UNIVERSIDAD DE JAÉN

FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

TESIS DOCTORAL

VALORACIÓN DE UN PROGRAMA DE TRABAJO, BASADO EN LA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN, PARA EL AUTOAPRENDIZAJE DE CUESTIONES MEDIOAMBIENTALES EN EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA

PRESENTADA POR:
MIGUEL ÁNGEL PÉREZ VEGA

DIRIGIDA POR:
DRA. DÑA. ROCÍO QUIJANO LÓPEZ
DR. D. MIGUEL PÉREZ FERRA

JAÉN, 24 DE JULIO DE 2006

ISBN 978-84-8439-361-0

Nombre y apellidos del autor

Miguel Ángel Pérez Vega

Título de la Tesis Doctoral

Valoración de un programa de trabajo, basado en la investigación-acción, para el autoaprendizaje de cuestiones medioambientales en educación secundaria obligatoria

I.S.B.N.

978-84-8439-361-0

Fecha de Lectura

24 de Julio de 2006

Centro y Departamento en que fue realizada la lectura

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación

Departamento de Didáctica de las Ciencias

Composición del Tribunal/Dirección de la Tesis

Dirección de la Tesis	Dra. Dña. Rocío Quijano López
	Dr. D. Miguel Pérez Ferra
Presidente/a del Tribunal	Dr. D. Pedro Álvarez Suárez
Vocales	Dr. D. José Antonio Naranjo Rodríguez
	Dra. Dña. Marta Romero Ariza
	Dr. D. Eufrasio Pérez Navío
Secretario/a	Dr. D. Antonio Quesada Armenteros

Calificación Obtenida

Sobresaliente Cum Laude por Unanimidad

Universidad de Jaén

tesis doctoral

Resumen

La investigación cuya memoria se presenta aquí pretende, básicamente, analizar la validez en cuanto al desarrollo de actitudes hacia la ciencia y hacia el medio ambiente, de una metodología de aula denominada Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental, que ha sido puesta en práctica en un centro de Educación Secundaria Obligatoria.

En la primera parte, que consta de tres capítulos, se recoge la fundamentación teórica del mismo. Se profundiza en los antecedentes de la investigación-acción y en sus aplicaciones didácticas (método de proyectos), para establecer a continuación los objetivos e hipótesis que sirven de guía a la investigación. La literatura sobre el método de proyectos es objeto de revisión desde diferentes enfoques: epistemológico, en el que se realiza una reflexión sobre la propia naturaleza del proceder de la ciencia; didáctico, para establecer fundamentos e instrumentos metodológicos; y normativo, en relación con la legislación vigente. Pero es necesario considerar también el punto de vista de otra disciplina, la Educación Ambiental, especializada en la enseñanza de cuestiones medioambientales, que enriquece con sus planteamientos nuestra investigación. Bajo una perspectiva pedagógico-didáctica se realiza, en el tercer capítulo, una revisión bibliográfica relacionada con el concepto de actitud, la propia naturaleza de las actitudes y las teorías más aceptadas sobre el cambio actitudinal.

La segunda parte del trabajo está dedicada a la descripción del proceso de investigación. El modelo y el diseño de la investigación, de tipo cuasi-experimental con pretest-postest y grupo experimental, sus etapas y las características de la muestra, son descritos en el capítulo IV, en el que también se detalla el procedimiento seguido para elaborar el cuestionario -el instrumento de medida que se ha empleado-

En el capítulo V se describe el programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (EICEA), que hunde sus raíces en el método de proyectos, así como las experiencias de aula que ha inspirado todo el proceso de investigación.

Los resultados obtenidos con el cuestionario llevado a cabo en dos grupos (control y experimental), antes y después de aplicar el programa didáctico, se presentan, describen, y analizan en el capítulo VI.

Por último, en el capítulo VII, se revisa el grado de cumplimiento de las hipótesis de partida, lo que conduce al establecimiento de las conclusiones, de sus implicaciones y de las limitaciones de la investigación.

Abstract

Thesis "A working programme assesment based on the action-research for the self-learning of environmental issues in Compulsory Secondary Education".

The investigation, whose summary is presented here pretends basically to analyse the validity in relation to the development of attitudes towards science and environment of a classroom methodology named "Strategies of Scientific Investigation in Environmental Education" which has been put into practice in a Compulsory Education centre.

In the first part, formed by three chapters, the theoretical fundamentation is come across. The precedents of action-research are studied in depth together with the didactic applications (projects method) to follow by establishing the objectives and hypothesis which serve as a guide for the investigation. Literature about projects method is revised from different points of view: the epistemological one, where a reflection about how does science work is made; the didactic one, to establish the methodological foundations and instruments; and the normative one, related to the actual legislation.

It is also necessary to consider the environmental Education point of view, centred in the teaching of environmental issues, which enriches our investigation with its own approaches. In the third chapter and under a pedagogic-didactid perspective, a bibliographic revision is done related to the comcept of attitude, its nature and the most acceptable theories about attitudinal change.

The second part of our work is devoted to the description of the process of investigation. The model and design of the investigation (of the quasi-experimental type with

pretest-postest and experimental group) its stages and the sample characteristics are described in chapter four where the procedure followed to elaborate the questionnaire is also detailed or, in other words, the measure instrument employed.

In chapter five, the pedagogical programme "Scientific Investigation Strategies in Environmental Education is described. It deepens its roots in the projects method as well as in the classroom experiencies which have inspired the whole process of investigation.

The results obtained with the questionnaire put into practice in two groups (control and experimental) before and after applying the didactic programme are presented, described and analysed in chapter six.

Finally, in chapter seven, the fullfilment degree of the departure hypothesis is revised which drives to the establishment of conclusions, its implications and the limits of the investigation.

UNIVERSIDAD DE JAÉN

VALORACIÓN DE UN PROGRAMA DE TRABAJO, BASADO EN LA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN, PARA EL AUTOAPRENDIZAJE DE CUESTIONES MEDIOAMBIENTALES EN EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA

MIGUEL ÁNGEL PÉREZ VEGA

tesis doctoral

ÍNDICE GENERAL

Prólogo 14

PRIMERA PARTE: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 18
I.1. ORIGEN Y MARCO DEL ESTUDIO 19
I.1.1.Origen y justificación del problema de investigación 19
I.1.1.1. El método de proyectos y la investigación-acción. Antecedentes 19
I.1.1.2. Importancia de las metodologías investigativas en el contexto actual 24
I.1.2. El método de proyectos. Algunos ejemplos de experiencias concretas en el aula 27
I.2. PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN 40
I.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 41
I.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 41

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EL MÉTODO DE PROYECTOS 48
II.1. RELACIONES ENTRE EL MÉTODO DE PROYECTOS Y LA EPISTEMOLOGÍA 50
II.1.1. Naturaleza e historia del conocimiento científico 50
II.1.2. La temática medioambiental como objeto de conocimiento científico 56

II.2. RELACIONES ENTRE EL MÉTODO DE PROYECTOS Y EL ÁMBITO
DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS 59
II.2.1. Instrumentos de investigación en didáctica de las ciencias 60
II.2.1.1. Cuestionarios 60
II.2.1.2. Entrevistas 61
II.2.1.3. Mapas conceptuales 62
II.2.1.4. La UVE del conocimiento 63
II.2.1.5. Parrillas de análisis 65
II.2.2. El objeto de conocimiento 66
II.2.2.1. El conocimiento integrado 66
II.2.2.2. Las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad
y la alfabetización científica 71
II.2.2.3. Valores y actitudes 74
II.2.3. El proceso de enseñanza/aprendizaje 79
II.2.3.1. Marco teórico actual 79
II.2.3.1.1. El carácter social del aprendizaje 79
II.2.3.1.2. Constructivismo 80
II.2.3.1.3. Los estudios de ideas previas 82
II.2.3.1.4. Cambio actitudinal 87
II.2.3.1.5. Los estudios de actitudes previas 89
II.2.3.1.6. Las hipótesis de progresión 92
II.2.3.1.7. El lenguaje en la enseñanza de las ciencias 94
II.2.3.2. Estrategias didácticas 96
II.2.3.2.1. Los trabajos prácticos: el aprendizaje como investigación .. 96
II.2.3.2.2. El trabajo en grupo del alumnado 106
II.2.3.2.3. La importancia de la motivación 109
II.2.3.2.4. Utilización de las nuevas tecnologías en el aula 110
II.2.3.2.5. El papel del profesor 111
II.2.3.2.6. La evaluación 115
II.2.3.2.7. Las estrategias metacognitivas 119
II.3. RELACIONES ENTRE EL MÉTODO DE PROYECTOS
Y EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL 120

II.3.1. Origen y evolución de la educación ambiental 120
II.3.2. Señas de identidad de la educación ambiental 126
II.3.2.1. Perspectiva holística 126
II.3.2.2. Conceptos clave 129
II.3.2.2.1. Relación humanidad-medio 129
II.3.2.2.2. El concepto de sistema 131
II.3.2.2.3. Hipótesis Gaia 132
II.3.2.2.4. Desarrollo sostenible 134
II.3.2.3. Ética ambiental 136
II.3.2.2. La metodología activa 140
II.3.3. La educación ambiental en la educación formal 141
II.3.3.1. Experiencias de educación ambiental en enseñanza reglada 145
II.3.3.2. Recursos didácticos para la educación ambiental 146
II.3.4. De la educación ambiental a la educación para el desarrollo 148
II.4. RELACIONES ENTRE EL MÉTODO DE PROYECTOS Y LA LEGISLACIÓN EDUCATIVA ESPAÑOLA 150

CAPÍTULO III. REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE ACTITUDES 158
III.1. APROXIMACIONES AL CONCEPTO DE ACTITUD 159
III.2. NATURALEZA DE LAS ACTITUDES 163
III.3. FUNCIONES DE LAS ACTITUDES 165
III.4. PRINCIPALES CONCEPCIONES TEÓRICAS EN TORNO AL DESARROLLO Y CAMBIO DE ACTITUDES 167
III.4.1. Teorías conductistas 169
III.4.2. Teorías funcionalistas 170
III.4.3. Teorías del juicio social 171
III.4.4. Teorías de la consistencia 174
III.5. LA TEORÍA DE LA ACCIÓN RAZONADA DE FISHBEIN Y AJZEN 176
III.5.1. Objetivos de la teoría de la acción razonada 177
III.5.2. Variables que influyen en el desarrollo de las actitudes 179
III.5.3. Actitudes, creencias, normas e intenciones 181

SEGUNDA PARTE: PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 184
IV.1. MODELO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 185
IV.1.1. Características del diseño de la investigación 185
IV.1.2. Variable independiente 186
IV.1.3. Variables dependientes 187
IV.2. PROCEDIMIENTO Y FASES DE LA INVESTIGACIÓN 190
IV.2.1. Primera fase: Elaboración y construcción del CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA CIENCIA Y EL MEDIO AMBIENTE (C.A.C.M.A.) 191
IV.2.2. Segunda fase. Validación del cuestionario: fiabilidad y validez ...191
IV.2.3. Tercera fase: Selección de la muestra 191
IV.2.4. Cuarta fase: Situación pretest. Aplicación del C.A.C.M.A. 192
IV.2.5. Quinta fase: Desarrollo del programa pedagógico en el aula 193
IV.2.6. Sexta fase: Situación postest. Aplicación del C.A.C.M.A. 193
IV.2.7. Séptima fase: Codificación de datos y análisis estadístico 193
IV.2.8. Octava fase: Interpretación de los resultados 194
IV.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 194
IV.3.1. Contexto socioeconómico 194
IV.3.2. Características de los centros educativos 196
IV.3.3. Características del alumnado 198
IV.3.4. Conclusiones sobre las características de los sujetos de la investigación 200
IV.4. INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA CIENCIA Y EL MEDIO AMBIENTE (C.A.C.M.A.)....201
IV.4.1. Elaboración y construcción del C.A.C.M.A. 202
IV.4.1.1. Elección del instrumento de medida 202
IV.4.1.2. Preparación del cuestionario 205
IV.4.1.2.1. Descripción de la escala Likert 205
IV.4.1.2.2. Elección del modo de respuesta 205
IV.4.1.2.3. Procedimiento de elaboración de los ítems 206

IV.4.2. Validación del cuestionario: fiabilidad y validez 207
IV.4.2.1. Estudio de fiabilidad del C.A.C.M.A. 207
IV.4.2.2. Estudio de validez del C.A.C.M.A. 210
IV.4.2.3. Discusión de la fiabilidad y validez 215
IV.4.2.4. Conclusiones del estudio de de fiabilidad y validez 217
IV.4.3. Descripción del cuestionario 217
IV.4.3.1. Dimensiones de estudio 217
IV.4.3.2. Ítems 219
IV.4.3.3. Puntuación y formato de respuesta 219

CAPÍTULO V DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA PEDAGÓGICO "ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN EDUCACIÓN AMBIENTAL": APLICACIÓN DEL MÉTODO DE PROYECTOS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA 221
V.1. FUNDAMENTOS 222
V.2. PLAN GENERAL DEL MÉTODO DE PROYECTOS UTILIZADO 224
V.3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DEL ALUMNADO 233
V.3.1. Trabajos realizados durante el curso 2003/04 233
V.3.1.1. Trabajos realizados en la asignatura Biología y Geología de 3º de ESO 233
V.3.1.2. Trabajos realizados en la asignatura Biología y Geología de 4º de ESO 235
V.3.2. Trabajos realizados durante el curso 2004/05 236
V.3.2.1. Trabajos realizados en la asignatura Biología y Geología de 3º de ESO 236
V.3.2.2. Trabajos realizados en la asignatura Biología y Geología de 4º de ESO 238
V.3.3. Trabajos realizados durante el curso 2005/06 239

CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 242
VI.1. RESULTADOS Y ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS RESULTADOS 243
VI.1.1. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos del grupo experimental en situación pretest 244

VI.1.1.1. Análisis y discusión de los resultados, considerando la media, moda y desviación típica del grupo experimental en situación pretest 244
VI.1.1.2. Análisis y discusión de frecuencias y porcentajes obtenidos del grupo experimental en situación pretest 256
VI.1.2. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos del grupo control en situación pretest 269
VI.1.2.1. Análisis y discusión de los resultados, considerando la media, moda y desviación típica del grupo control en situación pretest 269
VI.1.2.2. Análisis y discusión de frecuencias y porcentajes obtenidos del grupo control en situación pretest 280
VI.1.3. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos del grupo experimental en situación postest 293
VI.1.3.1. Análisis y discusión de los resultados de la media, moda y desviación típica del grupo experimental en situación postest 293
VI.1.3.2. Análisis y discusión de frecuencias y porcentajes obtenidos del grupo experimental en situación postest 304
VI.1.4. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos del grupo control en situación postest 317
VI.1.4.1. Análisis y discusión de los resultados, considerando la media, moda y desviación típica del grupo control en situación postest 317
VI.1.4.2. Análisis y discusión de frecuencias y porcentajes obtenidos del grupo control en situación postest 328
VI.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS 341
VI.2.1. Fundamentación del análisis comparativo 341
VI.2.2. Resultados e interpretación del análisis comparativo 343
VI.2.2.1. Resultados e interpretación del análisis comparativo entre el grupo control pretest y el grupo experimental pretest 343
VI.2.2.2. Resultados e interpretación del análisis comparativo entre el grupo control pretest y el grupo control postest 345
VI.2.2.3. Resultados e interpretación del análisis comparativo entre en grupo control postest y el grupo experimental postest 346

VI.2.2.4. Resultados e interpretación del análisis comparativo entre en grupo experimental pretest y el grupo experimental postest 348

CAPÍTULO VII CONCLUSIONES, IMPLICACIONES Y LIMITACIONES 350
VII.1. Conclusiones 351
VII.1.1. Análisis de las hipótesis de la investigación 351
VII.1.2. Síntesis y discusión de las conclusiones 359
VII.2. Implicaciones 362
VII.3. Limitaciones 363

BIBLIOGRAFÍA 365

ANEXOS 407
Anexo I. Instrucciones para el panel de expertos que valora el cuestionario 408
Anexo II. Cuestionario para el panel de expertos 410
Anexo III. Cuestionarios para el alumnado 428
Anexo IV. Documentos de trabajo en el aula 440
Anexo V. Ejemplos de trabajos del alumnado 448

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº 1. La espiral autorreflexiva de la investigación-acción 20
FIGURA Nº 2. Aportaciones a la investigación-acción 22
FIGURA Nº 3. Diagrama UVE 64
FIGURA Nº 4. Concepción esquemática de las actitudes en Azjen y Fishbein .. 75
FIGURA Nº 5. Fases de la investigación 190
FIGURA Nº 6. Esquema de elaboración, fiabilidad y validez de la escala Likert de actitudes respecto a ciencia y medio ambiente (CACMA) 202
FIGURA Nº 7. Encabezamiento del cuestionario para cumplimentar por el alumnado 220
FIGURA Nº 8. Logotipo de la X Reunión Científica de Cáceres 232
FIGURA Nº 9. Cartel del I Encuentro de Alumnos Investigadores de Cádiz ...233

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 1. Distribución de la muestra por cursos y niveles 192
TABLA Nº 2. Datos socioeconómicos de las localidades de estudio 195
TABLA Nº 3. Datos de los IES en los que se realiza el estudio (curso 04/05) 197
TABLA Nº 4. Distribución por sexos del alumnado de la muestra 198
TABLA Nº 5. Porcentajes del alumnado de la muestra según el número de suspensos en las convocatorias de junio y septiembre del curso 2004/05 199
TABLA Nº 6. Coeficiente alfa de Cronbach para la totalidad del cuestionario y para cada ítem si el ítem fuera eliminado 209
TABLA Nº 7. Fiabilidad del cuestionario y coeficiente de consistencia interna para cada mitad 210
TABLA Nº 8 . Composición del panel de expertos 212
TABLA Nº 9. Composición del panel de expertos agrupados por los niveles educativos en los que imparten docencia 213
TABLA Nº 10. Composición del panel de expertos agrupados por las áreas de conocimiento en las que imparten docencia 213
TABLA Nº 11. Media, moda, desviación típica e intervalo de variación del grupo experimental en situación pretest 245
TABLA Nº 12. Frecuencia de respuestas válidas del grupo experimental en situación pretest para cada ítem 256
TABLA Nº 13. Porcentajes de respuestas válidas del grupo experimental en situación pretest 260
TABLA 14. Media, moda, desviación típica e intervalo de variación del grupo control en situación pretest 269

