un juego de azar no se obtuvieron los mismos resultados para cada grupo de trabajo ni para cada una de las cinco partidas de juego que efectuaron los equipos. Por lo tanto, la realización de cada una de las redes es diferente, dependiendo de cada una de las acciones humanas consideradas (caza, pesca o contaminación) que influyen, entre otros factores, en el tamaño de las cadenas alimenticias y la ocurrencia de los organismos.

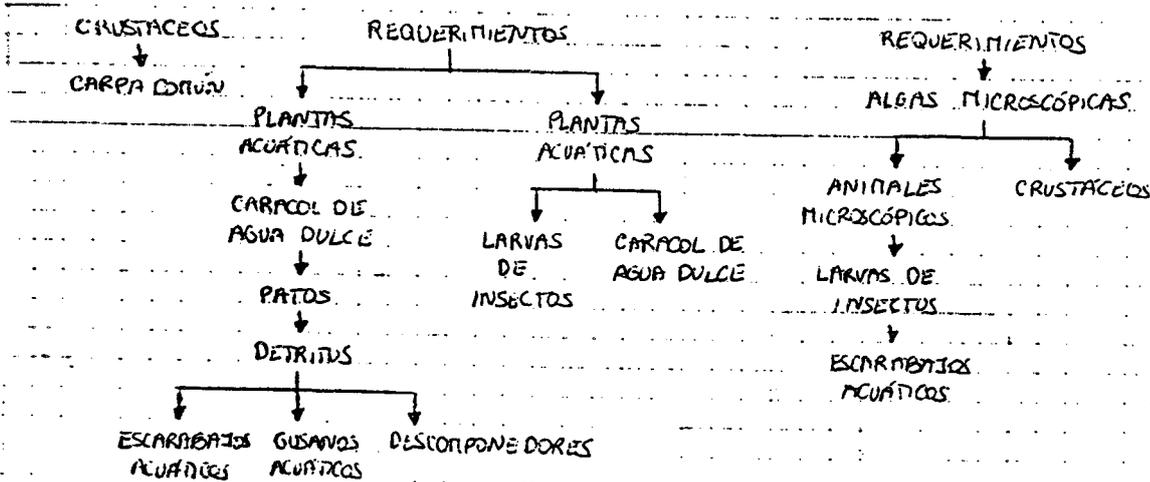
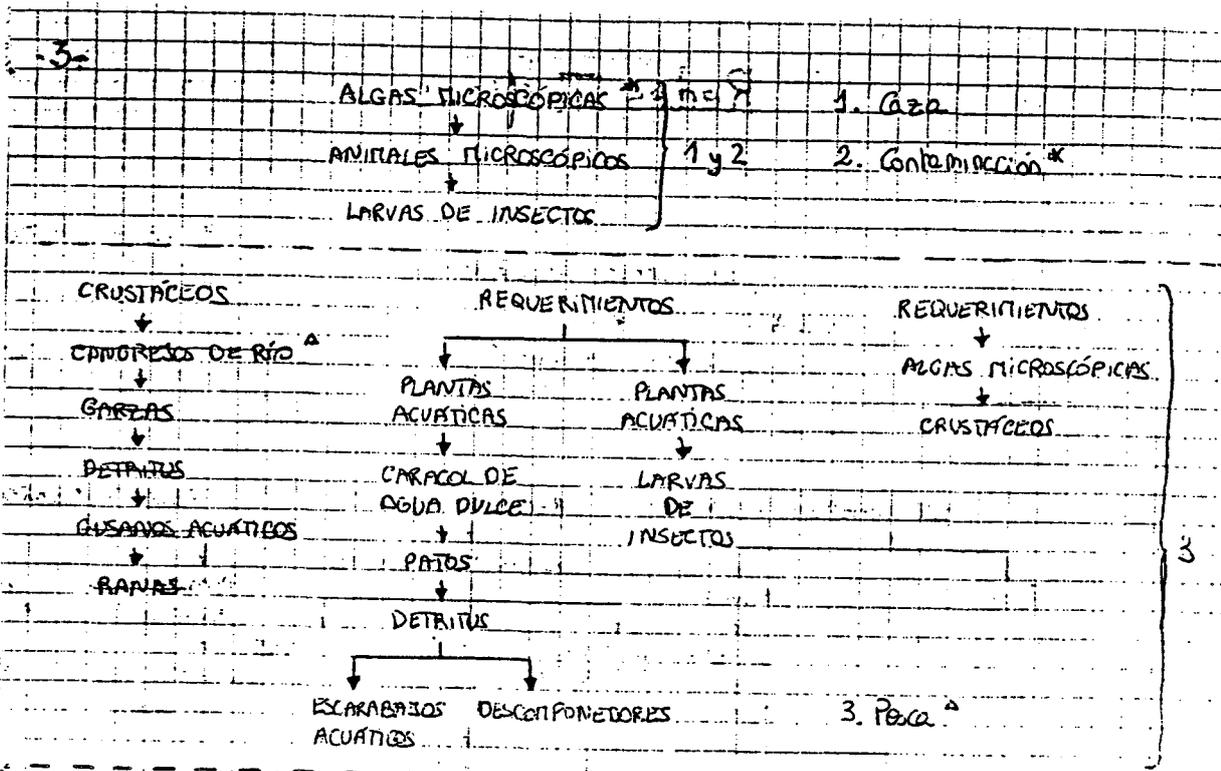
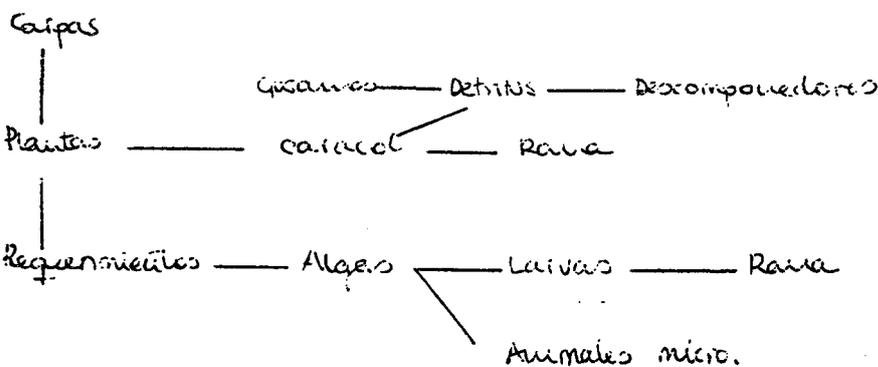
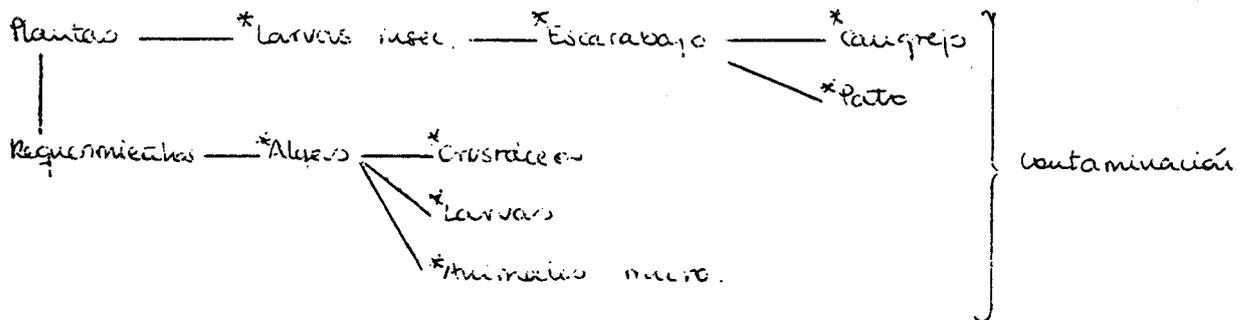
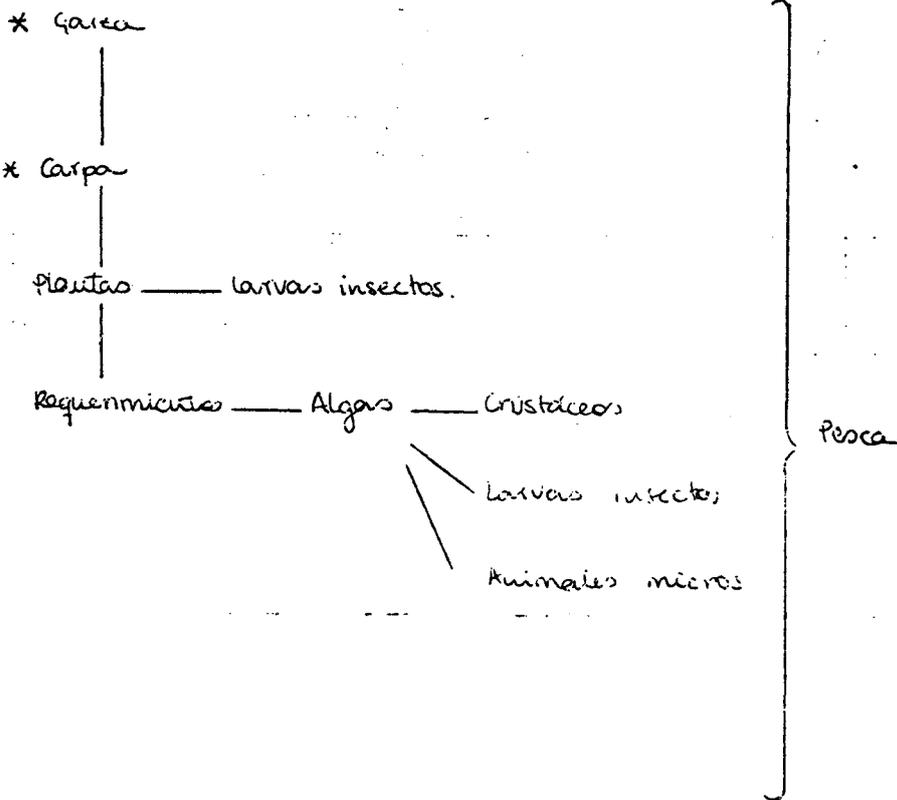
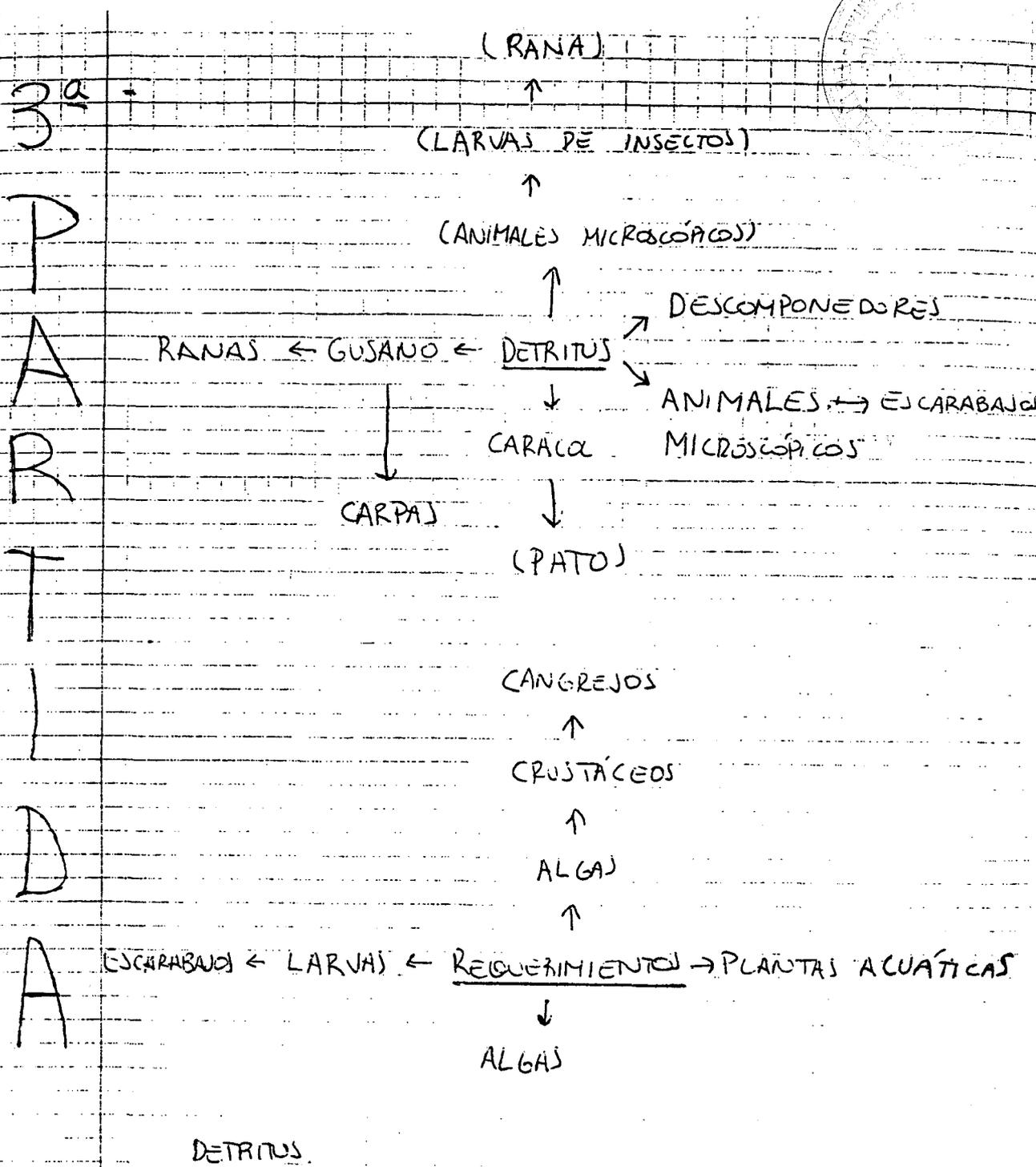