TABLA Nº 15. Frecuencia de respuestas válidas del grupo control en situación pretest para cada ítem 280
TABLA Nº 16. Porcentajes de respuestas válidas del grupo control en situación pretest 285
TABLA Nº 17. Media, moda, desviación típica e intervalo de variación del grupo experimental en situación postest 294
TABLA Nº 18. Frecuencia de respuestas válidas del grupo experimental en situación postest para cada ítem 304
TABLA Nº 19. Porcentajes de respuestas válidas del grupo experimental en situación postest 309
TABLA Nº 20. Media, moda, desviación típica e intervalo de variación del grupo control en situación postest 318
TABLA Nº 21. Frecuencia de respuestas válidas del grupo control en situación postest para cada ítem 328
TABLA Nº 22. Porcentajes de respuestas válidas del grupo control en situación postest 332
TABLA Nº 23. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los grupos control pretest y experimental pretest 343
TABLA Nº 24. Estadísticos de contraste para los grupos control pretest y experimental pretest 344
TABLA Nº 25. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los grupos control pretest y control postest 345
TABLA Nº 26. Estadísticos de contraste para los grupos control pretest y control postest 346
TABLA Nº 27. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los grupos control postest y experimental postest 346
TABLA Nº 28. Estadísticos de contraste para los grupos control postest y experimental postest 347
TABLA Nº 29. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los grupos experimental pretest y experimental postest 348
TABLA Nº 30. Estadísticos de contraste para los grupos experimental pretest y experimental postest 349
TABLA Nº 31. Aceptación de hipótesis de la investigación 358

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO Nº 1. Etapas del trabajo por proyecto, según diversos autores 23
CUADRO Nº 2: Evolución histórica de las ideas sobre la ciencia 52
CUADRO Nº 3: Características del análisis mertoniano de la ciencia 53
CUADRO Nº 4: Clasificación de los procedimientos de investigación 55
CUADRO Nº 5: Líneas de investigación actual en temas medioambientales 58
CUADRO Nº 6. Consideraciones acerca de la entrevista pedagógica 61
CUADRO Nº 7: Clasificación de las actitudes 78
CUADRO Nº 8. Ideas previas de los alumnos en Educación Ambiental 85
CUADRO Nº 9. Relación entre tipos de actitudes y modelos de enseñanza 89
CUADRO Nº 10. Lo que el profesor de ciencias ha de saber y saber hacer 112
CUADRO Nº 11. Perfil del profesor de educación ambiental 114
CUADRO Nº 12. Orientaciones para evaluar proyectos de educación ambiental en el aula 118
CUADRO Nº 13. Principios rectores de la conferencia de Tbilisi que aluden al planteamiento integral de la educación ambiental 127
CUADRO Nº 14. Síntesis de Historia Verde del Mundo, de Clive Ponting 130
CUADRO 15. Recomendaciones novena e undécima de la Conferencia de Tbilisi 137
CUADRO 16. Recomendaciones octava, novena y décima de la Conferencia de Tbilisi 140
CUADRO Nº 17. Propuesta de Educación para el desarrollo 149
CUADRO Nº 18. Diseño de la investigación pretest-postest con grupo de control no equivalente 186

CUADRO Nº 19. Instrumentos de recogida de datos empleados en estudios de actitudes relacionadas con ciencia y medio ambiente 203
CUADRO Nº 20. Instrucciones para la valoración del cuestionario por los jueces 214
CUADRO Nº 21. Tópicos actitudinales objeto de estudio 218
CUADRO Nº 22. Reconocimientos obtenidos por trabajos del alumnado del IES Iulia Salaria con la aplicación del programa 226
CUADRO Nº 23. Temas propuestos para los trabajos del alumnado 227
CUADRO Nº 24. Plantilla de calificación de trabajos 231

Prólogo

Existe, en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias y en la práctica diaria en las aulas, una preocupación permanente por encontrar formas eficaces de lograr, en el alumnado, aprendizajes de calidad sobre los más variados temas. La sociedad, en continuo cambio y dominada por el poder de los medios de comunicación, demanda de las instituciones educativas una ciudadanía capaz de afrontar los nuevos retos que se avecinan, como la necesidad de hacer frente al deterioro medioambiental y a la crisis ecológica que se vislumbra. En este contexto, cobra sentido la investigación cuya memoria se presenta aquí, ya que pretende, básicamente, analizar la validez, en cuanto al desarrollo de actitudes hacia la ciencia y hacia el medio ambiente, de una metodología de aula denominada *Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*, que ha sido puesta en práctica en un centro de Educación Secundaria Obligatoria.

En la primera parte, que consta de tres capítulos, se recoge la fundamentación teórica del mismo. Así, en el capítulo I, se profundiza en los antecedentes de la investigación-acción y en sus aplicaciones didácticas (método de proyectos), para establecer a continuación los objetivos e hipótesis que sirven de guía a la investigación.

El capítulo segundo, consiste en una revisión de la literatura existente sobre el Método de Proyectos desde los diferentes enfoques que nos atañen. La Epistemología aporta una reflexión sobre la propia naturaleza del proceder de la ciencia. La Didáctica de las Ciencias, como área de conocimiento en la que se enmarca la investigación, aporta sus fundamentos e instrumentos metodológicos para llevar a cabo nuestro propósito y sirve, como soporte teórico al desarrollo de nuestro programa de aula. Pero es necesario considerar también el punto de vista de otra disciplina, la Educación Ambiental, especializada en la enseñanza de cuestiones medioambientales, que enriquece nuestra investigación con sus planteamientos. Por último, resulta conveniente revisar la legislación educativa reciente, para conocer qué nos está demandando la sociedad en relación con el tema que nos ocupa.

En el tercer capítulo se analizan, desde la perspectiva de la investigación pedagógico-didáctica, el concepto de actitud, su propia naturaleza y las teorías más aceptadas sobre el cambio actitudinal.

La segunda parte del trabajo está dedicada a la descripción del proceso de investigación. El modelo y el diseño de la investigación, sus etapas y las características de la muestra, son descritos en el capítulo IV, donde a su vez, se describe con detalle el procedimiento seguido para elaborar el cuestionario, esto es, el instrumento de medida que se ha empleado.

En el capítulo V se describe el programa pedagógico *Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*, así como las experiencias de aula que ha inspirado todo el proceso de investigación.

Los resultados obtenidos con el cuestionario llevado a cabo en dos grupos (control y experimental), antes y después de aplicar el programa didáctico, son presentados, descritos, y analizados en el capítulo VI.

Por último, en el capítulo VII, se revisa el grado de cumplimiento de las hipótesis de partida, lo que conduce al establecimiento de las conclusiones, de sus implicaciones y de las limitaciones de la investigación.

Primera Parte:
Fundamentación Teórica

Capítulo I:
Introducción al problema de investigación

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

I.1. ORIGEN Y MARCO DEL ESTUDIO

El problema de investigación que nos ocupa surge del intento de aplicar una metodología didáctica, esto es, el método de proyectos, a las exigencias planteadas por las últimas reformas educativas en cuanto a Educación Ambiental y enseñanza de los métodos de la ciencia, y a las demandas de la sociedad actual, cada día más específicas en relación a estos temas,.

I.1.1. El método de proyectos y la investigación-acción. Antecedentes.

Uno de los rasgos más importantes del tipo de metodologías didácticas que nos ocupan, es el de la integración del conocimiento, asociado frecuentemente a la innovación didáctica, tal vez por la escasa repercusión que alcanzan las experiencias escolares. Sin embargo, es posible encontrar planteamientos acordes con esta filosofía educativa ya en la primera mitad del siglo XX. Así, Torres (1996: 186-187) considera dos *formas tradicionales de integración*: los centros de interés de Decroly y el método de proyectos de Kilpatrick. Los centros de interés de Ovide Decroly (1871-1932), pensados para educación infantil y primaria, se configuran como unos ejes temáticos pensados en torno a "necesidades naturales" (alimentarse, defenderse...), tal vez remedando la teoría de la recapitulación de Haeckel. Se considera el juego como parte de la metodología educativa y sus objetivos son dos: el conocimiento de la propia personalidad y el conocimiento del medio natural y humano. La curiosidad y la afectividad actúan a modo de motores de la voluntad. El plan de trabajo de cualquier centro de interés tiene siempre tres etapas: *observación*, *asociación* (espacial, temporal, tecnológica de causa-efecto) y *expresión*. El método de proyectos de William H. Kilpatrick (1918) subraya las dimensiones prácticas del conocimiento, es una propuesta de acción para desarrollar en un ambiente social y tiene que servir para mejorar la calidad de vida de las personas. El currículo de

cada curso se divide en un conjunto de proyectos; la realización de los cuales supone atender a cuatro pasos: decidir el propósito del proyecto, realizar un plan de trabajo, ejecutar el plan diseñado y juzgar el trabajo realizado.

Aunque en su origen no hay una intención puramente didáctica, por su indiscutible similitud, es importante reseñar aquí la metodología de *investigación-acción*. Isabel López Górriz (1988) considera tres pilares básicos en cuanto a su origen y evolución: Lewin, Freire y el movimiento institucionalista francés. Sitúa a Kurt Lewin (1933) como fundador y como autor del término, aunque en opinión de algunos autores, puede deberse a John Collier por un trabajo desarrollado entre 1933 y 1945 en EE.UU. (Carrera, 2000). Concibió un modelo de espiral cíclica: análisis-diagnóstico-evaluación del problema, planificación de la acción, desarrollo de la acción, evaluación de la acción (nuevas tomas de decisiones...) y nueva espiral cíclica. Aplicó su método a algunos problemas que le fueron encargados, como por ejemplo, el cambio de dieta en los americanos durante la segunda guerra mundial.

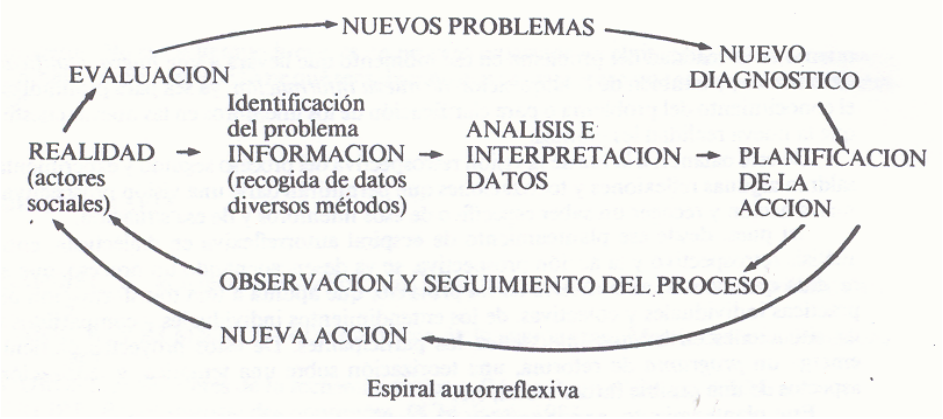


FIGURA Nº 1. La espiral autorreflexiva.
FUENTE: LÓPEZ GÓRRIZ, I. 1988 p. 117

La opción de Paulo Freire en Brasil está claramente al servicio de la liberación de los oprimidos; parte del diálogo con la gente, localiza los centros de interés y alfabetiza a partir de ellos. Mientras que para Lewin la investigación-acción suponía una base para la participación democrática de las personas, para Freire es una herramienta pedagógica de transformación colectiva de la realidad. Su principal aportación es la concienciación para la participación o *concientización*.

El movimiento institucionalista francés incorpora a la investigación-acción ciertas dinámicas de grupos que buscan el cambio en las relaciones sociales (relación maestro-alumno) y la autogestión del grupo-clase. Surge la figura del profesor como animador.

La investigación-acción se enriquece con otras corrientes de pensamiento como la escuela de Francfort que propician su difusión. Así por ejemplo, se incorporan la figura del profesor-investigador, la noción del maestro como monitor de sí mismo, etc.

En una primera etapa, en España se ponen de manifiesto dos corrientes: el movimiento de investigación en la escuela y otra más cercana al pensamiento de Freire situada en medios militantes. Más tarde, ya en los años ochenta, la investigación-acción entra en los medios universitarios a través de seminarios impartidos por autores americanos con John Elliott a la cabeza.

Es evidente la enorme dificultad que conlleva delimitar el concepto de investigación-acción, por las diferentes filosofías subyacentes, por ser relativamente reciente y porque posiblemente se trata de un término polisémico (López Górriz, 1988:.112). Basándose en las distinciones de Carr y Kemmis (1986), Zuber-Kerrit (1996) propone tres tipos de investigación-acción: *técnica*, que pretende la eficacia educacional, *práctica*, que busca la comprensión de los participantes sobre la transformación de su consciencia y *emancipatoria* o transformadora de la realidad.

Dubost (1983) abunda en la idea de multiplicidad de la investigación-acción: una estrategia de investigación en el campo científico, una estrategia de acción participativa y comprometida, una estrategia de existencia o conducta global y una estrategia de análisis social. La Teoría de la Ciencia Social Crítica de Habermas, oponiéndose al positivismo, trata de demostrar que la ciencia es un tipo más de conocimiento, dependiente de un interés humano particular, y carente de la objetividad y neutralidad absolutas que se le atribuyen. La relación entre la teoría y la praxis conducen a una ciencia social constructivista destinada

a ser puesta en práctica por grupos autorreflexivos, con investigadores participantes y participantes investigadores (López Górriz, 1988; Carrera, 2000; Suárez, 2002).

FIGURA Nº 2. Aportaciones a la investigación-acción.
FUENTE: LÓPEZ GÓRRIZ, 2004 *La investigación-acción* (Ponencia inaugural del Encuentro Andaluz de *Ecoescuelas*, Baeza 2004)

Las metodologías activas y participativas en el ámbito pedagógico, entran en declive a partir de la segunda guerra mundial a raíz del conductismo y de la racionalidad tecnológica. Resurgen a finales de los 60 con las aportaciones de Piaget y Brunner y con el auge del constructivismo, tomando la denominación de "Trabajo por Tema", siendo la noción de "concepto clave" el eje alrededor del cual se organizaba el contenido de las disciplinas. Otra aportación de Brunner fue su visión del "currículo en espiral".

En los años 80, este método de enseñanza recibe aportaciones de las teorías cognitivas y los nuevos enfoques de resolución de problemas, adquiriendo entonces la denominación de "Proyecto de Trabajo" (Limón, 1999). Es a partir de

esta época cuando el método de proyectos se aplica al terreno de la educación ambiental. Podemos encontrar dos características propias del trabajo por proyecto en educación ambiental (Limón, 1999: 247): a) los momentos del proyecto de trabajo se consideran "*en continua interacción*" en contraposición a ser considerados compartimentos estancos, y b) las etapas propuestas siguen patrones parecidos (ver cuadro 1).

1	*Presentación del proyecto al grupo clase.*
2	*Elección. Discusión y selección de los proyectos más adecuados.*
3	*Planificación.*
4	*Acción/Seguimiento. Es una revisión de la planificación.*
5	*Realización.*
6	*Evaluación: individual, grupo y grupo clase.*
	Ontoria y Molina(1988)
1	*Se parte de un problema o tema acordado.*
2	*Se inicia un proceso de investigación.*
3	*Se buscan y seleccionan fuentes de información.*
4	*Se establecen criterios de ordenación de interpretación de las fuentes.*
5	*Se establecen relaciones con otros problemas.*
6	*Se presenta el proceso de elaboración del conocimiento que se ha seguido.*
7	*Se recapitula.*
8	*Se concreta un nuevo tema y problema.*
	Hernández, F. (1987)
1	*Observación del contexto.*
2	*Análisis de la problemática.*
3	*Contrastación de opiniones.*
4	*Discusión y búsqueda de acuerdo.*
5	*Concreción de alternativas de acción.*
6	*Revisión de las interacciones y propuestas generalizadas.*
	Limón (1999: 251)
1	*Delimitación del problema.*
2	*Primer tratamiento de las ideas de los alumnos.*
3	*Búsqueda de información nueva.*
4	*Segundo tratamiento desde el contraste con la información nueva.*
5	*Recapitulación final y aplicación a nuevas situaciones.*
	García, J.E. (2000: 585-613)

CUADRO Nº 1. Etapas del trabajo por proyecto, según diversos autores.
FUENTE: Elaboración propia

Este tipo de esquemas de trabajo por investigación, con un mayor o menor grado de modificaciones, se han ido configurando, en los últimos años, como importantes estrategias para la educación ambiental y para la enseñanza de las

ciencias y de sus métodos, a la vez que se han ido enriqueciendo con aportaciones procedentes del empleo de las nuevas tecnologías (Gil et al., 1991; Gil, 1993; Yus, 2000: 636-637; Finn et al., 2002; Greca y González, 2002: 231; Linn, 2002; Jiménez, 2005).

I.1.1.2. Importancia de las metodologías investigativas en el contexto actual

No cabe duda de que la sociedad actual ha experimentado notables cambios en diferentes aspectos, pero tal vez una de las facetas más destacadas sea precisamente la del desarrollo de la ciencia y de la tecnología. En este marco de continua renovación y modernización aparecen fenómenos como la globalización, se generalizan las problemáticas ambientales y socioeconómicas, y numerosas expresiones como cambio climático, biodiversidad, calentamiento global, etc., pasan a formar parte del acervo lingüístico común (Ponting, 1992; La Torre, 1993; Merino y Mosquera, 1999; Colom, 2000; Gallego, 2002; Pujol, 2002).

Por otra parte, nos encontramos con un sistema educativo que tarda en reaccionar ante estos y otros muchos cambios, con centros de enseñanza en los que se practica una mera transmisión repetitiva y dogmática y en los que se deja entrever una idea de *ciencia normal* como un conjunto cerrado de saberes que opera mediante un único método científico inductivo. Ni tan siquiera las clases prácticas de laboratorio habituales rompen con estas tendencias ya que suelen ser planteadas como verificaciones de la teoría escasamente reflexivas (Catalán y Catany, 1986: 164; AA.VV., 1987: 10-11; Barberá, 1992; Álvarez y Carlino, 2004). Visiones de esta índole se ven potenciadas por el mundo de la publicidad mediante invocaciones a la ciencia como fuente de autoridad, por la visión simplista que asocia la investigación con lo novedoso (Campanario et al., 2001).

Los libros de texto se convierten en los materiales didácticos por excelencia siendo potenciados, entre otras cosas, por el enorme negocio que suponen. Sin embargo, un análisis detallado de los mismos revela un escaso o nulo

tratamiento de los conceptos relacionados con el entorno próximo del estudiante y de las problemáticas socioambientales, así como un enfoque de las actividades prácticas que tan sólo persigue la confirmación de contenidos conceptuales y el apoyo a su retención memorística (Torres, 1996; Gavidia y Cistierna, 2000). Sin ir más lejos, un análisis reciente sobre el concepto de sucesión ecológica concluye que los libros de texto, transmiten visiones deterministas y contribuyen a crear un lenguaje falsamente científico (Ibarra y Gil, 2005).

En este contexto, la ciencia escolar se percibe como *poco útil* por los alumnos como formación para la vida diaria, lo que desemboca en la creencia de que ni el estudio de la ciencia ni la formación de científicos merecen un apoyo especial como base para el progreso de un país (Manassero y Vázquez, 2001a). Otros autores van más allá con afirmaciones como que *la cultura de la apariencia y el consumo se apoya en el analfabetismo científico* (García, J. E., 2001:27).