Figura 6. Esquematisaciones de las redes alimentarias realizadas por las alumnas durante el juego, la primera corresponde a una forma entre lineal y un mapa conceptual, la segunda a una forma lineal y un cuadro sinóptico y la tercera es exclusivamente lineal.

1ª Partida



Continuación de la figura 6. Esquematisaciones de las redes alimentarias realizadas por las alumnas durante el juego, la primera corresponde a una forma entre lineal y un mapa conceptual, la segunda a una forma lineal y un cuadro sinóptico y la tercera es exclusivamente lineal.



Continuación de la figura 6. Esquematisaciones de las redes alimentarias realizadas por las alumnas durante el juego, la primera corresponde a una forma entre lineal y un mapa conceptual, la segunda a una forma lineal y un cuadro sinóptico y la tercera es exclusivamente lineal.

Estudio sobre problemas ambientales

En la actividad llevada a cabo por el grupo experimental sobre problemas ambientales resultó notable que las alumnas además de extraer información de los textos proporcionados por la profesora, obtuvieron información de diversas fuentes. De los 12 grupos de trabajo, diez realizaron una búsqueda por Internet (83 %), siete consultaron enciclopedias (58 %) y solamente un grupo revisó revistas científicas (7 %).

Mientras que de los 12 grupos de trabajo, siete (58 %) expresaron la bibliografía de acuerdo con las normas proporcionadas en clase.

### **IV.3.3. Cuestionarios de evaluación**

#### **IV.3.3.1. Cuestionario I. Cuestionario sobre contenidos de Ecología y problemas ambientales.**

De acuerdo con los resultados obtenidos del cuestionario I, la media total para el grupo control es de 5.37, mientras que para el grupo experimental es de 6.24 (Figura 7).

Asimismo el valor de las medias correspondientes a los bloques I, II, III y V es más alta en el grupo experimental que en el grupo control a diferencia del bloque IV (Tabla 40).

Tras aplicar el análisis estadístico se aprecia que existen diferencias estadísticamente significativas entre la media total y la media correspondiente al bloque I del grupo control y del grupo experimental ( $\forall = 0.028$  y  $\forall = 0.020$ , respectivamente).

En lo que se refiere a cada uno de los rendimientos de las alumnas se encontró que en el rendimiento alto el valor de la media es más elevado para las estudiantes pertenecientes al grupo experimental, tanto en el total como en todos los bloques, excepto en el bloque IV (Tabla 41 y Figura 8).

En la tabla 42 y figura 9 se muestra el valor de la media total y por bloques correspondientes a las alumnas de rendimiento medio tanto del grupo control como del experimental, en ellas se aprecia la misma situación que para las alumnas de rendimiento medio.

En el rendimiento bajo ocurre lo contrario que en los dos rendimientos anteriores, el valor de la media total y el de la mayoría de los bloques es más alto para el grupo control que para el experimental (Figura 10), excepto en el bloque I y en el bloque II donde la diferencia es mínima (Tabla 43).

De acuerdo con el análisis estadístico llevado a cabo se encontró que entre las estudiantes del grupo control y del grupo experimental pertenecientes al rendimiento alto existen diferencias estadísticamente significativas en los bloques II ( $\forall = 0.002$ ) y III ( $\forall = 0.005$ ); en el rendimiento medio entre el bloque I ( $\forall = 0.045$ ) y el total ( $\forall = 0.036$ ), mientras que en los grupos correspondientes al rendimiento bajo solamente en el bloque V ( $\forall = 0.033$ ).

Además de tratar estadísticamente los resultados obtenidos del examen aplicado a los grupos de estudio, se extrajeron las siguientes observaciones para cada uno de los bloques, las cuales señalamos a continuación.

#### **Bloque I. Sobre la red alimentaria y Bloque II. Sobre las cadenas alimentarias.**

De acuerdo con los resultados obtenidos en los bloques I y II, referente a la construcción de redes tróficas y representación de cadenas alimentarias, respectivamente, se detectan varias cuestiones, de tipo cualitativo, que aunque se presentan en grupos pequeños de alumnas no hay que ignorarlos.

Pocas son las alumnas que construyen completa y de forma apropiada la red alimentaria, el resto, exceptuando a aquellas estudiantes que no la realizan, les faltan conexiones, entre ellas, relacionar a los vegetales con sus consumidores inmediatos, los primarios, o bien; inician adecuadamente la construcción pero al llegar al consumidor terciario, en este caso un ave rapaz, organismo del cual se obtuvo la egagrópila en el ejercicio proporcionado, simplemente no la mencionan; de manera similar ocurre lo mismo con la representación de las cadenas alimentarias.

Aunque algunas estudiantes sí consideraron al ave rapaz, nos llama la atención el hecho de que sólo una alumna del grupo control (3.3%) y cinco (10.4%) del grupo experimental al nombrar el ave rapaz la denominan búho o egagrópila.

Tabla 40. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas en el grupo control y grupo experimental en el cuestionario I.

Bloques	Grupo control (n=30)	Grupo experimental (n= 48)
* I	1,51	2,12
II	0,55	0,73
III	0,81	0,83
IV	1,16	1,03
V	1,34	1,53
* Total	5,37	6,24

p < 0,05, g.l. = 76

\* estadísticamente significativo

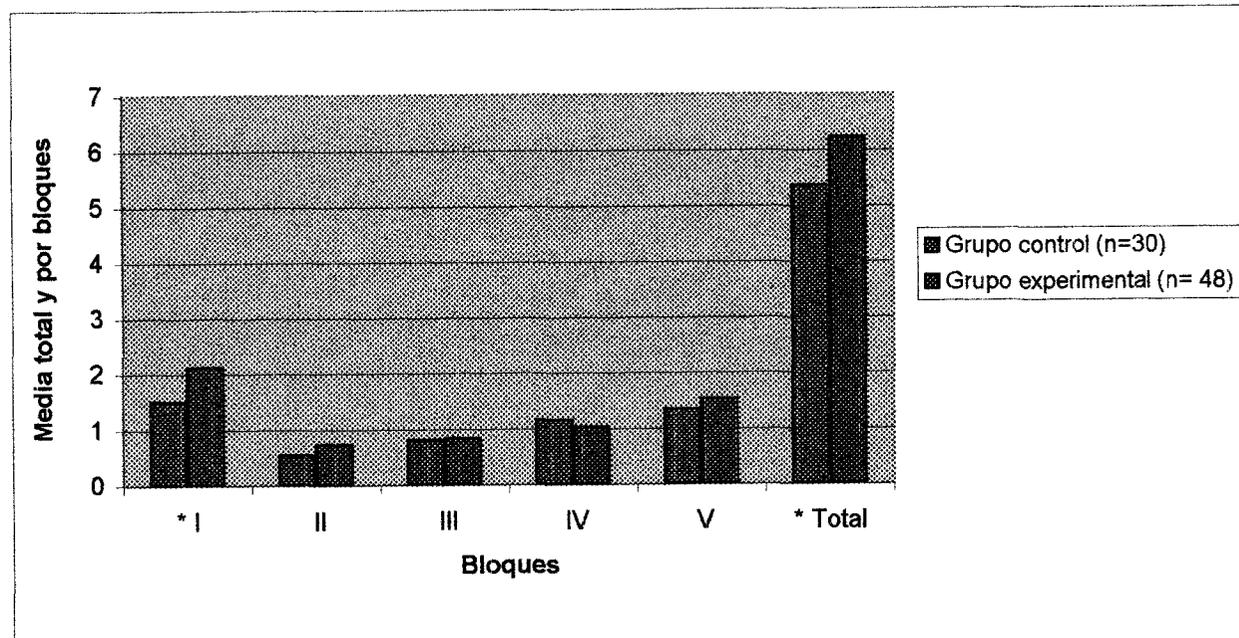


Figura 7. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo control y grupo experimental en el cuestionario I.

Tabla 41. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento alto tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.

Bloques	Grupo control (n=8)	Grupo experimental (n=16)
I	2,28	2,74
* II	0,5	0,95
* III	0,87	0,94
IV	1,53	1,41
V	1,51	1,81
<b>Total</b>	<b>6,69</b>	<b>7,85</b>

$p < 0.05$ , g.l. = 22

\* estadísticamente significativo

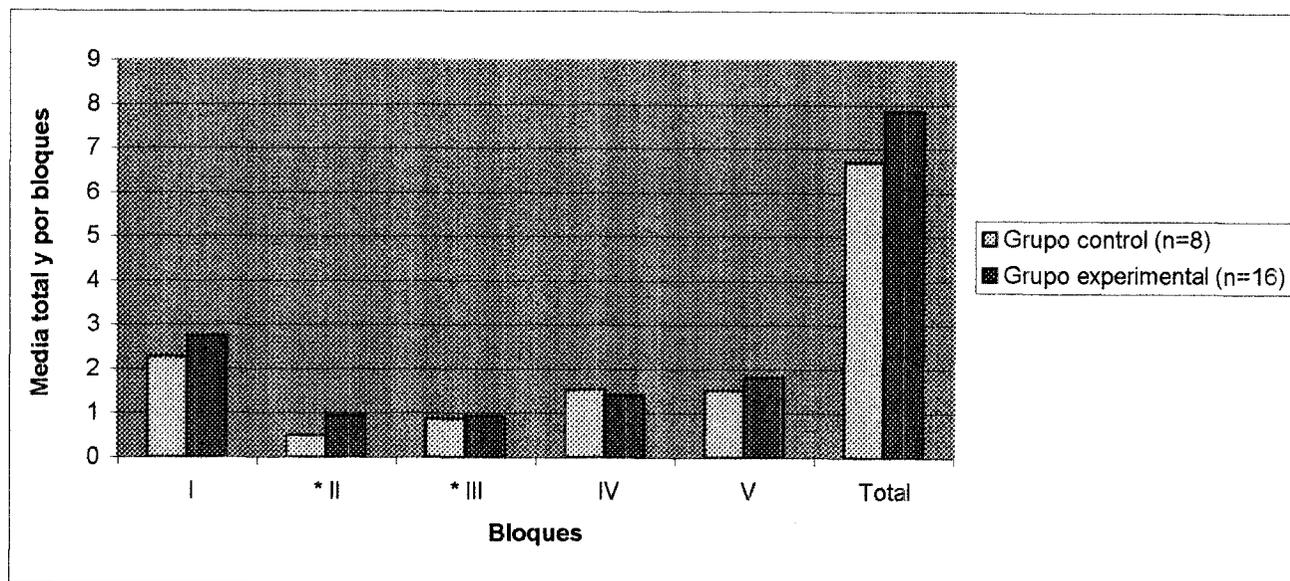


Figura 8. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento alto tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.