Desde otros ámbitos más alejados de la investigación educativa, podemos destacar un estudio sociológico reciente, en el que se concluye que para un 40 % de los padres de alumnos españoles, deberían ampliarse los contenidos de tipo matemático y científico en Educación Secundaria, exigencia que nos sitúa al mismo nivel que las humanidades (41 %) y algo por detrás de las normas de educación, con el 48% (De Miguel y De Miguel, 2002). No obstante, este tipo de trabajos generalistas deben ser tomados con precaución, ya que no aclara a qué tipo de contenidos hace alusión y muy probablemente está considerando sólo los de tipo conceptual al modo tradicional. Más esclarecedor en este aspecto resulta un trabajo, publicado en *International Journal of Science Education*, en el que se han sondeado diferentes empresas del Reino Unido, que emplean personal científico, a fin de conocer los aspectos más demandados en su formación. Los autores e este estudio muestran que existe un rechazo hacia la enseñanza de una excesiva cantidad de conceptos teóricos frente a una demanda de mayor conocimiento práctico o procedimental, por ejemplo, las técnicas básicas de investigación. Resaltan el entusiasmo del alumnado de 11-14 años por los trabajos de investigación, y los recomiendan de cara a una futura reforma de la enseñanza, a cambio de una reducción en la carga teórica (Duggan y Gott,

2002: 675). Esta última idea es respaldada frecuentemente en las valoraciones que se realizan, a modo de conclusiones, en este tipo de experiencias, entre las que destaca el componente motivacional en el alumnado en general, en el profesorado y de forma muy especial en el alumnado con dificultades de aprendizaje (García, 1996; Oñorbe, 2002; Sierra y otros, 2003; Matos et al., 2003).

Por tanto, se hace cada vez más patente la demanda de una educación científica diferente, con conocimientos integrados (incluso de otras disciplinas tan distantes como el arte o la política), adogmática, que opte por fomentar la capacidad de hacerse preguntas ante la observación de los fenómenos naturales, de tomar decisiones, de buscar respuestas de forma racional empleando variadas metodologías científicas, de enseñar a aprender, de implicación activa de los individuos teniendo en cuenta los enfoques socioafectivos, y que dé respuesta a la necesidad de preparar a los investigadores del mañana (AA.VV., 1987; Gil et al., 1991; Barberá, 1992; Openshaw & Whittle, 1993; Manjón, 1999; Boyano, 2000; Savater, 2000: 51; Hart, 2002; Roth, 2002; Lope et al., 2005).

Diversas instituciones, no sólo educativas, han optado por apoyar el desarrollo de estrategias de enseñanza que contemplen estos supuestos, surgiendo así numerosas iniciativas como, por ejemplo, las ferias de la ciencia, las reuniones científicas para jóvenes de secundaria, numerosos concursos para trabajos escolares y las exposiciones como *Ciencia en el Aula* del Parque de las Ciencias de Granada.

Por otra parte, hemos de tener presente que en 2000, España se incorporó a la evaluación externa internacional, promovida por la OCDE, conocida como programa PISA, que en 2006 evaluará las competencias científicas básicas de los alumnos. Entre estas competencias destaca la capacidad de emplear conocimiento científico para identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en hechos, con el fin de ayudar a tomar decisiones acerca del mundo natural y de los cambios que la actividad humana produce en él (Nieda, 2006; Pro, 2006).

Pero también queremos dejar constancia de los riesgos que estas metodologías pueden llevar consigo, como sería caer en el *idealismo utópico* en un mundo tecnológico (Manjón, 1999) o en *un importante paidocentrismo* que da por supuesto que los alumnos siempre van a tener propuestas valiosas que realizar dejando a un lado la labor del profesorado en este aspecto (Torres, 1996), lo cual nos obliga a realizar un análisis más profundo de la metodología didáctica a la que nos referimos.

I.1.2. El método de proyectos. Algunos ejemplos de experiencias concretas en el aula

Existe una amplia gama de trabajos y experiencias educativas cuyos rasgos característicos los relacionan con el método de proyectos, aunque con denominaciones variopintas, de ahí que sea difícil establecer una serie de compartimentos claramente definidos en los que clasificar la abundante literatura existente al respecto. El criterio escogido para seleccionar las publicaciones que se mencionan en este apartado ha sido, por tanto, el de poseer características tales como la integración de conocimientos procedentes de diferentes disciplinas, la metodología de aula científico-investigativa, el trabajo de campo y la difusión de valores medioambientales, entre otras. Del mismo modo, se ha preferido no perder de vista los matices de muchas de estas iniciativas educativas, frente a la tentativa de agruparlas en categorías excesivamente jerarquizadas.

Como ejemplos de experiencias concretas de gran envergadura, por abarcar proyectos curriculares completos, podemos destacar *Humanities Curriculum Project*, con características propias de la investigación-acción, dirigido a estudiantes de secundaria del Reino Unido entre 1967 y 1970 y el proyecto *Man: A Course Of Study (MACOS)*, desarrollado en los EE.UU. entre 1963 y 1968, destinado a alumnado de Ciencias Sociales, en el que se utilizan ideas como la contrastación (poner ante los ojos del alumnado mundos muy diferentes al suyo, porque "la familiaridad puede producir desprecio" (en palabras de Dewey), el *currículo* en espiral, y la participación de verdaderos expertos de renombre

(Torres, 1996:207-212). En una línea cercana a las anteriores, se pueden enmarcar el *Proyecto Química Salters* (Grupo Salters, 1999), el *Proyecto Biología Salters-Nuffield* (Lope y otros, 2005), y el *Proyecto Física Salters* (Plana y otros, 2005), adaptaciones para el nuevo bachillerato del proyecto británico del mismo nombre. El rasgo más característico es ofrecer a los estudiantes una presentación mucho más atractiva, mostrando los métodos de la ciencia y sus relaciones CTS. Incluye una investigación de tipo individual que debe ser propuesta (de entre una lista dada o libremente) por el estudiante y tutorizada por un profesor.

A un nivel más cercano, encontramos numerosas experiencias, por lo que nos centraremos en aquellas que tratan aspectos relacionados con el medio ambiente en sentido amplio. Hemos de lamentar la escasa difusión que alcanzan las innovaciones realizadas por el profesorado de Primaria y Secundaria; no obstante tenemos algunas referencias de trabajos muy valiosos en este campo que raramente se publican, salvo que sean premiados en alguna convocatoria para trabajos escolares. A modo de muestra, se describen a continuación algunos de estos trabajos que merecieron algunos de los *Premios Francisco Giner de los Ríos a la innovación educativa* entre 1983 y 1986 (AA.VV.; 1987):

- *Chipiona 82. Una experiencia pedagógica interdisciplinar*. I.B. *María Zambrano* de Leganés (1983). La experiencia se desarrolla a modo de campamento en el que se realiza una investigación interdisciplinar que consiste en un estudio del medio físico en Doñana.

Premios 1984

- *Estudio Integral del Medio Ambiente* de Aurelio Santisteban Cimarro. I.B. *Barrio de la Elipa* (Madrid). Trata conceptos de ecología a través de "Sierra Pobre", una experiencia de simulación para analizar, evaluar y proponer alternativas. Pretende un enfoque socio-afectivo para fomentar la solidaridad y utiliza "material específico" y salidas al campo como "actividades dirigidas" .

- *Descubrir y conocer Palma de Mallorca*. Semana Cultural. IFP *Francesc de Borja Moll* de Palma de Mallorca. Realizan una exposición de murales, planos, fotos, etc. con las conclusiones de los trabajos de cada área y publican una revista con los mejores trabajos. En Ciencias Naturales tratan temas como análisis de agua, velocidad de circulación, contaminación acústica, pesca y artesanía.

- *Conocimiento e inserción del alumno en su entorno: el término municipal de Alicante*. I.B. *Miguel Hernández*. Participan Geografía e Historia, Ciencias Naturales y Ética. Usan fichas de recogida de datos en cada parada.

Premios de 1985

- *Congreso de jóvenes investigadores de la naturaleza* de Trinidad Gejo Pérez. I.B. *Comuneros de Castilla de Burgos*. Los alumnos (16-18 años) se responsabilizan de la organización. Funcionan por comisiones (secretaría general, información, recepción y alojamiento de participantes, asistencia técnica) que coordina entre sí la profesora. Invitan a centros (institutos) y personas interesadas en el Medio Ambiente a aportar trabajos; en 1983 de ámbito provincial y posteriormente, de Castilla-León.

- *Medina de Rioseco y su entorno. Una forma de conocer el medio*. I.B. de Medina de Rioseco e IB *Jorge Guillén.* Agrupan al alumnado por áreas de interés y proponen tres tipos de actividades: trabajo en equipo (análisis teórico, realización de prácticas y elaboración de material para la exposición final), puestas en común, actividades colectivas (vídeos, charlas, excursiones...), mapas topográficos, fotos aéreas, análisis de suelos y de agua, climogramas, etc.

- *Museo Escolar de la Ciencia*. I.B *Cardenal Oria* de Madrid. Organizan experiencias (prácticas de tipo tradicional) en torno a tres "circuitos" de recorrido independiente (químico, físico y geológico).

Premios 1986

- *Aprendemos en nuestro entorno* I.B. *Ramón Olleros Gregorio* de Béjar. Completísimo estudio del medio en forma de actividad extraescolar. Incluye publicación y exposiciones.

- *Aplicación de la Metodología Científica al estudio de la situación ecológica del Río Narcea*. I.B. de Cangas del Narcea. Estudian las causas de contaminación del río.

En el ámbito de la educación ambiental en centros educativos de Andalucía, destacan las convocatorias de los premios "Pon Verde tu Aula", de la Consejería de Medio Ambiente. Reseñamos a continuación algunas experiencias:

- El trabajo *Problemas ambientales en el entorno del centro*, realizado por alumnos de 3º de BUP, consistió en un estudio bibliográfico, la elaboración de un audiovisual y la puesta en marcha de una campaña con pegatinas, mesa redonda, y publicaciones. Otros trabajos tuvieron por objeto el estudio del medio rural, del impacto de las basuras y del reciclaje de papel (AA.VV. 1992).

- Diversos proyectos premiados en "Pon Verde tu Aula", todos ellos, con campaña divulgativa. Los temas son: contaminación acústica y sus efectos sobre la salud, uso de plaguicidas, basuras, huerto-escuela y medio subterráneo (AA.VV. 1993 b).

- Otros trabajos de investigación del medio con temas como: paisaje de Guadix y problemas medioambientales en el entorno de Porcuna (AA.VV. 1993a).

Al margen de estas experiencias innovadoras podemos encontrar multitud de trabajos en la literatura. Con el fin de sistematizar el tratamiento de las referencias encontradas en publicaciones del ámbito de la investigación educativa, haremos alusión a las características más sobresalientes que las

definen, pero sin pretender realizar una clasificación de los trabajos que aquí se mencionan. Por la metodología que utilizan, les agruparemos en:

A) Trabajos de corte multidisciplinar, interdisciplinar o transdisciplinar en los que se suelen utilizar programas-guía de actividades o variantes (fichas de trabajo, etc.) y que utilizan el medio como recurso didáctico o simulaciones del mismo.

B) Experiencias que trasladan al medio escolar las metodologías propias de las ciencias ambientales.

C) Iniciativas que hacen alusión de forma explícita al método de proyectos, a problemas abiertos de tipo ambiental o similares.

A) Trabajos de corte multidisciplinar, interdisciplinar o transdisciplinar en los que se suelen utilizar programas-guía de actividades o variantes (fichas de trabajo, etc.) y que utilizan el medio como recurso didáctico o simulaciones del mismo:

- DE LA ROSA, B. & GONZÁLEZ, J.C. (1990) "Acercamiento pedagógico a los itinerarios en la naturaleza" *Cuestiones pedagógicas* 6-7 pp. 179-188 Universidad de Sevilla. Excelente trabajo sobre itinerarios en la naturaleza, en particular la revisión histórica de los mismos. Arguyen que los itinerarios hechos para grupos de estudiantes deben tener una serie de peculiaridades metodológicas: trazado en mapas, utilización de un cuestionario-guía orientativo y con la información reducida a lo imprescindible, etc. Este trabajo constituyó un primer paso para el diseño de itinerarios en Doñana.

- ESCUDERO, J.C.; BUYOLO, T. & CABEZAS, J. (1995) "Introducción a la valoración del impacto agrícola en la didáctica de la educación ambiental" . Con este trabajo se pretende, a través de la educación ambiental, iniciar a los alumnos en los conceptos de producción agrícola, sucesión ecológica, impacto ambiental, biodiversidad e introducirlos en sus valoraciones

objetivas. Realizada con alumnos universitarios, consideran extrapolable la experiencia a otros niveles educativos. El método consta de cuatro partes: Planificación detallada de la experiencia (determinación del lugar, selección de los tipos de impactos, preparación del terreno), diseño de una metodología de muestreos, tratamiento de los datos e interpretación de los resultados.

- GARCÍA, J.M. (1995). *Riesgos naturales: las inundaciones*. Una cuidada secuencia de actividades de enseñanza, entre la que destacan las encuestas y el trabajo de investigación de campo.

- CALLEJO, M. L. & LLOPIS, C. (1992). *Planos y mapas*. Actividades interdisciplinares para representar el espacio. Narcea-MEC: Madrid. Colección de materiales didácticos secuenciados para trabajar en el aula. Dedican especial atención al desarrollo de la visión espacial y a la percepción de la escala.

- CANO, M.I. et al. (1998) *El estudio de un solar: algo más que yerbas y bichos*. Alambique: Barcelona. Metodología típica del trabajo de campo y posterior análisis y tratamiento de datos.

- PÉREZ VEGA, M. A., (1998) *La Humanidad y el Medio Ambiente. Una propuesta de Educación Ambiental para la Enseñanza Secundaria*. En este trabajo se realiza una propuesta de asignatura optativa *no reglada* en respuesta al carácter abierto que la *LOGSE* deja en este apartado y que en los primeros años de su implantación gozaba de gran aceptación por el profesorado inmerso en movimientos de innovación y renovación pedagógica. Consta de dos partes, una primera, dedicada a revisar aspectos didácticos generales y a justificar los planteamientos metodológicos; en la segunda se diseña y desarrolla propiamente la asignatura *La Humanidad y el Medio Ambiente*, siguiendo la estructura entonces novedosa de objetivos, contenidos (conceptos, procedimientos y actitudes) y criterios de evaluación. El eje vertebrador de la propuesta es

el enfoque biohistórico, inspirado especialmente en una excelente obra de Clive Ponting[1]. La asignatura se estructura en tres unidades didácticas: *I. De los Cazadores-Recolectores a la Agricultura y la Ganadería*, *II. Hacia la Sociedad Industrial* y *III. La Crisis Ambiental:hacia la Humanidad del Futuro*. Se incluyen programas-guía completos con actividades comentadas, actividades de evaluación y bibliografía recomendada.

- PÉREZ VEGA, M. A. (Coord.) et al. (1999) *Investigando los Recursos de la Sierra*. Memoria de una propuesta multidisciplinar para secundaria, en la que un equipo formado por catorce docentes puso en práctica una serie de materiales didácticos elaborados por ellos mismos. El tópico de investigación, los recursos de la Sierra del Segura, sirvió de nexo entre las ocho áreas de conocimiento implicadas, dando como resultado una variada gama de materiales didácticos y una alta valoración de la tarea entre los participantes. Desde el área de Ciencias de la Naturaleza se aborda el estudio del olivar como ecosistema y del aceite de oliva como sustancia a través de sus propiedades físicas y químicas.

- PONCE DE LEÓN, A. y OTROS (1999) "Programa interdisciplinar que atiende a la educación para el ocio, el consumo y el medio ambiente basado en la producción de materiales didácticos y lúdicos de educación física". Programa interdisciplinar de Educación Física con actividades como la construcción de juguetes con desechos.

- ROJERO, F. (1999) "Entender la organización. Aspectos didácticos del estudio de los ecosistemas". Describe someramente el proyecto *Cambio2* y el módulo *Biodiversidad* concebido como un programa-guía.

- SOUTO, X. M. (1999) "Los proyectos de innovación didáctica: El proyecto GEA-CLÍO y la didáctica de la Geografía e Historia". Proyecto de innovación basado en la utilización de unidades integradas en torno a centros de interés social y ambiental.

[1] PONTING, C. (1992) **Historia verde del mundo**. Barcelona: Paidós

- FERNÁNDEZ, J.; ELORTEGUI, N. & MORENO, T., 2000 "Actividades en torno a un taller de energías renovables". Se plantea como asignatura optativa. Los alumnos construyen maquetas de objetos y aparatos utilizados en las energías renovables. Mencionan la corresponsabilidad del alumno en su aprendizaje, "profesor y alumnos investigan conjuntamente diversas situaciones problemáticas". Se exige la redacción de un informe final.

- MÁRQUEZ, A. & TORRES, J. M. (2000) *Estudio de un ecosistema*. El alumnado recoge datos con ayuda de unas fichas, toman muestras y delimitan un transecto del que se realizará un corte topográfico y sobre el cual serán presentadas las especies encontradas. El estudio concluye con un análisis de las características físico-químicas, la acción antrópica sobre el ecosistema y la contaminación.

- MUÑOZ, M. A. & MUÑOZ, M. D. (2001) "La educación ambiental. Una propuesta educativa" . Defienden la idea de que sólo se hace educación ambiental si las actividades se justifican y desde el aula se dirige la formación e información que se pondrá en juego. Pretenden la implicación del alumnado con su medio o hábitat. La metodología empleada es la observación e investigación dirigida, con los siguientes pasos: observación, motivación, comentario de texto, explicaciones diversas, debate, investigación (programa guía o cuestionario) y elaboración de informes.

- VELASCO, J.M. (2001) La botánica aplicada o cómo mostrar las utilidades de los vegetales. Programa-guía sobre botánica aplicada, asignatura optativa (MEC-ESO).

- MEMBIELA, P., (2002) Las temáticas transversales en la alfabetización científica. Experiencia que ha utilizado la integración de los temas transversales (entre ellos la Educación Ambiental) en el currículo de ciencias. Los proyectos curriculares "La naturaleza en la ciudad" y "La

salud es cosa de todos" se desarrollan en secundaria e incluyen guía de actividades variadas (planificación y realización de campañas, charlas de expertos, etc.) con material, orientaciones didácticas, y un modelo holístico de evaluación de programas.

- MERINO, J.; BALLESTEROS, C.; LÓPEZ, E., (2002) " "¿Qué hacemos con las basuras?": una unidad didáctica orientada a la educación ambiental de l@s alumn@s de primaria". Utilizan gran variedad de actividades, entre las que destacan aquellas que hacen partícipes a las familias del alumnado: conferencias, charlas, talleres de reciclaje, construcción de juguetes con materiales de deshecho. En el apartado de "reflexiones" califican a su modelo de "reflexivo y colaborativo entre los miembros de la comunidad educativa(...) un modelo alternativo de enseñanza".

- MORENO, J. L. y otros (2002) "Proyecto multidisciplinar y multimedia para la enseñanza de las ciencias en la E.S.O. y Bachillerato" . Este proyecto se basa en globalizar diferentes asignaturas en torno a un proyecto común multidisciplinar para las áreas científicas. Es multimedia porque la información se busca a través de enciclopedias virtuales, CDs temáticos, vídeos, Internet, además de los métodos tradicionales. Metodología con tres fases: adquisición de las herramientas básicas (procesador de texto, hoja de cálculo...), búsqueda de información (sobre todo referencias electrónicas en torno a ejes temáticos) y presentación final de cada grupo al resto de compañeros y profesorado.

- RAMÍREZ, D.; TEJERA, C. & MARRERO, J.J., (2002) "Experiencia de campo en el malpaís de Güimar: un recurso didáctico en el área de ciencias de la naturaleza". Utilizan *El malpaís de Guimar* como recurso didáctico y un cuadernillo de campo con las actividades: mapas topográficos, brújula, tablas de factores abióticos, materiales geológicos y claves dicotómicas. Puesta en común en el Aula.

- SIERRA, J.L; PERALES, F.J. & VÍLCHEZ, J.M. (2003) "Estudio de la influencia en la mejora de la calidad de la enseñanza de la Física y Química en ESO y Bachillerato de nuevas estrategias docentes basadas en el aprendizaje por descubrimiento y por investigación, utilizando programas informáticos de modelización y simulación de fenómenos físico-químicos". Aplican la estrategia de enseñanza propuesta por Gil (1993) de aprendizaje como investigación mediante el diseño y puesta en práctica de software informático de simulación de fenómenos físicos. Constatan la mejora en el aprendizaje de algunos contenidos conceptuales y una mejora significativa en la actitud hacia la ciencia.

B) Experiencias que trasladan al medio escolar las metodologías propias de las ciencias ambientales:

- AZNAR, V. & PEREIRO, C. (1999) "Una consultora de 3º de BUP: ¿construir un colector?". Los alumnos, en grupos, trabajan del modo que lo haría una consultora medioambiental ante al proyecto de construcción de un colector que atraviesa humedales protegidos. Detectan cambios favorables en la percepción de sí mismos como parte del paisaje. Este trabajo es objeto de una tesis doctoral de investigación-acción en la que se pone de manifiesto la posibilidad de desarrollar competencias ambientales en los alumnos (Jiménez, López y Pereiro, 2006).

- CONDE, M.C.; SÁNCHEZ, S. & CORRALES, J.M. (2002) "Aportaciones de las experiencias de ecoauditorías en los centros educativos a la didáctica de las ciencias". Las ecoauditorías escolares son procesos de enseñanza-aprendizaje activos y participativos en los que se realiza una evaluación del centro desde el punto de vista ambiental, participando diversos sectores de la comunidad educativa en la misma y que tiene como resultado una intervención directa a través de grupos de trabajo organizados en la mejora de la calidad ambiental del centro y una adquisición de actitudes y competencias que ayudarán a todos los sectores participantes, no sólo a una vida coherentemente ambiental en su centro,

sino en su hogar y en su localidad. Las etapas del proceso son: propuesta de inicio, creación del grupo de trabajo o comisión ambiental, establecimiento de objetivos, metas y temas básicos, elaboración de instrumentos para la auditoría, organización de equipos de trabajo en la comisión ambiental, realización del diagnóstico ambiental del centro, elaboración de un plan de propuestas de acción, fijación de compromisos y puesta en marcha del plan, seguimiento y evaluación de resultados y del proceso y por último, difusión de resultados. Las temáticas escogidas versan sobre clima escolar, documentos y planes del centro, consumos, convivencia, desechos, instalaciones, etc. Están implicados todos los sectores del consejo escolar más ONGs.

- CANO, J.M. 2002 "La ecoescuela. Una fórmula para la educación ambiental". Se trata de un proyecto de educación ambiental cuyo objetivo primordial es transformar los centros de enseñanza en ejemplos de gestión ambiental, especialmente en el ámbito de los residuos, energía y convivencia. Pretenden implicar a sectores extraescolares que participan a través de un "comité ambiental". Entre los principales logros que se pretenden están la realización de una auditoría ambiental, la creación de un código de conducta y de un plan de acción y la consecución de un galardón que otorga la "red de ecoescuelas". Este tipo de proyecto ha tenido gran aceptación en el ámbito andaluz; se puede encontrar amplia información en el número monográfico de la revista Aula Verde (nº24) dedicado a la red andaluza de ecoescuelas.

C) Experiencias que hacen alusión de forma explícita al empleo del método de proyectos, problemas abiertos de tipo ambiental o similares:

- FERNÁNDEZ, F. & MORENO, M. L. (1989) "Educación Ambiental y Diseño Curricular". Proponen un modelo de educación ambiental basado en la pedagogía del aprendizaje y en el modelo de investigación enfocados desde una perspectiva constructivista. Trabajan con grupos de alumnos que proponen e investigan sus propias hipótesis en un parque. Como

resultados destacan el hecho de que los alumnos tienen serias dificultades para emitir hipótesis, muestran tendencia al activismo, carecen de rigor en la toma de datos, identifican manipulación con experimentación desligada de hipótesis de referencia, tienen la tendencia a atribuir la "verdad" a lo que dicen los libros o el profesor antes que a deducirla de sus experiencias, etc.

- AGUADED, S. & DÍAZ-GUERRA, A. (2001) "Valores y riesgos ambientales: una propuesta para la enseñanza secundaria". El artículo consta de dos partes, una de las cuales consiste en describir una estrategia de enseñanza centrada en valores titulada *Secuencia transdisciplinar de los riesgos para la ESO basada en la metodología investigativa.* Se desarrolla en tres fases: poner de manifiesto las ideas previas (metodología interrogativa), planteamiento de la investigación (búsqueda de información fundamentalmente en prensa) y aplicación del aprendizaje (simulaciones).

- OLIVA, J.M. et al. (2002) "Las exposiciones científicas escolares y su contribución al ámbito afectivo en los alumnos participantes". Descripción de los resultados de una experiencia con escolares y profesores sobre el diseño y realización de una exposición científica itinerante con cuarenta y cinco módulos de experimentos enfocados como resolución problemas abiertos de carácter práctico.

- PÉREZ, J. (2002) "Proyecto de Educación Ambiental: pensando en verde". Actividades de tecnología del tipo clasificación de residuos, juegos de frases, murales, construcción de contenedores, construcción de un belén con residuos, etc.

- TINOCO, M.A. (2003) "El método de realización de proyectos técnicos: demostración empírica de su utilidad en el área de la Tecnología General en ESO mediante la Red Telemática Educativa (Averroes)". Aplican el método de proyectos a la resolución de problemas que se plantean

utilizando la red Averroes entre cuatro I.E.S. Las fases del método son: identificación del problema, propuesta, diseño, construcción, evaluación, presentación y comunicación.

- DREWES, A. & IULIANI, L. (2003) "El enfoque CTS por situaciones problema: una propuesta para el aprendizaje de contenidos de contaminación ambiental". Se desarrolla en Argentina con estudiantes de química 16/17. Proponen un problema CTS (la contaminación) y los alumnos diseñan actividades de investigación escolar. Pretenden revertir visiones distorsionadas de la ciencia desde una alfabetización científica; para ello entrenan a un grupo de docentes en el diseño de planificaciones, empleando los siguientes niveles de análisis: curricular (selección y secuenciación de contenidos disciplinares por parte del profesor en sus propios programas de química), metodológico (trabajo coordinado del grupo de docentes para diseñar las estrategias y metodologías y los ejes disciplinares e interdisciplinares) y teórico, de fundamentación: epistemológica, científica y didáctica. El esquema propuesto pretende que los docentes transformen los contenidos disciplinares en problemas o situaciones problemáticas que susciten intereses y compromisos éticos y afectivos.

- FERNÁNDEZ, L. Y LÓPEZ, J. (2005) " Un pan eterno, ¿ciencia o metafísica?" Destacamos, a modo de ejemplo este trabajo en el que un alumno de ESO diseña y realiza un experimento sencillo para dilucidar si una creencia popular es o no cierta. Dicha creencia afirma que ciertos panes que son bendecidos en una fiesta religiosa se conservan eternamente.

Por último, haremos mención a *MERIDIES*[2], una iniciativa que podría considerarse ejemplar en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. Desarrollada en Cáceres por el *Grupo de Innovación Educativa Iniciación al Trabajo Científico en EE.MM.*, con José Manuel Rivero como director, organizan *reuniones*

[2] véase www.meridies.info

científicas y publican un boletín con trabajos realizados por alumnado de enseñanzas medias desde 1997. En las últimas convocatorias han participado alumnos de otras comunidades autónomas, e incluso de otras naciones como Colombia, Inglaterra, Perú, Portugal y Suecia (Rivero, 2000).

I.2. PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN

En primer lugar, la investigación debe proporcionar un marco conceptual adecuado para entender la metodología de investigación-acción, bajo la luz de las últimas tendencias en Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Educación Ambiental formal, y para adaptar programas pedagógicos del tipo método de proyectos, a la enseñanza de aspectos científicos y medioambientales en Ciencias de la Naturaleza de la secundaria obligatoria.

En segundo lugar, se pretende desarrollar y validar un instrumento que permita medir concepciones y actitudes del alumnado de secundaria hacia la ciencia y el medio ambiente.

En tercer lugar, realizar una investigación, con alumnado de la E.S.O. destinatario de un programa pedagógico fundamentado en los supuestos anteriormente expuestos, que nos permita conocer la naturaleza del cambio experimentado por los sujetos en cuanto a las variables propuestas. Para ello será necesario contar con un grupo experimental y un grupo de control y desarrollar una metodología de investigación de tipo pretest-postest.

Por último, realizar una valoración de los resultados obtenidos y caracterizar la naturaleza del cambio experimentado por los sujetos que han cursado el programa, incluyendo un juicio de valor sobre la validez de la investigación-acción como metodología de aula en educación ambiental formal, dentro del actual sistema educativo.

I.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los objetivos suponen la concreción de las líneas generales o propósitos de la investigación. Tienen como finalidad indicar al investigador, de un modo preciso, hacia dónde debe dirigirse su trabajo, y delimitar, de forma clara, concisa y evaluable, las finalidades últimas de la investigación.

Los objetivos marcados en esta investigación son los siguientes:

Objetivo nº 1
Conocer las actitudes que tiene el alumnado del I.E.S. *Iulia Salaria* respecto a la ciencia y el medio ambiente.

Objetivo nº 2
Valorar los cambios producidos en el alumnado del I.E.S. *Iulia Salaria* después de la aplicación del programa *Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental* para la mejora de actitudes hacia la ciencia y el medio ambiente.

I.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Mediante las hipótesis, el investigador realiza una predicción o conjetura, basada en trabajos anteriores, acerca del resultado de un determinado estudio. Las hipótesis cumplen varias funciones de gran importancia. En primer lugar, la necesidad de producir resultados concretos, requiere un nivel considerable de reflexión sobre el problema; de forma que ayudan a estructurar el diseño de la investigación y por tanto, la elección del método, y de la técnica e instrumento de recogida de datos. En segundo lugar, permiten estructurar el análisis estadístico, o lo que es lo mismo, posibilitan el enfoque cuantitativo. En tercer lugar, las hipótesis vertebran el informe escrito sobre el análisis de los resultados; y por último, posibilitan conocer al lector cuáles eran las intenciones del investigador antes de comenzar su estudio.

En esta investigación, consideraremos solamente una variable independiente, la aplicación del programa pedagógico *"Estrategias de investigación científica en educación ambiental"*. Serán consideradas variables dependientes, las cinco dimensiones que se han definido dentro del ámbito de las actitudes hacia la ciencia y el medio ambiente (*conservación del medio ambiente, intención de conducta, actitud hacia la ciencia, concepciones sobre la naturaleza de la ciencia* y *contribución de la ciencia a la solución de los problemas medioambientales)* que han supuesto, a su vez, el armazón sobre el cual se ha diseñado el cuestionario que ha de medirlas. Con el fin de conocer las posibles influencias de variables extrañas, se aplica el cuestionario, de forma paralela, a un grupo control.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se establecen las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen sobre la ciencia y el medio ambiente, medidas a través del Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia y el Medio Ambiente (C.A.C.M.A.), previamente a la aplicación del programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.), a alumnos de Segundo Ciclo de Educación Secundaria Obligatoria.

Subhipótesis 1.1.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen respecto a la *conservación del medio ambiente* medida a través del C.A.C.M.A. previamente a la aplicación del Programa Pedagógico "Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) a alumnos de Segundo Ciclo Educación Secundaria Obligatoria.

Subhipótesis 1.2.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen respecto a la *intención de conducta ambiental* medida a través del C.A.C.M.A. previamente a la aplicación del Programa Pedagógico "Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) a alumnos de Segundo Ciclo Educación Secundaria Obligatoria.

Subhipótesis 1.3.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen respecto a la *actitud hacia la ciencia* medida a través del C.A.C.M.A. previamente a la aplicación del Programa Pedagógico "Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) a alumnos de Educación Secundaria Obligatoria..

Subhipótesis 1.4.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen respecto a las *concepciones sobre la naturaleza de la ciencia* medida a través del C.A.C.M.A. previamente a la aplicación del Programa Pedagógico "Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) a alumnos de Educación Secundaria Obligatoria..

Subhipótesis 1.5.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen respecto a la *contribución de la ciencia a la solución de los problemas medioambientales* medida a través del C.A.C.M.A. previamente a la aplicación del Programa Pedagógico "Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) a alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.

Hipótesis 2

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a la ciencia y el medio ambiente, medidas a través del Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia y el Medio Ambiente (C.A.C.M.A.), antes y después de la aplicación del programa pedagógico *Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental* (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Subhipótesis 2.1.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a la *conservación del medio ambiente* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Subhipótesis 2.2.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a la *intención de conducta ambiental* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Subhipótesis 2.3.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a *actitud hacia la ciencia* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Subhipótesis 2.4.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a las *concepciones sobre la naturaleza de la ciencia* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa

pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Subhipótesis 2.5.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a la *contribución de la ciencia a la solución de los problemas medioambientales* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Hipótesis 3

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre la ciencia y el medio ambiente, medidas a través del Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia y el Medio Ambiente (C.A.C.M.A.), con posterioridad a la aplicación del programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Subhipótesis 3.1.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre *conservación del medio ambiente*, medidas con el C.A.C.M.A. con posterioridad a la aplicación del programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Subhipótesis 3.2.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre *intención de conducta ambiental*, medidas con el C.A.C.M.A. con posterioridad a la aplicación del programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Subhipótesis 3.3.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre *actitud hacia la ciencia*, medidas con el C.A.C.M.A. con posterioridad a la aplicación del programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Subhipótesis 3.4.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre *concepciones sobre la naturaleza de la ciencia*, medidas con el C.A.C.M.A. con posterioridad a la aplicación del programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Subhipótesis 3.5.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre *contribución de la ciencia a la solución de los problemas medioambientales*, medidas con el C.A.C.M.A. con posterioridad a la aplicación del programa pedagógico Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Hipótesis 4.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a la ciencia y el medio ambiente, medidas a través del Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia y el Medio Ambiente (C.A.C.M.A.), antes y después de la aplicación del programa pedagógico *Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental* (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Subhipótesis 4.1.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a la *conservación del medio ambiente* medidas a

través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico al grupo experimental.

Subhipótesis 4.2.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a la *intención de conducta ambiental* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico al grupo experimental.

Subhipótesis 4.3.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a la *actitud hacia la ciencia* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico al grupo experimental.

Subhipótesis 4.4.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a las *concepciones sobre la naturaleza de la ciencia* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico al grupo experimental.

Subhipótesis 4.5.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a la *contribución de la ciencia a la solución de los problemas medioambientales* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico al grupo experimental.

Capitulo II:
Revisión de la Literatura sobre el método de proyectos

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EL MÉTODO DE PROYECTOS

La metodología de investigación-acción en general y, en particular, el método de proyectos, aparecen recogidos en la literatura desde muy diferentes campos, tanto implícita como explícitamente.

Para conocer el estado de la cuestión, se han estudiado en cinco ejes: los antecedentes históricos, la Epistemología, la Didáctica de las Ciencias, la Educación Ambiental y la legislación educativa. Los antecedentes, ya comentados en el primer capítulo, como parte del marco teórico, nos introducen en la investigación-acción y nos aportan una perspectiva histórica acerca de la génesis y posterior evolución de estos métodos aplicados a la enseñanza. Un cierto conocimiento de la Epistemología nos permitirá abordar, con mayor rigor, los fundamentos del proceder científico, ya que éste, uno de los principales contenidos que se tratan en la investigación. La Didáctica de las Ciencias, como cuerpo de conocimiento cada vez más sólidamente establecido, puede enriquecer, desde postulados cercanos a la labor docente, nuestro conocimiento sobre muy diversos aspectos que confluyen en el método de proyectos. Desde la Educación Ambiental, nos acercaremos al universo de valores y enfoques que aparecen implicados en el tratamiento didáctico de los aspectos relacionados con el medio ambiente y con la crisis ecológica. Por último, un examen de las legislación actual nos servirá para tener una referencia de lo que se está demandando a nuestro sistema educativo.

El intervalo de tiempo en el que se ha centrado la investigación bibliográfica abarca los últimos catorce años, aunque se han incorporado referencias anteriores de algunos autores cuyos trabajos resultaban de especial interés.

II.1. RELACIONES ENTRE EL MÉTODO DE PROYECTOS Y LA EPISTEMOLOGÍA

El desarrollo de una metodología didáctica que tenga como objeto de enseñanza el proceder investigativo de la ciencia, debe profundizar, en primer lugar, en la propia naturaleza del mismo, de ahí que se considere adecuado incluir un apartado dedicado a examinar las principales aportaciones de la epistemología científica. Nos centraremos en las relaciones con el método de proyectos porque, como es ampliamente aceptado, las etapas que suceden en el aprendizaje remedan, en muchos casos, las del desarrollo histórico de los conocimientos científicos (Mellado y Carracedo, 1993).

II.1.1. Naturaleza e Historia del Conocimiento Científico

La historia de la ciencia es la historia de las buenas preguntas.
(J. Wagensberg)

El carácter de las ciencias como actividad humana y de la epistemología como guía para enseñar a pensar científicamente han sido objeto de profundas reflexiones. A la pregunta *¿Qué es la Ciencia?* se han dado una serie de respuestas diferentes a lo largo de la historia del pensamiento.

El empirismo y el positivismo, representado por Bacon, Locke y Hume entre otros, y el racionalismo (Descartes, Kant, etc.) coinciden en una visión del conocimiento humano en la que la naturaleza y el entendimiento son fijos y universales; la materia es esencialmente inerte aunque la razón reside en una Mente o Conciencia de naturaleza distinta y superior, y en la que la geometría ofrece un patrón de certeza absoluta. Con el positivismo lógico se presenta un modelo de ciencia hipotético-deductiva, en la que rige un único *método científico* riguroso y experimental.