Tabla 42. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento medio tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.

Bloques	Grupo control (n=15)	Grupo experimental (n=25)
* I	1,2	1,9
II	0,61	0,66
III	0,78	0,82
IV	1,13	0,9
V	1,35	1,53
* Total	5,07	5,81

$p < 0.05$ , g.l. = 38

\* estadísticamente significativo

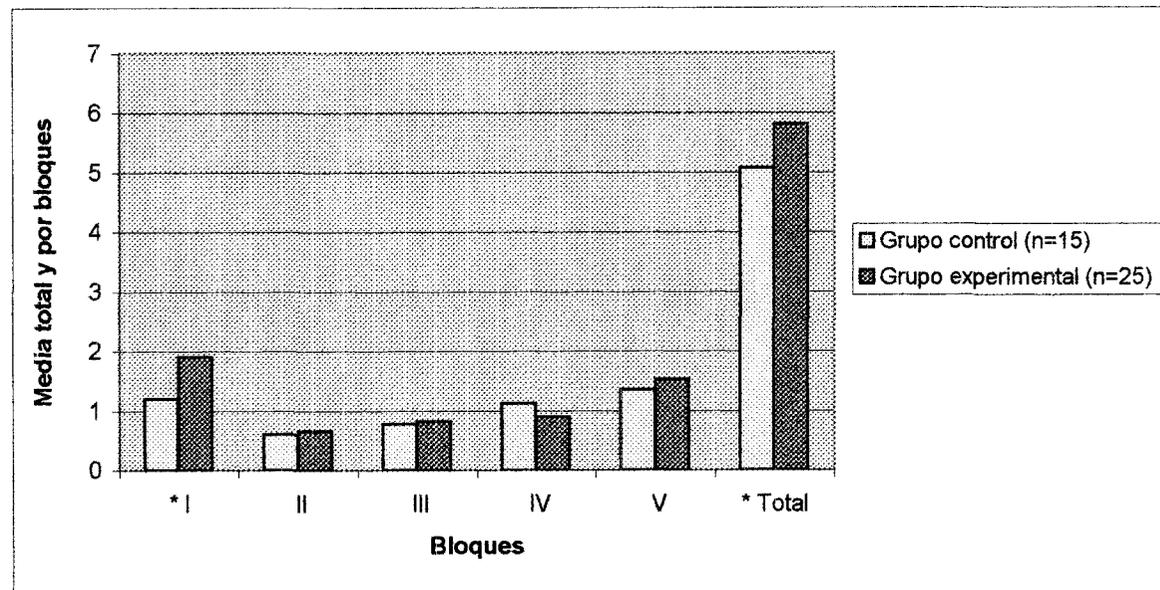


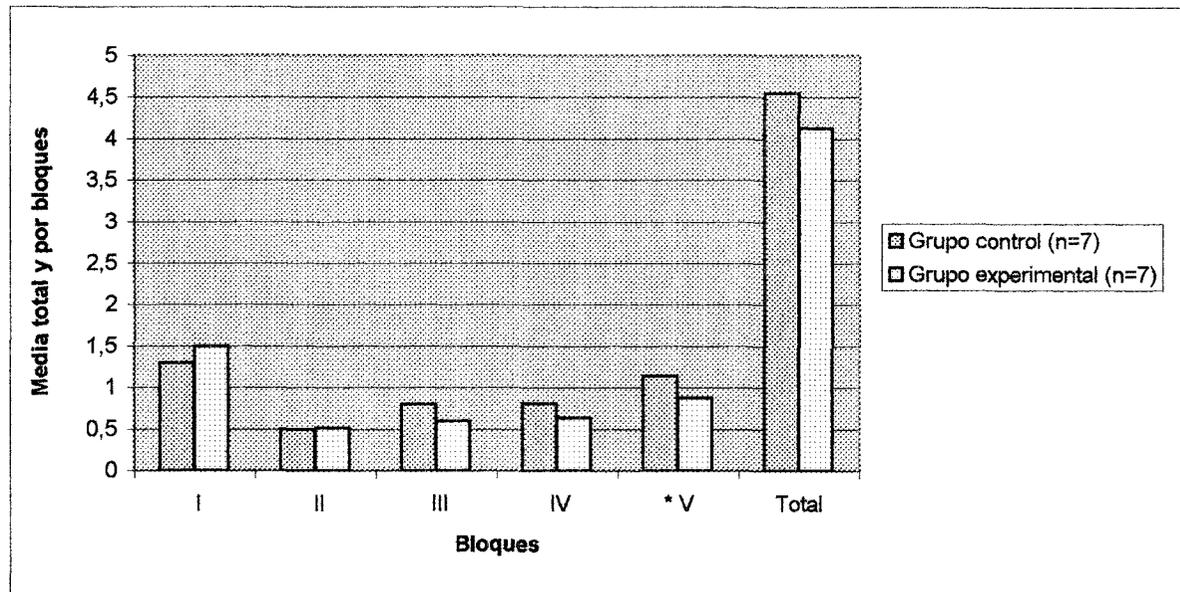
Figura 9. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento medio tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.

Tabla 43. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento bajo tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.

Bloques	Grupo control (n=7)	Grupo experimental (n=7)
I	1,3	1,5
II	0,5	0,51
III	0,8	0,6
IV	0,81	0,64
* V	1,14	0,88
<b>Total</b>	<b>4,55</b>	<b>4,13</b>

$p < 0.05$ , g.l. = 12

\* estadísticamente significativo



**Tabla 43. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento bajo tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.**

**Figura 10. Media total y por bloques de las puntuaciones obtenidas por el grupo de rendimiento bajo tanto para el grupo control como para el grupo experimental en el cuestionario I.**

Del número total de alumnas que reconstruyeron la red alimentaria ya sea de forma parcial o completa, tres estudiantes del grupo control (10%) narran la red, mientras que tres del mismo grupo (10%) y dos (4.1%) del grupo experimental lo hacen con las cadenas alimentarias.

Asimismo siete estudiantes del grupo control (23.3%) invirtieron la dirección de las flechas correspondientes a la transferencia de energía en la red alimentaria, al igual que siete alumnas del grupo experimental (14.5%), cuya situación fue la misma que en la realización de la actividad de aprendizaje, y aunque la profesora mostró frente a grupo este error, hacen caso omiso de esta observación.

Los restos de animales: cadáveres y excrementos, también conocidos como detritus fueron considerados por un 13.3 % y 10.4 % correspondiente al grupo control y al grupo experimental respectivamente, pero no solamente de forma general, como la mayoría del estudiantado, si no también al señalar que al morir cada uno de los componentes de la red, éstos pasan a formar parte del detritus.

En cuanto a la manera de representar gráficamente la red alimentaria, se detectaron varios tipos. El 20 % (seis alumnas) del grupo control y el 27 % (13 alumnas) del grupo experimental la esquematizan a manera de mapa conceptual; el 6.6 % (dos estudiantes) perteneciente al grupo control y el 14.5 % (siete estudiantes) al grupo experimental la representan en forma de cuadro sinóptico; de tipo lineal el 6.6 % y el 8.3 % correspondiente al grupo control y al grupo experimental, respectivamente, mientras que de forma cíclica solamente tres alumnas (10%) pertenecientes al grupo control. En lo que concierne a las cadenas alimentarias esta misma forma de representarlas se detectó en un 3.3 % (una alumna) para el grupo control, mientras que para el grupo experimental en un 4.1% (dos estudiantes).