A raíz de la Teoría de la Ciencia Social Crítica de Habermas, el positivismo entra en crisis, se relativiza la idea de "método científico" y se pone de manifiesto la influencia de los factores sociales. Con Witgenstein, se reconoce el papel del lenguaje en el conocimiento y en la comunicación. Aparece así un nuevo modelo de ciencia (modelo contextual, pragmático, o constructivista) como actividad humana transformadora del mundo. Las teorías incluyen un "saber hacer" y se reconoce la conexión entre los modelos y la realidad. Se descartan las concepciones empiristas en las que los conocimientos se interpretan como resultado de la inferencia inductiva a partir de datos puros. Según Popper, la refutabilidad cobra una importancia capital en el avance de la ciencia, ya que, según él, no se razona en términos de certezas, sino en términos de hipótesis consideradas como simples tentativas de respuesta refutables. Sin embargo Kuhn propugna la existencia de paradigmas teóricos generales que orientan el conocimiento y que sólo pueden ser sustituidos en el transcurso de grandes *revoluciones* científicas; y Lakatos incide en la importancia del papel que juega la propia experiencia histórica real de los científicos. En una atractiva visión de la ciencia, Toulmin (1977) va más allá y propone un modelo *ecológico* basado en la evolución de *poblaciones conceptuales* que varían en función de factores intrínsecos (o intelectuales) y extrínsecos (o sociales). Toulmin entiende los conceptos como significados compartidos y admite una variedad de métodos y estrategias que pueden estar influidos pero no limitados por épocas ni por estilos nacionales; por lo tanto, concibe la ciencia no sólo como una población cambiante de conceptos, asociados en teorías más o menos estructuradas, sino como una población cambiante de científicos, vinculados en instituciones más o menos formalmente organizadas. Así, finalmente, las teorías son consideradas constructos intelectuales, por tanto, no se descubren sino que se inventan y son susceptibles de modificación. Algunas teorías llegan a ser aceptadas como hechos generales o leyes, pero si fallan, no son descartadas, sino que se reconocen sus limitaciones. Aunque estas leyes no se suelen presentar a menudo en los libros de texto, proporcionan su estructura lógica a las disciplinas (Toulmin, 1977; López Górriz, 1988; Gil et al., 1991: 34-36; Barberá, 1992; Izquierdo, 2000).

ÉPOCA	PENSADORES	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Edad Moderna	Galileo, Newton, Bacon, Descartes…	Ciencia moderna	Método experimental e inducción.
Siglo XVIII	A. Compte y J. Stuart Mill	Positivismo	Un único método para todo conocimiento científico, según directrices de la física-matemática.
	Dilthey, Webwer, etc.	Hermenéutica	*Comprensión* "desde dentro" rechazando la el canon de causalidad físico matemática.
Siglo XX	Russell y el Círculo de Viena (Carnap…)	Positivismo lógico o empirismo lógico	Sólo los enunciados sometidos a la lógica y a la verificación empírica pueden ser considerados ciencia
	Popper	Racionalismo crítico	Rechaza la validez de la verificación empírica (por ser provisional e insostenible) a cambio de la *falsación*: la refutación puede ser concluyente.
	Escuela de Frankfurt (Habermas, Horkheimer, Adorno, Marcuse…)	Teoría crítica de la sociedad	La captación de lo empírico está mediatizada por la sociedad en que vive; la lógica de la ciencia no puede prescindir del contexto social, político y económico.
	Toulmin	Modelo ecológico	*Poblaciones conceptuales* que varían en función de factores intrínsecos (o intelectuales) y extrínsecos (o sociales).

CUADRO Nº 2: Evolución histórica de las ideas sobre la ciencia
FUENTE: Elaboración propia

Desde una óptica integradora, Jorge Wagensberg (2002, 2003), conocido científico y divulgador, entiende la ciencia como una representación mental pero finita (por ser objeto de comunicación) de la realidad que cumple tres principios: *objetividad* (el científico debe no interferir en lo que observa), *inteligibilidad* o comprensividad y *dialéctica*, es decir, desmentible por la realidad.

No obstante, sería excesivamente simple reconocer un consenso total acerca del tema que nos ocupa. Así, estas *ideas de moda* en torno a la ciencia inspiran una serie de *reflexiones epistemológicas*, como por ejemplo, el hecho de que la intervención en la observación y análisis de la realidad pueden interferir en el funcionamiento del mundo que se pretende analizar, y la idea de que no podemos menospreciar la importancia de la inducción y de la genialidad en el

conjunto de los procesos mentales y de los descubrimientos. La historia de las ciencias debe manejarse prudentemente en la enseñanza de las ciencias y es excesivo considerarla como la única manera de aprender. Como afirma Gallegos (1997), quizás se haya exagerado la influencia del azar en los descubrimientos científicos.

La ciencia posee además un carácter institucional y un sistema de valores que debe ser examinado con mayor detenimiento. Un primer análisis, ya clásico, fue realizado por Merton en 1977, quien considera fundamentales en la institucionalización de la ciencia factores como un sistema de valores propio, el intercambio de información y la estratificación en su organización (ver cuadro nº 3).

FACTORES	RASGOS CARACTERÍSTICOS
Los valores como elemento de socialización	*Comunismo*: los descubrimientos son propiedad de toda la comunidad *Universalismo*: todos los científicos son iguales *Desinterés*; el único beneficio es el trabajo bien hecho *Escepticismo* *Humildad* *Originalidad*
El intercambio de información	Eficiente sistema basado en la comunicación y publicación de trabajos. Predisposición a la colaboración mutua.
Estratificación en la organización (distribución de las recompensas)	*Efecto del sillón 41* (la academia de ciencias sólo tiene 40 sillones) *Efecto de trinquete* (una vez alcanzado un nivel, nunca se baja de él aunque llegue una persona mejor dotada) *Efecto Mateo* (acumulación de recompensas en unos pocos científicos y su negación a otros muchos)

CUADRO Nº 3: Características del análisis mertoniano de la ciencia
FUENTE: Elaboración propia a partir de Manassero y Vázquez, 2001 b.

El análisis mertoniano se considera hoy superado por la realidad de los contravalores (ansia de recompensas, intereses particulares, falsificación de datos o pruebas, plagio, etc.) entendiéndose la comunidad científica como un grupo caracterizado por la diversidad de intereses, posiciones, etc. (Manassero y Vázquez, 2001 b). En este sentido, se pueden analizar una serie de aspectos desconocidos y ocultos de la ciencia que pueden jugar un papel fundamental. Por ejemplo, la importancia de los mecanismos de comunicación, ya que un

descubrimiento no se considera definitivo hasta que es dado a conocer a la comunidad científica. Esto trae consigo la existencia de *colegios invisibles* formados por una comunidad informal de científicos de todo el mundo que investigan en un tema concreto y que suelen conocerse entre sí. La obsesión por verse reconocidos se convierte en un verdadero *publica o muere*, se emplean técnicas como dividir los resultados de un trabajo de investigación en la mayor cantidad posible de unidades publicables, se ejercen presiones sobre los editores y se busca a toda costa pertenecer al mayor número posible de comités científicos. Paradójicamente, mientras unos pocos artículos son muy citados, la mayoría recibe, si acaso, unas cuantas citas.

En cuanto al proceder estrictamente científico, hay que destacar la importancia que juegan las creencias metafísicas de los científicos que pueden tomar forma de "thematas", forma de denominar a ideas generales, trascendentes y dominantes que orientan poderosamente el trabajo como la causalidad, la simplicidad y la armonía. Cuestiones como la buena suerte y el componente burocrático también cuentan y algunas de las creencias tradicionales se revelan como inciertas; así se podría hablar de *mito de la replicación,* ya que en realidad son muy pocos los experimentos publicados que son repetidos por otros investigadores.

En los últimos años cobra importancia la llamada *gran ciencia* en la que participan cientos, incluso miles de científicos y los experimentos alcanzan sumas desmesuradas, como por ejemplo el Proyecto Genoma o la investigación militar y espacial. La financiación se convierte en uno de los objetivos primordiales y en la labor exclusiva de muchos de los científicos más prestigiosos, que desarrollan frecuentemente papeles meramente administrativos de búsqueda de recursos y publicación de trabajos. La búsqueda de la fama y la riqueza desemboca a veces en el fraude y el plagio, actitudes cada vez más frecuentes, y en una *ciencia como negocio* a través de patentes, participación en empresas, etc. (Toulmin, 1977; Campanario, 1999).

Como respuesta ante el rígido control que sobre el conocimiento ejerce la llamada ciencia oficial, aparece el concepto de *competencia profana* a raíz de la participación de grupos de ciudadanos en pro de la orientación de la política científica, oponiéndose en ocasiones a los grupos de expertos. Algunos ejemplos podrían ser: el de ciertos colectivos de enfermos de SIDA que fueron adquiriendo conocimientos y llegaron a poner en cuestión los protocolos de investigación con grupos de control; el desarrollo del conocido aceite de Lorenzo, etc. (Désautels y Larochelle, 2003). En esta misma línea, destacaríamos el papel que juegan los científicos que cuestionan los paradigmas dominantes. Campanario (2004) realiza una excelente revisión sobre este tema, con interesantes recopilaciones en forma de anexos.

Por último, con pretensiones puramente pedagógicas, Engracia Olivares (1998: 112-113), realiza una esclarecedora clasificación de los procedimientos de investigación que se recoge en el cuadro adjunto y que destaca por su gran valor didáctico para el fin que nos ocupa:

PROCEDIMIENTOS RACIONALES O HABILIDADES MENTALES	*Deducción*. Es la aplicación de una ley universal a un caso particular. *Inducción*. Es encontrar, en un conjunto de casos particulares, la ley o principio general que cumplen o el modelo general que siguen, lo que permite predecir sucesos futuros. *Inferencia por analogía*. A partir de la semejanza comprobada en ciertos aspectos, entre dos o más objetos que se comparan, se infiere la semejanza en otros aspectos que no se pueden comprobar.
PROCEDIMIENTOS EMPÍRICOS O EXPERIMENTALES	*Observación*. Consiste en fijar la atención en un objeto para percibirlo por medio de los sentidos con alguna finalidad. La observación científica nunca es neutra. *Experimentación*. Consiste en cambiar las condiciones en que se presenta normalmente un fenómeno, con el fin de averiguar cómo afectan esas condiciones y obtener nuevos datos.

CUADRO Nº 4: Clasificación de los procedimientos de investigación
FUENTE: Elaboración propia

Aunque podríamos hacerlo aquí, desarrollaremos en apartados posteriores (*ideas y actitudes previas*) otro aspecto, especialmente importante para nosotros, como es el de las visiones "deformadas" de la ciencia.

Ii.1.2. La temática medioambiental como objeto de conocimiento científico

La Historia de la Biología puede dividirse en tres etapas: una primera *visión estática* (sistemática, anatomía...) da paso a una *visión dinámica* (embriología, genética...) y esta a su vez a la *visión compleja* actual (ecología, biología molecular...). Algunos autores piensan que los alumnos suelen reproducir esas etapas, aunque raramente pasan de las dos primeras (Fernández y Moreno, 1989).

La orientación animista es típica de sociedades primitivas, en las que predomina el factor emotivo; el factor racional se torna preponderante en las sociedades posteriores, que vienen marcadas por un antropocentrismo radical. Hoy día se hace necesaria la búsqueda de una "*tercera vía*" que reconozca, al menos, el valor estético de la naturaleza y la existencia de una responsabilidad moral en la especie humana (La Torre, 1993: 41-48).

Un análisis de la relación "hombre-naturaleza" desde concepciones filosófico-científicas, propone la existencia de tres momentos en el siglo XX (Gostchl, 1990):

1. El hombre y la naturaleza parecen ser interdependientes. Se llega a ella a raíz de los primeros problemas ecológicos.

2. El ser humano se interpreta a sí mismo en términos de teorías sobre la naturaleza.

3. Convergencia científico-filosófica sobre el sistema hombre-naturaleza como relación dialéctica, hacia. Al desarrollo de la *Termodinámica,* la *Teoría de la Relatividad* y la *Teoría Sintética de la Evolución* (entre otras) en el terreno científico, se unen concepciones filosóficas como:

a. La *teoría de la estratificación de Hartmann* (1950), que estructura la naturaleza en cuatro estratos jerárquicos e interdependientes: materia inorgánica, materia orgánica, dominio físico y dominio mental.
b. La *concepción procesual de Whitehead* (1977), que entiende la naturaleza como la estructura de un proceso evolutivo, como un continuo cambio y no como sustancia.
d. El *materialismo holístico de Novikoff* (1975), para quien existen niveles integradores dentro de cada cual se cumplen unas leyes. Como los fenómenos del nivel inferior ocurren en el superior, el más alto no puede ser comprendido sin el más bajo.
e. La *epistemología evolutiva*, para la cual existe una conexión entre la evolución biológica y la estructura de la cognición humana.

Para otros autores, el propio origen de la ciencia está ligado a un proyecto utópico de revolución social dentro de un proceso de cambio: el pasado -memoria, valores a recuperar-, el presente -resolución de problemas ambientales- y el futuro -un medio ambiente guiado por valores- (Catalán y Catany, 1986).

En los últimos años la problemática ambiental se ha convertido sin duda en uno de los grandes retos de la actividad científica, como se puede ver, sin ir más lejos, en el nacimiento de las *ciencias ambientales* y en el hecho de que existan líneas de trabajo afines en prácticamente todas las disciplinas científicas (véase el cuadro):

I. GESTIÓN SOSTENIBLE Y CALIDAD DEL AGUA	Gestión integrada y uso sostenible de los recursos hídricos a escala de cuencas. Calidad ecológica de los ecosistemas de aguas dulces y humedales. Tecnologías de tratamiento y depuración. Prevención de la contaminación. Vigilancia, detección temprana y sistemas de comunicación. Regulación de las reservas y tecnologías para las regiones áridas y semiáridas y, en general, regiones deficientes en agua.
II. CAMBIO GLOBAL, CLIMA Y BIODIVERSIDAD	Entender, detectar, evaluar y predecir los procesos del cambio global. Mejorar los conocimientos sobre los ecosistemas terrestres y marinos y sobre la interacción entre ellos, así como con otros ecosistemas. Desarrollar escenarios y estrategias para responder a los problemas globales. Desarrollo del componente europeo de los sistemas de observación global.
III. ECOSISTEMAS MARINOS SOSTENIBLES	Mejora del conocimiento de los procesos marinos, ecosistemas e interacciones. Impacto antropogénico sobre la biodiversidad y el funcionamiento sostenible de los ecosistemas marinos, y desarrollo de tecnologías limpias, seguras y económicas para la explotación sostenible de los recursos marinos. Control y gestión de los procesos costeros. Predicción operacional de los problemas ambientales de las actividades en mar abierto. Acceso, filtrado, análisis y tratamiento de la información.
IV. LA CIUDAD DEL MAÑANA Y LA HERENCIA CULTURAL	Planificación sostenible de las ciudades y gestión racional de los recursos. Protección, conservación y mejora de la herencia cultural europea. Tecnologías económicas, limpias efectivas y seguras para la preservación sostenible, recuperación, renovación, construcción y demolición del ambiente construido, en particular para polígonos de viviendas. Estrategias rentables para sistemas de transporte sostenible en el medio urbano.
LA LUCHA CONTRA LOS GRANDES RIESGOS NATURALES	Riesgos sísmicos. Inundaciones y riesgos hidrológicos. Riesgos volcánicos. Incendios forestales.

CUADRO Nº 5: Líneas de investigación actual en temas medioambientales.
FUENTE: *V PROGRAMA MARCO DE I+D DE LA UNIÓN EUROPEA*. COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (1999-2002).

Una visión "radical", al hilo de los planteamientos expuestos con anterioridad, sentencia *Western science: thinking locally, acting imperially;* reflexiona acerca del androcentrismo y del eurocentrismo de nuestros científicos que ignoran por completo cualquier forma de conocimiento ajena, comenta la importancia del dominio económico (la globalización económica provoca homogenización cultural) e ilustra con numerosos ejemplos cómo en diferentes culturas del mundo se utilizan procesos de conocimiento análogos al científico. Un ejemplo: la escasa importancia que se da al cumplimiento del protocolo de Kyoto y dentro de este, al papel que realizan los bosques como sumideros de CO_2 (Gough, 2002: 1223).

II.2. RELACIONES ENTRE EL MÉTODO DE PROYECTOS Y EL ÁMBITO DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Las líneas de investigación existentes en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias son muy numerosas, y en algunos casos muestran abundantes ramificaciones e interconexiones entre ellas, aunque existe un acuerdo, cada vez más mayoritario, en considerar a esta disciplina como autónoma (Furió, 2001; Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002). Las cuestiones más relacionadas con el tema que nos ocupa son: concepciones alternativas; trabajos prácticos de laboratorio; resolución de problemas; relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad; uso de las tecnologías en la educación científica; y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y del currículo. A todas estas, habría que añadir otra serie de cuestiones, sobre todo relacionadas con el objeto del aprendizaje y su estructura, que suelen enmarcarse en un contexto más amplio que el de la Didáctica de las Ciencias como podría ser el ámbito de la Psicopedagogía. En cualquier caso, pensamos que no es el objetivo del presente trabajo la clasificación en disciplinas de los aspectos que se van a tratar, sino englobarlos y relacionarlos como partes de un todo. Por ello, se estructura este punto en tres apartados:

2.1. Instrumentos de investigación
2.2. El objeto de conocimiento
2.3. El proceso de enseñanza-aprendizaje

II.2.1. Instrumentos de investigación en didáctica de las ciencias

En primer lugar, queremos aclarar que no se pretende en este apartado realizar una síntesis sobre las tendencias en investigación didáctica[1] ni sobre sus técnicas, ya que no es ese el objeto de nuestro trabajo. Únicamente se persigue poner de manifiesto los procedimientos que se han utilizado para llegar a los resultados y conclusiones de los cuales nos vamos a servir en el estudio que nos ocupa. Algunas de estas técnicas, a su vez, han sido utilizadas en etapas posteriores de este trabajo, por lo que se describen con algo más de profundidad.

II.2.1.1. Cuestionarios

Entre los instrumentos de investigación que aparecen, con mayor frecuencia, en la bibliografía consultada, habría que citar, en primer lugar, el *cuestionario* en sus múltiples variantes. Se han utilizado ampliamente para estudios de ideas previas (Driver 1988; Leach et al., 1995; Fernández y Casal 1995; Salinas et al., 2000) y de actitudes (Vázquez y Manassero 1997; García y Rosales 1998).

Entre estos últimos, por la importancia que revisten para nuestro trabajo, destacamos los siguientes: instrumentos basados en escalas tipo Likert para la evaluación de actitudes ambientales (Álvarez et al.,1999; Fernández, 2003; Álvarez y Fernández, 2004); para medir actitudes hacia la ciencia con escalas tipo Likert, como el *Wareing Attitudes toward Science Protocol* desarrollada por Wareing en 1982 (Vázquez y Manassero, 1997), el test de Misiti, traducido al castellano y validado (Espinosa y Román, 1998) y el Penichet y Mato, de 1999 (Sierra et al., 2003) y el cuestionario de diferencial semántico (Espinosa y Román, 1998); y otros, como el test de opción múltiple de Vázquez y Manassero sobre naturaleza de la ciencia (Sierra el al.; 2003).