Entre los resultados obtenidos de las alumnas se aprecia que una alumna perteneciente al grupo control (3.3%) y siete al grupo experimental (14.5%) confunden red

con cadena alimentaria, debido a que cuando se les indicaba que reconstruyeran la red dibujaban una cadena alimentaria.

En la tabla 44, se muestran cada una de estas situaciones antes descritas junto con el respectivo porcentaje correspondiente.

En la figura 11 se ilustran algunas de las reproducciones de las alumnas que competen a dichas situaciones.

### **Bloque III. Identificación de los niveles tróficos que conforman la red alimentaria respecto al tipo de alimentación.**

La identificación, por parte de las alumnas, del tipo de alimentación de cada uno de los niveles tróficos que conforman la red alimentaria en general no tuvo mayor problema. El 13.3 % (4 alumnas) correspondiente al grupo control y el 18.8 % (9 alumnas) del grupo experimental señalaron adecuadamente cada uno de estos tipos de alimentación. El 83.4 % (25 estudiantes) y el 81.2 % (39 estudiantes) del grupo control y experimental, respectivamente identificaron parcialmente estos niveles tróficos, olvidándose en algunos casos, del consumidor terciario, el ave rapaz, y en otros del gorrion, que es un animal tanto herbívoro como carnívoro, es decir, omnívoro, cuestión que la mayoría del alumnado no consideró. Sólo una estudiante (3.3 %) del grupo control no respondió a esta pregunta.

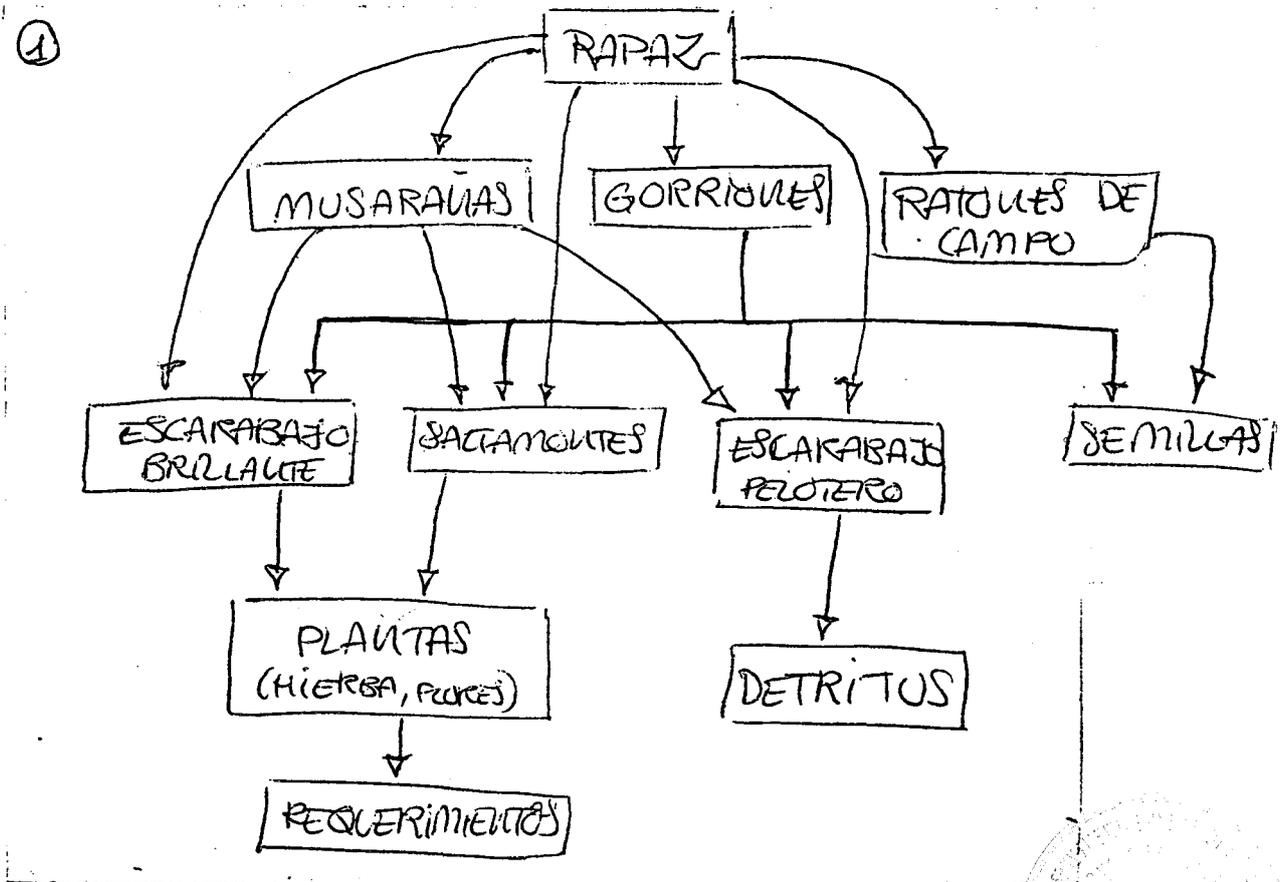
**Tabla 44. Aspectos importantes detectados y porcentaje de los resultados obtenidos de los bloques I y II del cuestionario I realizado por los grupos control y experimental.**

Aspectos	Grupo control (n=30)	Grupo experimental (n=48)
	%	%
Realización correcta de la red alimentaria	0	10.4
No realizan la red alimentaria	26.6	14.5
Invierten el sentido de las flechas en la red alimentaria	23.3	14.5
El sentido de las flechas es reversible	3.3	0
Consideran a los detritus como parte esencial en la red	13.3	10.4
No consideran al consumidor secundario (rapaz) en la red	23.3	16.6
Narran la red, no la representan gráficamente	10	0
Esquematización de la red tipo cíclico	10	0
Esquematización de la red tipo mapa conceptual	20	27
Esquematización de la red tipo cuadro sinóptico	6.6	14.5
Esquematización de la red tipo lineal	6.6	8.3
Confunden red con cadena alimentaria	3.3	14.5

**Continuación de la tabla 44. Aspectos importantes detectados y porcentaje de los resultados obtenidos de los bloques I y II del cuestionario I realizado por los grupos control y experimental.**

Aspectos	Grupo control (n=30)	Grupo experimental (n=48)
	%	%
Invierten el sentido de las flechas en la cadena alimentaria	23.3	27
No consideran al consumidor secundario (rapaz) en la cadena	43.3	20.8
No terminan la representación de las cadenas	40	25
Narran la cadena, no la representan gráficamente	10	4.1
Esquematización de la cadena tipo cíclica	3.3	4.1

\* Red alimentaria que muestra las 17 flechas indicadoras de la transferencia de energía, aunque el sentido de las flechas está invertido:



\* Red alimentaria que muestra como las alumnas en lugar de escribir rapaz señalaban búho:

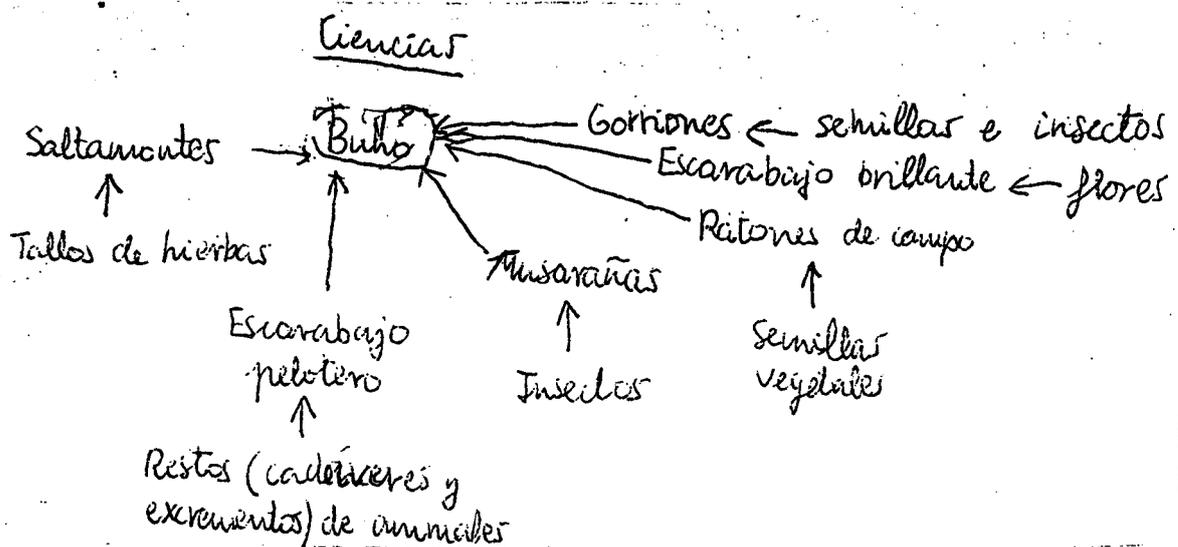
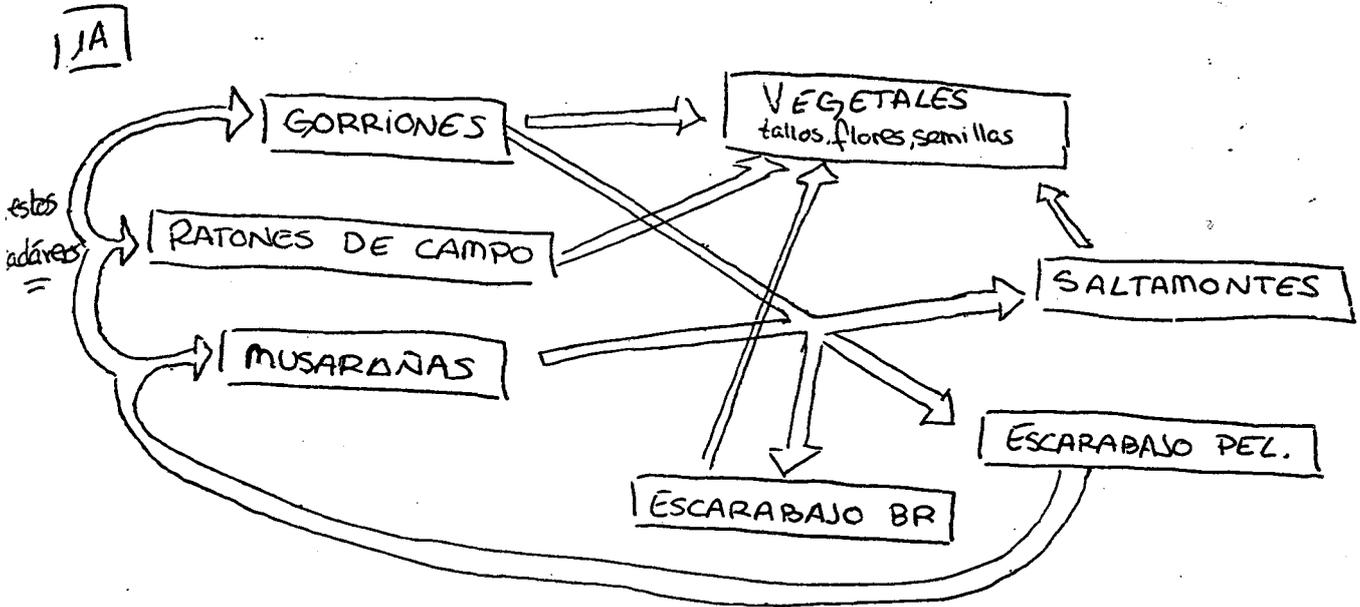


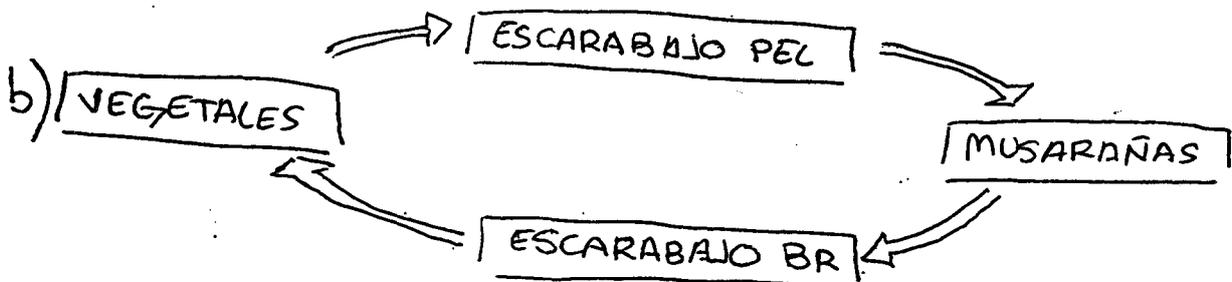
Figura 11. Algunas de las representaciones de las alumnas en torno a la realización de la red y cadenas alimentarias. 280

\* Red alimentaria que muestra el sentido de las flechas invertido y cadenas alimentarias representadas de forma cíclica:

Examen de Ciencias.



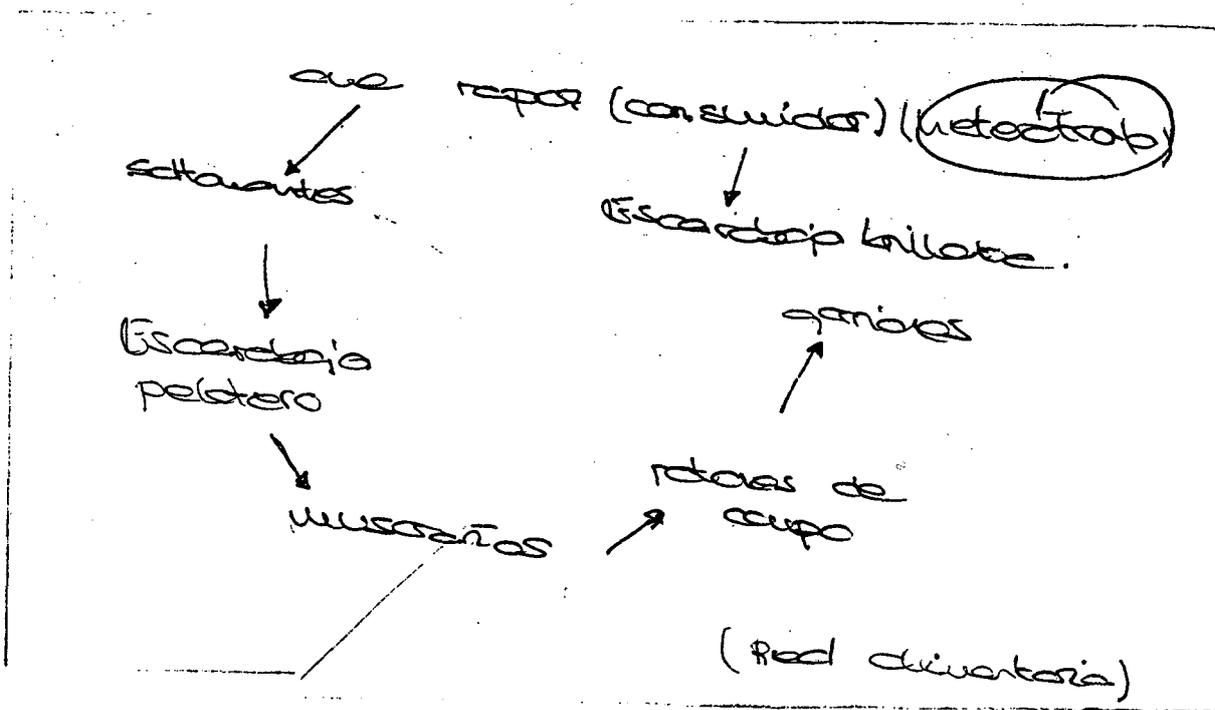
Cadenas alimentarias



¡Nota!  $\rightarrow$  A  $\leftarrow$  B  $\Rightarrow$  A se come a B.

Continuación de la figura 11. Algunas de las representaciones de las alumnas en torno a la realización de la red y cadenas alimentarias.