[1] Una excelente revisión a este respecto se puede encontrar en Colas (1986) y en el capítulo 4 de Coll (1990)

II.2.1.2. Entrevistas

Otro instrumento muy utilizado, aunque poco adecuado para muestras de gran tamaño es la *entrevista*. Su uso en pedagogía se debe a Piaget, que la utilizó como instrumento de evaluación de las capacidades cognitivas. Es considerada de mayor fiabilidad que el cuestionario.

Por su gran importancia para nuestro trabajo, destacamos algunas consideraciones de Novack y Gowin, en *Aprender a aprender*, sobre las entrevistas:

ETAPAS EN LA PLANIFICACIÓN	RECOMENDACIONES
Selección del contenido	Preparar un mapa conceptual de la parte de la materia que se va a tratar. Se pide a una muestra de estudiantes (20 ó 30) que construyan mapa conceptual empleando todos o parte de los conceptos anteriores, animándoles para que añadan más. Identificación de proposiciones válidas y erróneas. Preparar preguntas que sondeen acerca de las proposiciones incorrectas y sobre su relación con otras ideas que existan en la mente del alumno.
Estructuración de las preguntas	Claridad.
Selección de materiales auxiliares	Utilizar gráficos, dibujos, modelos o maquetas, series de ilustraciones para ordenar, etc. No más de 4 ó 5 por sesión.
Realización de entrevistas piloto	Hacer al menos tres o cuatro.
Ordenación de las preguntas	Se debe comenzar por preguntas abiertas sobre un buen material de apoyo. Procurar que unas preguntas lleven a otras de un modo fluido; es preferible ir desde la parte de la materia mejor conocida a la menos conocida y desde las preguntas amplias a las detalladas.

CUADRO Nº 6. Consideraciones acerca de la entrevista pedagógica
FUENTE: Novack y Gowin, 1999.

En cuanto a la forma de llevar a cabo la entrevista, se deben considerar diversos factores como el ambiente en el que se realiza, la forma de tratar a los alumnos, el material necesario, etc.

La evaluación se suele hacer mediante sistemas de *categorías de conocimiento* (concepciones equivocadas y proposiciones válidas características que se generan en una serie de entrevistas), *categorías de razonamiento* (estadios piagetianos) y/o *categorías evolutivas* que reproducen el proceso de maduración del individuo o del desarrollo moral (Novack y Gowin, 1999).

Encontramos varios ejemplos de estudios sobre ideas previas que utilizan entrevistas como único instrumento (Brody, 1994; Leach et al., 1995; Fernández y Casal, 1995), o en combinación con cuestionarios para contrastar los resultados que se obtienen de pruebas cuantitativas, ya que permiten captar mejor las representaciones implícitas o de carácter no declarativo y hacen posible una evaluación procesual acerca de cómo se desencadenan los procesos de cambio conceptual (Montanero et al., 2002).

Este procedimiento requiere buena preparación del entrevistador acerca del tema de estudio (epistemológicas, cognitivas, históricas...) y entrenamiento previo.

II.2.1.3. Mapas conceptuales

Sin duda, uno de los instrumentos de análisis de conceptos más utilizados (Barberá, 1992; Sánchez y Valcárcel, 1993; Banet, 2000) son los *mapas conceptuales* de Novack (Novack y Gowin, 1999).

Su principal objetivo es representar las relaciones entre conceptos en forma de proposiciones (una proposición consta de dos o más términos conceptuales unidos por palabras para formar una unidad semántica) y son *una herramienta válida para representar estructuras conceptuales/proposicionales* (Novack, 1988). Presentan grandes ventajas como dirigir la atención hacia las ideas

importantes, poder estructurar los conceptos de diferente forma según el segmento de aprendizaje, hacer aflorar ideas nuevas, ser útiles para "negociar" significados y para la planificación del currículo, de la instrucción y en la investigación educativa.

Entre las aplicaciones educativas de los mapas de conceptos, destacan las siguientes: exploración de lo que los alumnos ya saben, el trazado de una ruta de aprendizaje, la extracción del significado (de los libros de texto, del trabajo de laboratorio o de campo, y/o en el estudio), lectura de artículos en periódicos y revistas y preparación de trabajos escritos o de exposiciones orales.

Desde el ámbito de la educación ambiental, existen propuestas didácticas que incorporan los mapas conceptuales valorando positivamente su utilidad para alcanzar aprendizajes significativos (Guruceaga y González, 2004), pero también hay voces discrepantes como Mayer (1998: 222) que asegura se está haciendo una utilización "*reduccionista*" de los mismos, intentando jerarquizar las relaciones hacia un punto de vista "*correcto*"; y propone "*perder rigidez, transformar los mapas de Novak en redes o en laberintos que permiten acercarse más a la realidad de nuestro conocimiento".*

En este sentido, es de destacar un instrumento que guarda numerosas similitudes con los mapas de conceptos: las redes conceptuales de Galawosky. Al contrario que los anteriores, no requieren jerarquía gráfica y utilizan oraciones nucleares para unir los nodos; su uso, más que como instrumento de investigación, es como instrumento didáctico (Ciliberti y Galawosky, 1999).

II.2.1.4. La UVE del conocimiento

Un equivalente a los mapas conceptuales en el terreno de los conceptos, es el *diagrama en UVE* de Gowin para los procedimientos científicos.

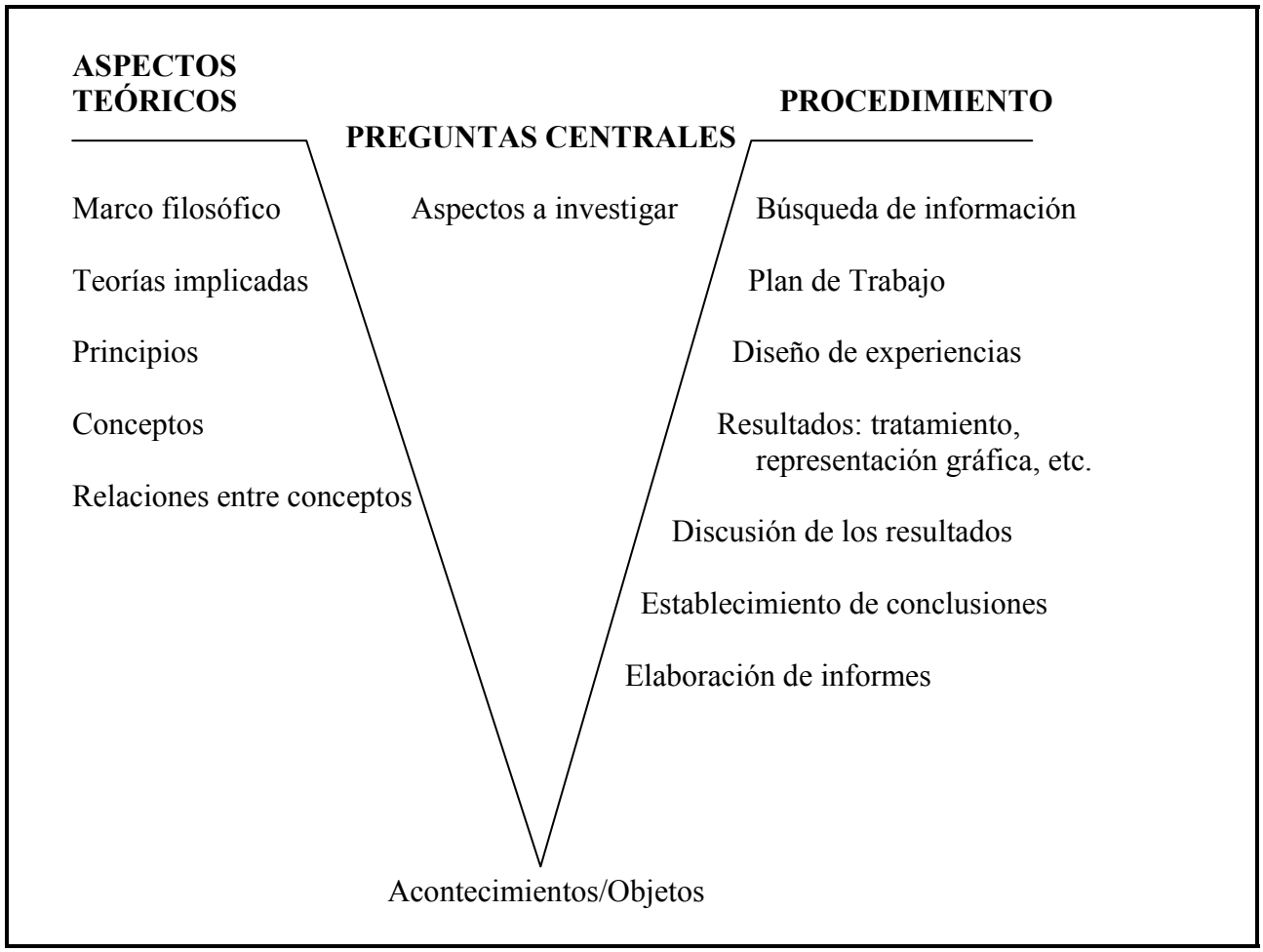


FIGURA Nº 3: Diagrama UVE
FUENTE: Elaboración propia a partir de Novack y Gowin, 1999.

Este diagrama se utiliza para clarificar la naturaleza y los objetivos del trabajo en el laboratorio de ciencias. El pico de la uve representa el punto de encuentro; los conceptos seleccionan los acontecimientos y los objetos que decidimos observar y los registros que decidimos hacer. Pone de manifiesto que el conocimiento debe ser construido desde los conceptos y los registros; tomados aisladamente no hay transformación de significados. Hay una interacción entre la componente de pensamiento (izquierda) y de actuación (derecha), por lo que su uso como técnica heurística estimula el aprendizaje significativo. La forma de uve se considera valiosa porque apunta hacia los acontecimientos y objetos que están en la base de todo conocimiento, y ayuda a no obtener registros equivocados. En *Aprendiendo a aprender*, Novack y Gowin dan una serie de pautas para presentar la UVE a los estudiantes, para calificarlas e incluso para utilizarla como instrumento para organizar e interpretar la investigación educativa.

Mercé Izquierdo (1994) insiste en la utilidad de la UVE para reflejar la interacción necesaria entre el hacer y el pensar, hasta tal punto que ayuda a construir un lenguaje científico propio del aula de ciencias, construye una interpretación (heurístico) y añade una quinta zona en la UVE: la *conclusión*. Sobre los diferentes usos de la UVE, destaca: actividades de aula (experimentación, trabajo de campo, resolución de problemas, lectura de textos, resúmenes de las actividades, análisis de una vivencia escolar o social...), exploración, invención y aplicación.

II.2.1.5. Parrillas de análisis (plantillas de observación)

Una herramienta que nos puede resultar muy útil para caracterizar materiales de trabajo, para identificar procedimientos y para guiar observaciones es la elaboración de *parrillas, plantillas de observación, o plantillas de análisis.* Son, en realidad, cuadros de doble entrada, una de cuyas entradas está constituida por una serie de ítems que queremos observar, y la otra por las entidades objeto de análisis.

Por ejemplo, Gavidia y Fernández (2001: 80) utilizan este método para examinar prácticas de laboratorio y ver si cumplen las características propuestas por Gil (1999) para ser consideradas como investigación dirigida: contextualización (CTS, relación con el currículo…), planteamiento de la situación problemática con un carácter abierto, enunciado de hipótesis, existencia de diferentes diseños experimentales y de la posibilidad de esbozarlos por parte del alumnado, interpretación de resultados y estudio de las conclusiones (proponer nuevos problemas, replantear el diseño experimental, etc.).

Otra aplicación de esta técnica, importante para nuestro trabajo, es la caracterización de variables previa a un tratamiento estadístico mediante una *tabla de descripción* (Camacho, 1988).

II.2.2. Objeto de conocimiento

En este apartado se analiza la información bibliográfíca referente a aquellos aspectos que tienen que ver con el *qué enseñar*, mediante el método de proyectos, en términos de planteamientos didácticos.

II.2.2.1. El conocimiento integrado

Una primera cuestión a tener en cuenta es que cuando aplicamos un método de enseñanza basado en investigar la realidad, no vamos a trabajar con conceptos perfectamente clasificados en disciplinas y teorías, sino integrados en un todo.

Torres (1996: 113-124) hace un completo tratamiento del tema. Para este autor, el currículum globalizado e interdisciplinar se ha convertido en una de las señas de identidad de una especie de ideología, que sirve para definir los límites de una corriente pedagógica (frente a los partidarios de las disciplinas) en muy diversos países, y que, al mismo tiempo, englobaría un objetivo educativo: "aprender a aprender". Una de las notas distintivas del siglo XX es la frecuente reorganización del conocimiento, en tres vertientes: la superespecialización, la aparición de nuevos ámbitos de conocimiento a partir de disciplinas que comparten objetos de estudio y la aparición de equipos de investigación interdisciplinares.

En las últimas décadas la defensa de la interdisciplinariedad está cobrando un vigor inusitado; la complejidad del mundo y de la cultura actual obliga a desentrañar los problemas con múltiples lentes; se reflexiona sobre el papel de la educación en la comunidad global del nuevo milenio y de una visión del mundo centrada en los seres humanos genuinamente democrática. Entre otras cualidades se destaca "un mundo donde todos vivamos en un medio ambiente limpio con una justa distribución de la riqueza" (Matriano, 2000; García, 2001; Pujol 2002). Como afirma Torres (1996: 69) "*apostar por la interdisciplinariedad significa defender un nuevo tipo de persona, más abierta, flexible, solidaria,*

democrática y crítica", forma de ser que considera está detrás de las principales revoluciones del conocimiento.

Una aproximación histórica a la interdisciplinariedad nos da una idea de la poca claridad de este concepto, desde la filosofía de Platón (entendida por él como ciencia unificada) y los enciclopedistas del Siglo de las Luces, hasta su renacer a través del marxismo, el estructuralismo (Piaget), la teoría general de sistemas (ciencia de la integridad), o el desconstruccionismo, que pretende conocer cómo se construyó un determinado conocimiento desde una posición distante. Sí parece existir consenso en que se trata de una solución necesaria. No obstante, como apunta Torres (2000) la interdisciplinariedad es un objetivo nunca alcanzado por completo y de ahí que deba ser permanentemente buscado. No es sólo un planteamiento teórico, es ante todo una práctica. Implica recuperar dimensiones como la imaginación, la creatividad, la intuición, la incertidumbre, etc.

Se pueden distinguir varias modalidades de interdisciplinariedad. Torres (1996: 70-82) realiza una descripción detallada de numerosas categorizaciones (Klein, Boisot, Piaget...), siendo, tal vez, la más conocida, la de E. Jantsch (1979) que distingue entre: *multidisciplinariedad*, entendida como mera yuxtaposición de materias diferentes; *pluridisciplinariedad* o yuxtaposición de disciplinas más o menos cercanas, dentro de un mismo sector de conocimientos; *disciplinariedad cruzada*, que conlleva un acercamiento basado en posiciones de fuerza donde una de las disciplinas domina sobre las otras; *interdisciplinariedad* que implica una voluntad y un compromiso de elaborar un marco más general en el que cada una de las disciplinas son modificadas y dependen unas de otras (hay una interacción, intercomunicación, transformación de metodologías de investigación, etc); y *transdisciplinariedad*, en la que se supone la superación de las disciplinas, desaparecen los límites entre ellas y se constituye un sistema total de conocimiento.

El *conocimiento metadisciplinar (*García, 2001: 29) se entiende como una síntesis del saber metacientífico y de las cosmovisiones ideológicas que determinan los

sistemas de ideas que orientan el para qué y el por qué de las decisiones que se toman, tanto en el ámbito científico como en el cotidiano o en el escolar. Son comunes a diversas disciplinas y poseen un fuerte carácter estructurador de los diferentes campos de conocimiento.

Torres (1996) describe la *educación global*, tal y como la entienden los anglófonos, como el estudio de núcleos temáticos (ambiente, energía, racismo...) que tienen como base un análisis internacionalista, viendo el mundo como partes que interactúan constantemente y una actitud solidaria como eje principal de la toma de decisiones. Podría ser equivalente a nuestra Educación Ambiental, Educación para la Paz, etc. La denominación de *currículo integrado* aúna globalización e interdisciplinariedad; como opción pedagógica, es defendida por tres grupos de argumentos:

- Epistemológicos y metodológicos. Los científicos más creativos empiezan a usar conceptos, modos de pensamiento y métodos de otras disciplinas. Una ciencia integrada sirve para que el alumnado analice los problemas desde el punto de vista de áreas diferentes.
- Psicológicos. Paidocentrismo (tener en cuenta el desarrollo infantil sin forzar ideas propias de etapas de mayor madurez); experiencia en el aprendizaje e importancia de los procesos ("aprender a aprender").
- Sociológicos. Las personas aparecen como sujetos de la historia, se produce una humanización del conocimiento. La propuesta se caracteriza por un "dejar hacer".

Por contraposición, la organización lineal disciplinar o conjunto de disciplinas yuxtapuestas tiene una serie de inconvenientes como la abstracción y fragmentación que no favorece dimensiones importantes, como es el que pueda responder a los distintos intereses y necesidades del alumnado. Surge, por consiguiente, una forma especial de *conocimiento académico*, ya seleccionado, y con una pretendida neutralidad ideológica. Se produce así una ocultación del significado real. Otras características de este tipo de conocimiento son: el aprendizaje casi exclusivamente memorístico; la importancia que se concede a la

estética de la presentación, dominada fundamentalmente por la lección magistral y la oratoria; la falta de encuentro con el conocimiento social; la elección de optativas en torno a criterios únicamente de utilidad y rentabilidad; la existencia de un currículo oculto impregnado por cuestiones como la sacralización o idolatrización del saber, el conocimiento como un fin deshistorizado, la escasa atención que se presta a las ideas y cuestiones que cruzan los límites de las materias, la convicción de que no todos los alumnos y alumnas tienen por qué tener éxito en sus años de escolaridad, la propagación de una cultura de la "objetividad" y la neutralidad, etc.; se presta insuficiente atención a los intereses del alumnado ni a su experiencia previa; etc.

R. Pring (en Torres, 1996) elaboró una clasificación sobre las formas de integrar el currículo: correlacionando diversas disciplinas, pero sin pasar una mera coordinación entre diferentes asignaturas; integrando a través de temas, tópicos o ideas; integración en torno a una cuestión de la vida práctica y diaria (v.g. temas transversales); e integración de los temas o investigaciones que decide el alumnado.

Algunas experiencias próximas a la idea de currículo integrado, además de los grandes proyectos ya citados como Humanities Curriculum Project del Reino Unido y el Man: A Course Of Study (Torres, 1996), podrían ser *la lluvia ácida* (Mato y Repetto, 1995), *Riesgos naturales: las inundaciones* (García, J.M., 1995), las propuestas del grupo IRES sobre el entorno urbano (García, 1996), *La Humanidad y el Medio Ambiente. Una propuesta de Educación Ambiental para la Enseñanza Secundaria* (Pérez, 1998), el *proyecto GEA-CLÍO* (Souto, 1999), las aulas inclusivas (Arranz, 2001), el *Proyecto multidisciplinar y multimedia para la enseñanza de las ciencias en la E.S.O. Y Bachillerato* (Moreno et al., 2002) y los proyectos americanos *SATIS* y *2061 Ciencia para todos los Americanos* (Marco-Stiefel, 2000).