\* Red alimentaria representada de forma cíclica:



\* Red alimentaria representada en forma de narración:

1.º) a) En la red trófica, los seres autótrofos, es decir, las semillas, tallos de hierbas, flores... son comidos por seres herbívoros, con el saltamontes, los ratones de campo, gominos y el escarabajo brillante. De estos el gominos que, junto a la musaraña, también se alimentan de insectos, es decir, saltamontes y escarabajo brillante y el escarabajo pelotero, el cual, se alimenta de cadáveres en descomposición y excrementos de animales, gominos y finalmente, toda la energía y la materia pasa a la rapaz.

Figura 11. Algunas de las representaciones de las alumnas en torno a la realización de la red y cadenas alimentarias.

#### **Bloque IV. Problemas ambientales.**

El problema ambiental que se proporcionó al grupo control se basó en el efecto invernadero, mientras que para el grupo experimental, se centró en un aspecto de la biodiversidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos por el grupo control, el 20 % (seis estudiantes) señala al efecto de invernadero como el problema ambiental del cual se habla en el artículo y el papel que juega el dióxido de carbono en dicho problema, que es el no dejar pasar a la atmósfera los rayos del sol y junto con las partículas atmosféricas devolverlos al espacio, condicionando de esta manera el clima del planeta. El 63.3 % (19 alumnas) contestan de forma parcial a esta pregunta y el 16.7 % (cinco estudiantes) no responde.

En lo que respecta al tema de biodiversidad el 27 % del grupo experimental (13 alumnas) contesta correctamente a las dos preguntas efectuadas en este bloque, correspondientes a la identificación de la diversidad de especies como el tipo de diversidad biológica a la que se refería la noticia de prensa proporcionada, así como las razones por las cuales la mayor biodiversidad del planeta se encuentra en los países del sur, mientras que el 48 % (23 estudiantes) responde parcialmente y el resto (12 alumnas) simplemente no contesta a esta cuestión.

#### **Bloque V. Ciclos biogeoquímicos.**

En lo que concierne a la realización de los ciclos biogeoquímicos el 16.7 % (5 alumnas) del grupo control y el 33.3 % (16 estudiantes) del grupo experimental mencionaron cada uno de los pasos que siguen los ciclos, mientras que el 83.3 % (25 alumnas) y el 60.4% (29 estudiantes) correspondiente al grupo control y grupo experimental, respectivamente omiten pasos. Sólo el 6.3 % (tres alumnas) del grupo experimental no contesta.

IV.3.3.2. Cuestionario II. Cuestionario sobre problemas ambientales.

En lo que respecta a la cuestión sobre el mayor problema ambiental presente en la ciudad de Granada capital, las respuestas han sido muy diversas en lo que se refiere al grupo experimental. Sin embargo la mayoría de las alumnas de ambos grupos citan a la contaminación atmosférica y a la contaminación por ruido.

En las tablas 45 y 46 se muestran los problemas ambientales a los que cada grupo de estudio hizo referencia, así como las causas que los provocan y sus consecuencias.

El 62 % de las alumnas del grupo experimental no citaron como problema ambiental, que afecte a la ciudad de Granada capital, el mismo problema que trabajaron en el aula al momento de llevar a cabo la actividad de aprendizaje en torno a este bloque, a diferencia del 26 % del grupo quienes sí mencionaron el mismo problema, mientras que el resto (12 %) de las estudiantes lo combinaron con otro problema no abordado por ellas.

En lo que respecta a la referencia de las especies de flora y fauna andaluzas (Figura 12 y 13) las respuestas de las alumnas se categorizaron de la misma manera que las correspondientes al cuestionario previo sobre biodiversidad, aplicado a diferentes grupos de estudio de diversas provincias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Para el caso de la flora andaluza y en lo que corresponde a las alumnas del grupo control, éstas contestaron mayoritariamente especies del estrato arbóreo (62 %), tales como pino, encina, alcornoque, roble, chopo y olivo, solamente una alumna señaló al eucalipto, cuando esta especie es introducida. El 28.5 % nombró a la estrella de las nieves, conocida también como la flor de la sierra, y a los helechos, especies que se incluye dentro del estrato herbáceo. El 9.5 % citó al geranio y al tomate ubicados en la categoría de plantas ornamentales y cultivadas, mientras que ninguna de las estudiantes indicaron especies del estrato arbustivo (Tabla 47).

**Tabla 45. Problemas ambientales, con su respectivo porcentaje, que afectan a la ciudad de Granada capital según las alumnas pertenecientes al grupo control (n=14).**

<b>Problema ambiental (%)</b>	<b>Causas que lo originan</b>	<b>Consecuencias que conlleva</b>
Contaminación atmosférica (50 %)	Exceso de coches y motos Quema de basura	Pérdida de la capa de ozono Efecto de invernadero
Contaminación por ruido (28.6 %)	Gran número de coches y motos	Pérdida de la tranquilidad Molestia cotidiana
Gases tóxicos de medios de transporte y aire acondicionado (14.3 %)	Exceso de ambos	Perjuicio para la salud
Sequía (7.1 %)	Falta de precipitaciones	Cortes de agua Ahorrar agua

**Tabla 46. Problemas ambientales, con su respectivo porcentaje, que afectan a la ciudad de Granada capital según las alumnas pertenecientes al grupo experimental (n=44).**

<b>Problema ambiental (%)</b>	<b>Causas que lo originan</b>	<b>Consecuencias que conlleva</b>
Contaminación atmosférica (45 %)	Tráfico de coches y motos	Perjuicio para la salud Perjuicio en el futuro Pérdida de la capa de ozono Lluvia ácida
Basuras (16 %)	Exceso de basura Quema de basura No usar reciclado	Suciedad de calles Huelga de basura “No me afecta directamente”
Contaminación por ruido (9 %)	Exceso de coches y motos	Pérdida de la tranquilidad
Contaminación de agua (9 %)	Vértidos fábricas y casa	Pérdida de seres vivos
Agotamiento de recursos naturales (9 %)	Contaminación y derroche de agua	Falta de recursos en el futuro
Destrucción de bosques (9 %)	Tala e incendios  Hombre	“A mi no me afecta directamente, pero sí la visito, sí” Pérdida de turismo
Sequía (3 %)	Sobreexplotación de recursos	Desertización Falta de agua en algún momento

Tabla 47 y 48. Porcentaje de flora y fauna andaluza señalada por las alumnas del grupo control y grupo experimental en el cuestionario aplicado sobre problemas ambientales.

FLORA	Grupo control	Grupo experimental
Est.árboreo	62	40
Est.arbustivo	0	4,7
Est. Herbáceo	28,5	40
P. orn.cult. y frut.	9,5	15,3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

FAUNA	Grupo control	Grupo experimental
Vertebrados	65,4	76,6
Invertebrados	23,1	3,9
Sp. Exóticas	0	5,2
Sp. dom. y urba.	11,5	14,3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

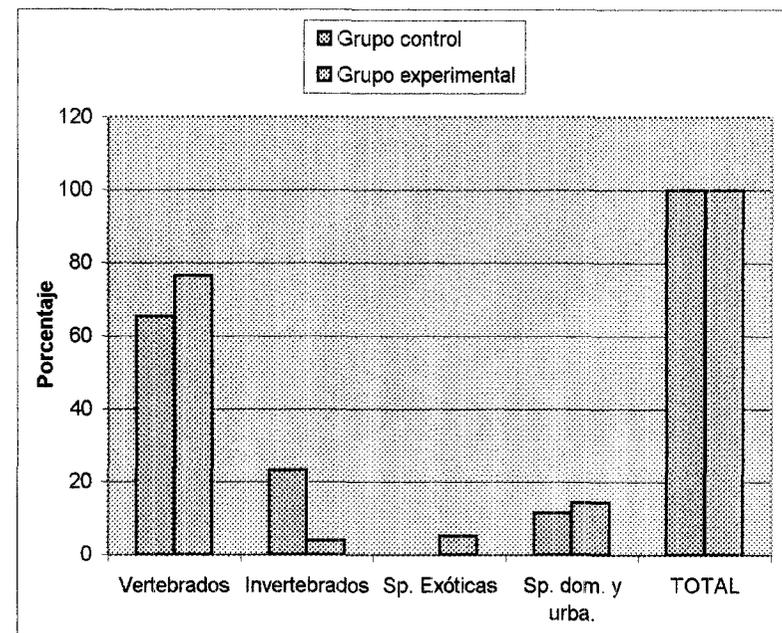
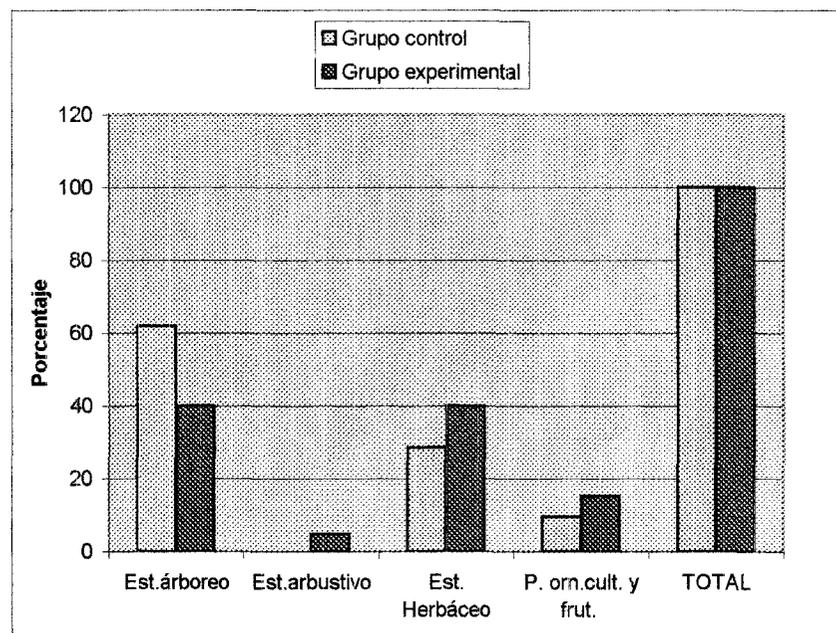


Figura 12 y 13. Porcentaje de flora y fauna andaluza señalada por las alumnas del grupo control y grupo experimental en el



**Tabla 47 y 48. Porcentaje de flora y fauna andaluza señalada por las alumnas del grupo control y grupo experimental en el cuestionario aplicado sobre problemas ambientales.**

**cuestionario aplicado sobre problemas ambientales.**

Para el grupo experimental las categorías estrato arbóreo y estrato herbáceo fueron las más señaladas, ambas con un 40 %. Dentro de la primera categoría la incursión de pinsapos y de abeto fue notoria, el eucalipto a diferencia del grupo control no fue citado en ningún momento. Las plantas ornamentales, cultivadas y árboles frutales (margarita, trigo, tomate, lechuga, manzana y almendro) fueron mencionados en un 15.3 %, mientras que a diferencia del grupo control, el estrato arbustivo (tomillo, hinojos) fue considerado en un 4.7 % (Tabla 47).

En lo que concierne a la fauna andaluza el 65.4 % de las alumnas del grupo control se refirieron a especies tales como el linco, cabra montés y únicamente una alumna señaló al águila real. Los invertebrados (mariposa) estuvieron presentes en un 23.1%, mientras que las especies domésticas y urbanas (perro, gato y gorriones) en un 11.5 % (Tabla 48).

Por su parte, el grupo experimental nombró en un 76.6 % a especies pertenecientes a vertebrados silvestres, para esta categoría las alumnas además de citar las mismas especies que el grupo control, también mencionaron al jabalí, ciervo, jineta, lobo, buitre leonado, quebrantahuesos, flamenco, garza, serpientes, camaleón y trucha. Solamente dos alumnas citaron al oso, el cual aunque es una especie española no es andaluza. La categoría de invertebrados fue representada en un 3.9 %, mientras que las especies domésticas y urbanas en un 14.3 %. En este grupo de estudio las especies exóticas (elefante y león) fueron señaladas en un 5.2 % (Tabla 48).

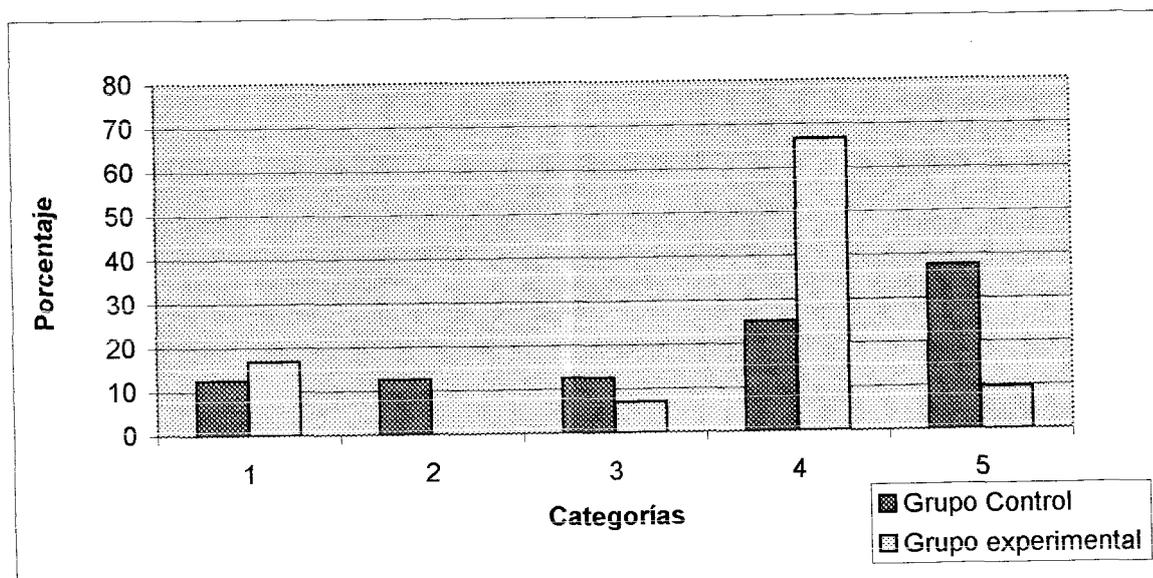
Los beneficios que se obtienen de las plantas y animales citados por las estudiantes se basan en la atracción turística, animales de compañía, producción de oxígeno, obtención de diversos productos y aumento de especies (Tabla 49 y Figura 14). Sin embargo cabe mencionar que un 57.1 % del total de las alumnas del grupo control y un 29.5 % del grupo experimental no contestaron a dicha pregunta. De tal manera que el porcentaje indicado para cada uno de los beneficios mencionados se obtuvo de las respuestas proporcionadas por las seis y 31 alumnas del grupo control y grupo experimental, respectivamente, quienes contestaron, la mayoría de las veces con respuestas múltiples.

**Tabla 49. Porcentaje de los beneficios obtenidos de la flora y fauna andaluza, señalados por las alumnas del grupo control y del grupo experimental en el cuestionario sobre problemas ambientales.**

Categorías	Grupo Control	Grupo experimental
1	12,5	16,7
2	12,5	0
3	12,5	7,1
4	25	66,7
5	37,5	9,5

**Categorías:**

1. Atracción turística
2. Animales de compañía
3. Producción de oxígeno
4. Obtención de diversos productos (aceite, jabones, corcho, medicinas)
5. Aumento de especies



**Figura 14. Porcentaje de los beneficios obtenidos de la flora y fauna andaluza, señalado por el grupo control y el grupo experimental en el cuestionario sobre problemas ambientales.**

En el caso del grupo control, de las seis alumnas que respondieron a esta cuestión, cuatro señalaron un sólo beneficio, mientras que el resto citaron dos.

En el grupo experimental, de 31 estudiantes, 16 se refirieron solamente a un beneficio, 14 indicaron dos y solamente una alumna menciono tres beneficios. La mayoría del estudiantado en sus respuestas se inclina por la obtención de productos para el uso y consumo del hombre.