No obstante, la práctica habitual aparece bastante alejada de estas experiencias, tal y como pone de manifiesto un estudio de análisis de proyectos curriculares de *Ciencias de la Naturaleza* de más de veinte centros de La Coruña. Entre los

resultados obtenidos destacan la fragmentación entre primer ciclo y segundo ciclo, y entre Biología-Geología y Física y Química, ya que se limitan a distribuir por cursos los aspectos prescriptivos generales (González et al., 2002). Esta situación se ve perpetuada por la propia organización y selección del contenido en áreas disciplinares que establece la LOGSE, *implicando serias dificultades a la hora de poner en práctica lo que significa el currículo integrado, algo que por otra parte, defiende a nivel metodológico la propia reforma* (Romero y González, 2000: 123). Al hilo de las dificultades existentes para integrar el currículo, no podemos dejar de mencionar los t*emas transversales* de nuestro ordenamiento educativo (LOGSE, 1990) y propuestas similares en otras naciones (Hart, 2002).

A este respecto, algunas voces abogan por un cambio de paradigma (de mecanicista a sistémico) hacia una *educación global*, y consideran difícil abordar los *temas transversales* desde una estructura disciplinar clásica optando por utilizarlos como ejes de la organización y funcionamiento del centro, desde el proyecto curricular del centro "como una especie de infusión"; así los *temas transversales* pasarían a ser los ejes estructuradores del currículo y los contenidos científicos quedarían con un carácter meramente instrumental, lo que además favorecería la adopción de un enfoque metadisciplinar. El equipo docente organizaría esquemas de conocimiento escolar en torno a problemas socioambientales relevantes.

En cuanto a las aportaciones de las áreas a los *temas transversales*; siguiendo a Pujol y Sanmartí (1995), Yus (2000) piensa que estas van a depender del tipo de contenidos: conceptuales (propios de determinadas áreas, sobre todo ciencias naturales y ciencias sociales), procedimentales (más transversales) y actitudinales (totalmente transversales). Por otra parte, el trabajo conjunto del centro ha de posibilitar al alumnado la vivencia y la actuación que reclaman los ejes. En cuanto a los *temas transversales* en las ciencias, se ven más factibles de aplicar en Infantil y Primaria pero menos en ESO, donde ya hay una fuerte estructura disciplinar. A modo de orientación, se sugiere: complejizar las áreas mediante tratamiento longitudinal a lo largo de toda la etapa, tratamiento temático (una UD específica), monográfico o puntual (en actividades de

aplicación, sobre todo); y aprovechar la tradición CTS (Jiménez, López y Pereiro, 1995; Yus, 2000). En la literatura se recogen experiencias que han utilizado la integración de los temas transversales en secundaria (entre ellos la educación ambiental) en el currículo de ciencias, (Membiela, 2002).

Con un carácter más puntual, pero estrechamente relacionado, encontramos la idea de metaconceptos o conceptos estructurantes de Gagliardi (1986), como podrían ser la evolución y la organización de los sistemas (convergencia), cuya identificación es útil a la hora de programar actividades de aprendizaje por investigación (Rojero, 1999).

II.2.2.2. Las relaciones ciencia-tecnología-sociedad y la alfabetización científica

La necesidad de romper con el tópico de la ciencia como cuerpo de conocimiento aislado del resto del mundo, pone de manifiesto la importancia de las relaciones CTS. En este sentido, se llega a afirmar que *uno de los principales problemas que tiene la enseñanza de las ciencias es la distancia cada vez mayor entre los "programas clásicos" y los "problemas científicos" que tenemos como ciudadanos y ciudadanas* (Banet et al., 2001: 27) y se justifica la consideración de las relaciones CTS en la enseñanza de las ciencias por dos razones principales: el hecho de que la educación científica en secundaria no tiene como finalidad formar científicos sino a futuros ciudadanos y la constatación de que son una forma de profundizar en el conocimiento científico (Gil et al., 1991; Membiela, 1997; Vilches, 1999; Martín, 2002; Ríos y Solbes, 2002; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Fernández, 2003; Acevedo, 2004; Pérez et al., 2005). Abundando en esta idea, conviene resaltar que frecuentemente, la ciencia no suele ser considerada como parte de la cultura, término que se reserva para los conocimientos de corte humanista (Gutiérrez, Gómez y Martín-Díaz, 2004).

Se proponen diversas formas de favorecer la integración entre escuela y medio, entre ellas, la elaboración por los alumnos de "productos" de interés para el

público general: exposiciones monográficas, ferias científicas, etc. con evidentes ventajas, como que el aprendizaje escolar de las ciencias (y la biología en particular) fuera "*menos obligado, menos centrado y dirigido por el profesor o la profesora, aunque más ligado a la realidad social y quizás percibido como más útil por el alumnado"* (González, 2002: 67). En este marco de educación científica humanista, no es infrecuente encontrar la denominación de *enfoques CTSA* (ciencia-tecnología-sociedad-ambiente), enfatizando la importancia de las relaciones con nuestro medio natural (Jiménez, López y Pereiro, 2006).

Pero si el llamado enfoque CTS supone un acercamiento desde la enseñanza de las ciencias hacia el entorno socio tecnológico, podríamos decir que el movimiento de *alfabetización científica* parte de la demanda social hacia la enseñanza y en respuesta al uso inadecuado que el mundo de la publicidad hace de la ciencia en forma de exageraciones, de conceptos supuestamente científicos, etc. (Membiela, 1997; Campanario, 2001). En cualquier caso, el enfoque CTS y el movimiento de alfabetización científica son tratamientos convergentes y tienen, por tanto, muchos aspectos en común.

Para algunos autores la alfabetización científica es un enfoque curricular emergente, aunque disperso, marcado por las siguientes señas de identidad: tiene como primer objetivo la comprensión pública de la ciencia; trata de arbitrar la combinación de unas cuantas palabras-clave: ciudadanos, democracia, ciencia, tecnología y tecnologías de la información y acción social; trata de aunar distintas perspectivas: locales, nacionales, transnacionales y globales, incluidas las multiculturales; plantea preguntas acerca de qué es la ciencia y qué cuerpo de conocimientos le dan forma; trata de definir los niveles de comprensión óptimos para el ciudadano y es también tecnológica e informática (Marco-Stiefel, 2000). En la misma línea, varios autores destacan la necesidad de abrir los currículos a las transformaciones científico-tecnológicas y defienden la importante contribución de la formación científica de los ciudadanos de cara al planteamiento de cuestiones como la ingeniería genética, la política energética, la industria alimentaria, o la crisis ecológica; pero advierten del carácter ético de muchos dilemas y de no caer en el mito del saber científico. Prueba de esta

tendencia es el impulso que se da a la educación ambiental y a los programas de colaboración con Iberoamérica (Gil et al., 1998) y el surgimiento de conceptos como el de *alfabetización ambiental* como parte de la solución a los problemas ambientales (Vega y Álvarez, 2005).

Algunas de las condiciones necesarias para una educación científica más ciudadana que se sugieren podrían ser: un cambio de identidad profesional, pasando de la formación científica de origen a una transformación en educadores; una apertura a la multirreferencialidad, superando los planteamientos pluridisciplinares y dando entrada a profanos en colectivos de investigación; y una apertura a la ciudad, mediante proyectos que lleven a los estudiantes a involucrarse en la vida democrática y por tanto, a iniciarse en la política de las ciencias (Désautels y Larochelle, 2003).

El canadiense Roth (2002) va más allá y defiende la idea de que es necesario desinstitucionalizar la educación científica. Para ello propone su *Teoría de la Actividad*. La Teoría de la Actividad se desarrolla en escenarios de la vida diaria, pretende que los estudiantes *se preocupen por* y les permite (recomienda un escaso control por parte de los profesores) elegir libremente los objetos, los medios de producción (herramientas) y la división del trabajo. Las actividades se despliegan a partir de relaciones dialécticas entre pares de entidades básicas que *forman parte de la práctica cotidiana*. Ejemplifica con sus trabajos de activismo ambiental en los que sus alumnos trabajan sobre cuestiones reales que involucran a otras personas: un estudio sobre la calidad y la cantidad del agua con unas jornadas de puertas abiertas y otras campañas. La Teoría de la Actividad se ocupa de la producción, el consumo, la distribución y el intercambio de bienes, conocimiento, etc. Estos procesos se analizan a través de seis entidades básicas: sujetos, objetos, herramientas, comunidad, reglas y división del trabajo.

Sea desde uno u otro enfoque, en lo que sí existe gran uniformidad es en las temáticas sugeridas para desarrollar en el aula. Entre las más empleadas podemos citar: el paisaje (Benayas, 1992); "*las culturas ausentes: las naciones*

del Estado Español, las culturas infantiles y juveniles, las etnias minoritarias o sin poder, el mundo femenino, las sexualidades lesbiana y homosexual, la clase trabajadora y el mundo de las personas pobres, el mundo rural y marinero, las personas con minusvalías físicas y/o psíquicas, los hombres y mujeres de la tercera edad y las voces del Tercer Mundo" (Torres, 1996: 133-148); la energía nuclear y sus residuos (Powell et al., 1994); el cambio climático (García-Rodeja, 1999); las energías renovables (Fernández et al., 2000); los impactos ambientales y la contaminación (Navas et al., 2000; Aguaded y Díaz-Guerra 2001; Grana 2001; Drewes y Iuliani, 2003); los residuos sólidos urbanos (Valeiras, 2001); la alimentación, la salud y el consumo (Banet et al., 2001; Grana 2001; Moreno et al., 2002); las utilidades de las plantas (Velasco, 2001); el aprovechamiento energético (Moreno et al., 2002); la publicidad (González, 2001); el brote del Ebola en Zaire y el accidente químico de Bhopal (Marco-Stiefel, 2000); y enfoques centrados en la sanidad ambiental, como el uso indebido del suelo, las plagas, la importancia de las áreas verdes, las situaciones de catástrofes naturales o antrópicas y el saneamiento básico y la significación para la salud de los servicios sanitarios (Grana, 2001). Abundando en la temática ambiental, baste repasar los trabajos citados bajo el epígrafe *algunos ejemplos de experiencias concretas en el aula*.

No queremos cerrar este apartado sin hacer alusión al *enfoque por situaciones-problema* en el que se propone un problema CTS o problemas socioambiental (por ejemplo, la contaminación) y los alumnos diseñan actividades de investigación escolar (García, 2001; Drewes y Iuliani, 2003).

II.2.2.3. Valores y actitudes

A modo de introducción, se retoman las palabras de Emilio Pedrinaci en la presentación del monográfico de *Alambique* dedicado a este tema, cuando afirma: "*Tradicionalmente las actitudes han tenido escasa importancia en el currículo de ciencias, lo que no significa que no estén presentes de manera implícita, ni siquiera que no se valoren*" (Pedrinaci, 1999a: 53). Sin embargo,

este interés por las actitudes es bastante reciente en la educación, ya que no tenían cabida en los modelos memorísticos de otras épocas. Hoy día se reconoce de forma generalizada su carácter mediacional y su importancia social, aunque existen dificultades de tipo práctico en su desarrollo educativo.

Resulta evidente que el término actitud no parece suficientemente delimitado en el ámbito conceptual, y posiblemente sea esta una de las causas del clima de confusión e indefinición en torno a este tema. En las actitudes están presentes dos funciones: *descriptiva*, con la que se diseña el modelo de persona concreto que se posee; y *predictiva*, que nos permite predecir hechos o modificar tendencias de comportamiento (Pérez Ferra y Román Castro, 1995). En una de las definiciones de actitud encontradas en la literatura se incide en la coexistencia de dos componentes (cognitivos y afectivos): "*Disposición o inclinación hacia alguien o algo, previa valoración, que se hace operativa en motivación y disponibilidad para realizar acciones de aceptación, rechazo, indiferencia u otras afines con la valoración*" (Rabadán y Martínez 1999:68), aunque no debemos obviar la existencia de un tercer componente de carácter precomportamental, esto es, la "*predisposición a actuar*" (Fishbein y Azjen, 1975: 80).

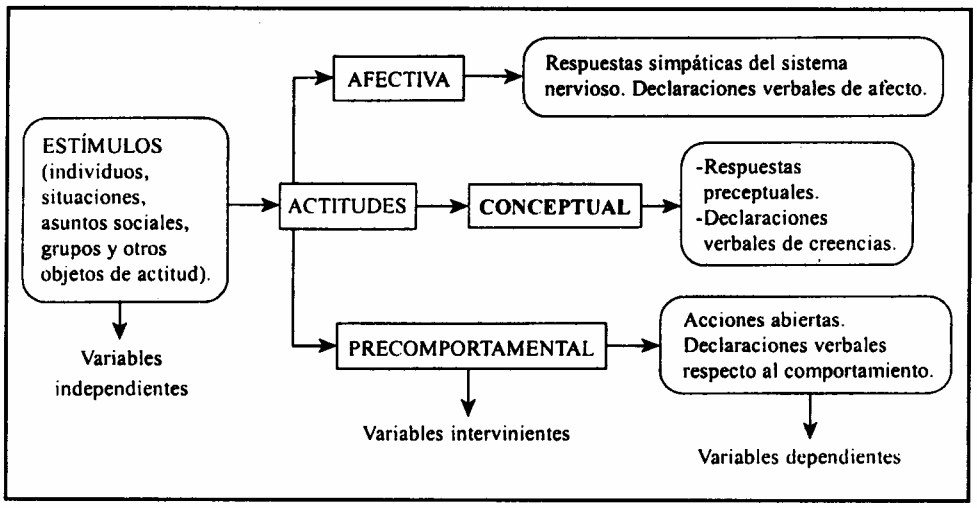


FIGURA Nº 4 Concepción esquemática de las actitudes en Azjen y Fishbein.
FUENTE: Pérez Ferra, Quijano López y Pérez García, 2005: 29.

Para Gavidia y Rodes (1999) las actitudes se caracterizan porque son: *adquiridas, estables y perfectibles*, pero tal vez la cuestión fundamental radica en distinguir tres términos (valores, actitudes y comportamiento) que, aunque a menudo, se usan de manera indistinta, conviene matizar. Los valores expresan deseos, formas de vivir individual y socialmente preferibles a las contrarias, pero que aún no se han alcanzado; no son el resultado de un conocimiento consciente. Las actitudes se pueden definir como "predisposición a actuar conscientemente de una determinada forma ante clases de situaciones, personas, objetos distintos"; por tanto, los valores están detrás de ellas. Por contra, el comportamiento es la única variable observable y no siempre se correlaciona con valores y actitudes ya que *lo que mueve a la acción es el sentimiento y la voluntad* (Sanmartí y Tarín, 1999).

En lo que sí parece existir consenso es en algunas características generales respecto a la definición de actitud: su función evaluativa acerca del objeto con el que están relacionadas, el carácter preconductual sobre el individuo, su carácter estable, su relación con el contexto, etc. (Pérez Ferra y Román Castro, 1995).

En relación con el aprendizaje de las ciencias, se puede distinguir entre:

- *Valores y actitudes científicos*, que deberían dirigir la actuación de las personas cuando construyen el conocimiento científico. Se consideran básicos la creatividad, apertura, curiosidad, escepticismo, objetividad, racionalidad, duda sistemática, honestidad intelectual, perseverancia, sentido crítico, etc.

- *Valores y actitudes hacia la ciencia y su aprendizaje*. Están relacionadas con la imagen que existe de los científicos (solitarios, sabios, aburridos...) y a menudo, el profesorado debe afrontar el reto de romper un círculo que se refuerza a sí mismo: a los alumnos no les gusta aprender ciencia porque la valoran negativamente; en consecuencia no la aprenden y no la conocen. "Para romper este círculo hay que actuar desde todos los campos

simultáneamente: el de los valores y el del conocimiento teórico y práctico de las reglas del juego" .

- *Valores sociales de la ciencia*. Están relacionados con la aplicación de conductas y tienden a una utilización racional del medio natural y social como, por ejemplo, "*aquellas relacionadas con la propia salud y con la sostenibilidad del medio*" (Sanmartí y Tarín, 1999: 61).

Algunos autores consideran que se deben enseñar valores o normas de la ciencia como comunalismo, universalismo, desinterés, originalidad y escepticismo; aunque reconocen, en la comunidad científica, la existencia de diversas formas de incumplimiento: investigaciones secretas, patentes individuales, discriminación de opiniones, asignación de subvenciones en función de quien las propone ("efecto Mateo"), intereses personales, plagio y dogmatismos (Solbes, 1999; Campanario, 1999).

Marín y Benarroch proponen una clasificación *no contrastada* para las actitudes que puede resultar muy valiosa a modo orientativo (cuadro nº 7):

Nivel 1	Actitudes hacia los hábitos de salud e higiene y hacia los hábitos para la conservación y respeto del medio ambiente.
Nivel 2	Actitudes hacia el conocimiento de ciencias que hay que aprender (motivación).
Nivel 3	Actitudes hacia las actividades de clase cuando estas intentan emular "modales científicos": comprender la repercusión de las actividades y valorar sus resultados. Se distinguen: • Actitudes positivas propias del trabajo científico: rigor, tenacidad, honradez, objetividad... • o Actitudes positivas vinculadas a la construcción colectiva del conocimiento científico: tolerancia, negociación de significados en grupo, afán de comunicación profesional...
Nivel 4	Actitudes hacia el conocimiento de las ciencias por las posibilidades que ofrece de actuación frente al medio. Los objetos de estas actitudes son: utilidad, eficacia y valor del conocimiento para comprender los problemas medioambientales y dar soluciones. Así establece tres subcategorías: • Actitudes hacia las posibilidades que percibe el alumno que le pueden aportar el aprender los contenidos de ciencias. • Actitudes hacia la eficacia de los procedimientos usados para construir conocimiento científico al aplicarlos en el entorno cotidiano. • Actitudes hacia el conocimiento científico por sus posibilidades para comprender el alcance de los problemas medioambientales y dar soluciones.
Nivel 5	• Actitudes hacia el conocimiento de ciencias por sus implicaciones tecnológicas y sociales. • Actitudes hacia el conocimiento científico por su imagen social. • Actitudes hacia las ciencias como una peculiar forma de conocimiento diferente a otros.

CUADRO Nº 7: Clasificación de las actitudes
FUENTE: Marín y Benarroch, 2000: 306-316

Estos autores aportan sugerencias para la enseñanza de los contenidos actitudinales por niveles educativos: Educación Primaria, niveles 1, 2 y 3; Secundaria, profundizar o reforzar los niveles anteriores y comenzar a fomentar el nivel 4; y Bachillerato y Universidad, nivel 5 (Marín y Benarroch, 2000).

En apartados posteriores desarrollaremos las ideas que existen actualmente sobre el cambio actitudinal y sobre las actitudes hacia el medio ambiente, ambos temas muy relacionados con el objetivo que nos ocupa en el presente trabajo.

II.2.3. El proceso de enseñanza/aprendizaje

Sería imposible recopilar toda la literatura existente en torno a este tema, por su amplitud y por el elevado número de aportaciones con el que cuenta. Por esta razón, nos vamos a centrar, como en apartados anteriores, en los aspectos más directamente relacionados con el propósito de nuestro trabajo, aún a sabiendas de que no se realiza un tratamiento exhaustivo de los mismos.

II.2.3.1. Marco teórico actual

II.2.3.1.1. El carácter social del aprendizaje.

La *hipótesis del conflicto sociocognitivo*, corriente de pensamiento surgida en un sector de la Escuela de Ginebra (Doise, Mugny y Perret-Clermont) durante los años 70, cuestiona las ideas piagetianas reinantes hasta el momento en las que el alumno era entendido como un ser socialmente aislado que debía percibir por sí mismo las propiedades de los objetos e incluso de sus propias acciones, lo que se conoce como *postura epistemológica* (Gutiérrez, 1986). Los partidarios de la hipótesis del conflicto sociocognitivo opinan que las relaciones del niño con sus iguales están en la base de la reestructuración de ideas, ya que el hecho de tener que ser entendido por otros le hace ser más explícito y detallado, como demuestran empíricamente hechos como que las tareas ejecutadas colectivamente dan lugar a producciones más elaboradas y más correctas; y que hay progreso cuando se produce confrontación de puntos de vista moderadamente divergentes.

Para otros autores, dado que no siempre el aprendizaje viene acompañado de conflicto sociocognitivo (por ejemplo cuando el niño imita a los mayores) estas evidencias son explicables mediante otras ideas que se agrupan bajo el nombre de *Hipótesis de la Regulación*, cuyo soporte teórico viene dado, fundamentalmente por las ideas de Vygotsky, quien sostiene que la interacción social es el motor del aprendizaje y del desarrollo intelectual. Propone el

concepto de *zona de desarrollo próximo* como desfase existente entre la resolución individual y social de problemas y tareas cognitivas. En el transcurso de la interacción social, el niño aprende a regular sus procesos e interioriza aquello que le lleva a poder conocer o hacer algo por sí mismo (Coll, 1990; Fernández et al., 2000).

II.2.3.1.2. Constructivismo

Dependiendo de la posición en la que se esté considerando la construcción activa del conocimiento, se pueden distinguir tres niveles de análisis diferentes en relación con el constructivismo: *el epistemológico, el psicológico y el educativo* (en el que nos vamos a centrar), pero manteniendo en todas ellas una posición interaccionista entre la realidad y el sujeto. (Rodrigo y Cubero, 2000). Para los positivistas, la verdad permanecía esperando en la naturaleza a ser descubierta por el hombre mediante la observación y la experimentación cuidadosas. Con la crisis del positivismo, Kuhn y Toulmin, en los años 70, explican la construcción del conocimiento a través de "gafas perceptivas" que no son más que sus propias estructuras conceptuales. (Novack, 1988).

En opinión de R. Driver las principales características de la visión constructivista son:

1. Lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia.
2. Encontrar sentido supone establecer relaciones.
3. Quien aprende construye significados. Esto exige una reestructuración.
4. Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje, (Driver, 1986).

De esta forma, se consideran fundamentales para el aprendizaje *los esquemas previos* que tiene el que aprende. Esta autora describe algunas características de los esquemas previos (su coherencia interna, su ligazón a contextos específicos y/o a la percepción sensorial, etc.) y propone su célebre secuencia de

enseñanza: *orientación, explicitación de ideas previas, reestructuración de ideas, aplicación de lo aprendido y revisión del cambio en las ideas* (Driver, 1988).

Una de las señas de identidad del constructivismo es sin duda el concepto de *aprendizaje significativo* ausubeliano. Para que un contenido sea potencialmente significativo, debe poseer *significatividad lógica* (que el alumno lo entienda) y *significatividad psicológica*, es decir, que existan en la estructura cognoscitiva del alumno elementos relacionables. De estas consideraciones se desprenden una serie de características que deben tener los aprendizajes para ser significativos: funcionalidad, que requieran ser descubiertos por el alumno, que potencien la memoria comprensiva y que contribuyan a aprender a aprender (Coll, 1990: capítulo 7). La importancia que se concede a los conocimientos previos viene respaldada por la *Teoría de la Asimilación* de Ausubel.

Muy relacionada con lo anterior, la idea de aprendizaje como *cambio conceptual*, se fundamenta en el paralelismo existente entre el desarrollo conceptual de un individuo y la evolución histórica de los conocimientos científicos. Hace especial énfasis en los ya comentados *conflictos sociocognitivos*. Aunque las estrategias basadas en el cambio conceptual mostraron avances respectos a los modelos transmisivos, la persistencia, en algunos casos, de las concepciones previas, dio pie a la investigación en una nueva línea de trabajo: el aprendizaje como *tratamiento de situaciones problemáticas de interés*, que concede especial importancia al aspecto metodológico como base del conocimiento científico; de hecho los cambios conceptuales en la historia de la ciencia fueron posibles gracias a nuevas metodologías (Gil et al., 1991).

Durante bastantes años, las ideas constructivistas han gozado de gran aceptación, aunque también ha sido objeto de críticas. Gil y sus colaboradores (2000: 11-34) analizan algunas de ellas, sobre la mayor parte de las cuales afirman: "*No todo es constructivismo, ya que abundan formas simplistas de constructivismo que poco o nada tienen que ver con él*". Otras críticas, como las de Solomon, se basan en que el fundamento teórico del constructivismo fue descrito treinta años antes por Kelly, y que deja de lado el aprendizaje real de un

cuerpo establecido de conocimientos por centrarse en la "*noción del alumno como científico*". Para estos autores, se trata de una interpretación demasiado literal, ya que las limitaciones de tal idea han sido señaladas también desde el propio constructivismo. Proponen la metáfora del *investigador novel,* a medio camino entre la concepción del alumno como simple receptor (típica de los modelos de enseñanza transmisiva) y el alumno como investigador autónomo, como propone Kelly. Por otra parte, es muy posible que gran parte de las críticas que se vierten al constructivismo desde las aulas, vienen marcadas por la asociación de este con la reforma del sistema educativo con todos sus problemas y por una versión reduccionista y estereotipada de sus planteamientos (Rodrigo y Cubero, 2000).

Por último, es importante señalar, de cara a la aplicación de metodologías innovadoras, y dentro del marco constructivista, dos ideas fundamentales: en primer lugar, que las innovaciones educativas deben ser introducidas de forma gradual y por último, que "*es conveniente abandonar los cursos de ciencias "panorámicos" sustituyéndolos por otros en los que prime la profundidad de algunos contenidos bien seleccionados"*, (Banet, 2000: 474).

II.2.3.1.3. Los estudios de ideas previas

El éxito de los postulados constructivistas dio lugar una gran abundancia de estudios sobre ideas previas, con esta u otras denominaciones: concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... y así hasta dieciséis distintas (Jiménez et al., 1994). Sin embargo, *numerosos estudios ponen de manifiesto que la capacidad operatoria del sujeto tiene bastante relevancia; de ahí que la dependencia de las operaciones mentales de los aspectos específicos de la tarea no justifica el abandono de éstas, en todo caso, se tendría que tener en cuenta, además de los esquemas operatorios, otros de índole específico* (Marín et al., 1997). Por otra parte parece existir consenso en que la metodología empleada en estos estudios de ideas previas no siempre ha sido correcta (Campanario, 2000).

Hechas estas precisiones, recogemos a continuación las conclusiones de muchas de estas investigaciones que están relacionadas con el campo de trabajo que nos ocupa, básicamente sobre tópicos de tipo ecológico-medioambiental y sobre procedimientos científicos (concepciones epistemológicas):

- Concepciones de carácter general en Biología: argumentos teleológicos y antropocéntricos; asociación ser vivo-ser dotado de movimiento; la fotosíntesis como forma de respiración de los vegetales "al contrario" que los animales; carácter bidimensional de la célula; concepciones lamarquianas, y asociación del concepto de especie al de grupo tipológico (De Manuel y Grau, 1996; Banet, 2000).

- Concepciones en Ecología: utilización indistinta de los términos alimento, nutriente y energía; relaciones tróficas como relaciones entre individuos aislados (identifican eslabón con individuo); unidireccionalidad en las relaciones; idea de descomposición como resultado del paso del tiempo y como meteorización, sin intervención de microorganismos; pérdida de materia a consecuencia de la descomposición; nutrición vegetal únicamente a partir del suelo y agua; predominio de las relaciones de competencia sobre las demás; la población como un agregado de unidades, existencia de cadenas tróficas aisladas, sin redes; el régimen alimentario sólo depende de las preferencias individuales; nula o escasa consideración de los factores abióticos; no reconocimiento de la organización en los ecosistemas; identificación de biodiversidad con diversidad; y dificultades para establecer relaciones causales de los fenómenos relacionados con la biodiversidad como extinciones, riqueza biológica, beneficios para el ser humano, etc. (Berzal de Pedrazzini y Barberá, 1993; Fernández 1995; De Manuel y Grau 1996; Leach et al., 1996 a y b; Rojero 1999; Salinas et al., 2000).

- Concepciones en Edafología: dificultades derivadas de la polisemia; idea de suelo como superficie inerte o de soporte y formación del suelo por aporte superficial de materiales (Pedrinaci, 1996; Yus y Rebollo, 1993).

- Concepciones en el ámbito de las problemáticas ambientales: identificación de la contaminación con algo perceptible por los sentidos; la especie humana no está sujeta a extinción; la importancia de la contaminación se expresa en términos económicos; posiciones pesimistas; escasa confianza en la capacidad de autorregulación natural, y por tanto, conservacionismo radical entendido como "no intervención"; los impactos ambientales se reducen a agresiones a animales y ecosistemas, obviándose las consecuencias sociales, ausencia de una visión compleja y sistémica, predominio de causas y consecuencias sencillas (especialmente, efectos sobre la fauna y sobre los espacios naturales en sí mismos); en los alumnos de ciudad se observa una dualidad más marcada entre lo natural y lo artificial; escasa concienciación en la lucha y prevención contra el ruido; y los valores más importantes para los estudiantes de 4º de ESO y Magisterio son: la conservación, el respeto a la naturaleza, la responsabilidad y la concienciación. Ignoran valores como: la autonomía, la solidaridad, la diversidad y la cooperación. (Brody, 1994; Aguaded, 2001; Sánchez, 2001).

Siguiendo los planteamientos expuestos por Correa, Cubero y García (1994), las ideas previas de los alumnos en el terreno de la Educación Ambiental se pueden formular de la siguiente forma:

Dimensión organizacional	- El *medio escenario*, como un fondo. - El *medio aditivo*, la realidad como suma de elementos. Supone también: 1. El centramiento en lo evidente y próximo a la experiencia de los sujetos: se destaca lo que resulta más familiar. 2. La existencia de seres superiores o dominantes (carnívoros, familiares) e inferiores o dominados (plantas, seres poco conocidos).
Dimensión causal	- *Causalidad intencional*: 1. Intenciones propias de los humanos (a los pájaros les gusta cantar). Es una forma de pensamiento antropocéntrico. 2. Creencia en un orden absoluto, estático y predeterminado, de naturaleza mítica. - *Causalidad mecánica y lineal*: unidireccionalidad y dependencia lineal y simple entre los elementos del medio. No aprecian que varios factores puedan incidir en un mismo hecho, ni la reciprocidad que se establece entre elementos del medio. - *Causalidad compleja*: no suele aparecer en las ideas previas, posiblemente por dos razones: Dificultad de la noción de interacción y falta de experiencia en el manejo de escalas espacio-temporales grandes.
Dimensión de cambio	- *Fijista*: visión estática; sólo reconocen cambios muy evidentes y próximos a su experiencia cotidiana

CUADRO Nº 8. Ideas previas de los alumnos en Educación Ambiental
FUENTE: J. E. García, 2000: 597-598

- Concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia:

  - Visión empirista y ateórica. Resalta el papel de la observación y de la experimentación "neutras" no contaminadas por ideas apriorísticas.
  - Visión rígida (algorítmica, exacta, infalible...). Se presenta el "método científico" como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente. Se resaltan los aspectos cuantitativos, rigurosos, etc. olvidando la invención, conjetura, creatividad...
  - Visión aproblemática y ahistórica (ergo dogmática). Se transmiten problemas ya elaborados, sin mostrar cuáles fueron los problemas que generaron su construcción.

- Visión exclusivamente analítica. Resalta la necesaria parcelación de los estudios, pero olvida los esfuerzos posteriores de unificación y de construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios.
- Visión acumulativa, lineal. Los conocimientos aparecen como fruto de un crecimiento lineal, ignorando las crisis, las remodelaciones profundas (paso del geocentrismo al heliocentrismo...).
- Visión individualista La ciencia aparece como obras de genios aislados.
- Visión "velada", elitista Claras discriminaciones de naturaleza social y de género.
- Visión de "sentido común". Los conocimientos se presentan como obvios.
- Visión descontextualizada, socialmente neutra. Se olvidan las complejas relaciones C/T/S.

Numerosos autores destacan que hay deformaciones que se relacionan entre sí en los individuos, por ejemplo, una visión individualista y elitista apoya una visión empirista y descontextualizada (Gil y Martínez, 1999; Acevedo, 2000 y 2003; Fernández y otros, 2003; Ríos y Solbes, 2002). A este respecto, Banet y Núñez (1996: 261-262) afirman que buena parte de las concepciones que poseen las y los estudiantes se organizan en torno a estructuras conceptuales más o menos relacionadas entre sí, en la mayoría de los casos, organizadas jerárquicamente *"(...) además de concepciones puntuales es posible encontrar esquemas conceptuales más amplios, a través de los cuales, se relacionan e integran diversos conocimientos relativos a un mismo proceso. (...) Se ha podido constatar la existencia de un tercer nivel de organización que hemos denominado modelos conceptuales"*.

Por último, y sin entrar en detalles recogemos algunas *otras dificultades de aprendizaje* muy relacionadas con las ideas previas (Campanario, 2000), como son:

- Las pautas de pensamiento y razonamiento de los alumnos que justifican un cambio metodológico: la *metodología de la superficialidad* (Carrascosa y Gil, 1995), de escaso rigor crítico, y los heurísticos, como por ejemplo, prestar más atención al estado final que al inicial; investigar sólo si algo cambia; utilizar los conocimientos que se dominan, no los más relevantes; percibir el equilibrio como algo estático; principio de causalidad lineal y cuantitativa "a mayor causa, mayor efecto"; admitir excepciones a las reglas; y considerar que una acumulación de pequeñas explicaciones satisfactorias constituye una explicación global aceptable.

- Estrategias metacognitivas "aprender a aprender" (conocimiento sobre los propios procesos y productos cognitivos y propiedades de la información relevantes para el aprendizaje): identificación de las dificultades durante el aprendizaje; ser consciente de las propias dudas; formular las dificultades como problemas; y metaconocimiento o conocimiento acerca de la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico.

II.2.3.1.4. Cambio actitudinal.

Piaget en su metodología para la educación moral de 1932, distinguía dos etapas madurativas: heterónoma y autónoma. La etapa heterónoma viene caracterizada por la coerción y se basa en la interiorización de normas y valores absolutos desde la autoridad de personas e instituciones. Se corresponde con enfoques pedagógicos socializadores basados en la coerción y la inculcación. La etapa autónoma se desarrolla en torno a la construcción personal de valores desde un contexto de pluralismo; y se corresponde con los enfoques pedagógicos racionales o de educación para la autonomía mediante cooperación, clarificación de valores y discusión de dilemas morales.

En trabajos más recientes, se destacan tres implicaciones fundamentales en torno al componente actitudinal: la *teoría de la consistencia* de Rosenberg (las actitudes son difíciles de cambiar), la *teoría de la discrepancia* de Kelman (el

cambio se ve estimulado cuando el individuo se enfrenta a una discrepancia entre una actitud suya y un nuevo elemento de información o situación) y la *teoría de la acción razonada* de Fishbein que se apoya en el componente cognitivo de las actitudes (las creencias) (Yus, 2000).

Por otra parte, la ordenación actual del sistema educativo, deja tres vías de acceso, en el desarrollo curricular, para acercar al alumnado los valores y actitudes: los ejes transversales, que contribuyen a la creación de un marco ético de acción; los objetivos generales, como grandes tendencias a considerar en el currículo; y a través de los conocimientos, junto a conceptos y procedimientos. Esta última opción presenta la ventaja de contar con el componente volitivo y con el carácter declarativo de la actitud en el proyecto curricular. En este marco, existe consenso en reconocer la importancia de promover actividades que faciliten que los chicos y las chicas tomen conciencia de sus propios valores y actitudes y que les posibiliten el conocimiento de otros, su desarrollo y la toma de decisiones. En el proceso se consideran fundamentales dos condicionantes: el currículo oculto y la motivación. La mayor parte de los modelos de enseñanza de actitudes son bastante similares, reproduciendo con mayor o menor profusión los siguientes momentos:

- Clarificación de los valores: actividades en las que el alumnado verbalice su estado ideal, sus opiniones...

- Reflexión y nuevas actuaciones: que elabore referentes propios.

- Dar oportunidades para actuar en función de otros valores y para revisar y regular los propios puntos de vista y prácticas. En esta fase habría que procurar poner de manifiesto el grado de satisfacción producido por los logros obtenidos, por su fuerte carácter motivador (Pérez Ferra y Román Castro, 1995; Gavidia y Rodes, 1999; Sanmartí y Tarín, 1999; Solbes, 1999).

Aunque la mayor parte de los modelos son bastante coincidentes, no hay que descartar la posibilidad de que existan unas metodologías más idóneas que otras en función del tipo de actitudes que se pretenden desarrollar. Rabadán y Martínez presentan una propuesta a este respecto:

TIPO DE ACTITUDES	MODELO DE ENSEÑANZA
Actitudes que cruzan los bloques de contenido: orden y limpieza, claridad, cuidado...	Enseñanza por modelado o imitación: el profesor como referente, currículo oculto, etc. Enseñanza derivada del modelo didáctico para el área: sensibilidad hacia el trabajo bien hecho, hacia el respeto a los demás, hacia el buen uso de los aparatos del laboratorio, etc.
Actitudes específicas de cada bloque de contenido y ligadas a conceptos y procedimientos concretos	Modelo de enseñanza constructivista, con cuatro fases: 1. Conocimiento de las ideas y actitudes previas 2. Planteamiento de situaciones problemáticas 3. Planteamiento de una investigación *4.* Aplicación de las nuevas ideas a situaciones diversas

CUADRO Nº 9. Relación entre tipos de actitudes y modelos de enseñanza
FUENTE: Rabadán y Martínez (1999: 73)

Como conclusión de este apartado, habría que incidir en la importancia que puede jugar la utilización del método de proyectos en la enseñanza de las actitudes. A este respecto, destacamos las siguientes palabras de Enrique Banet: "*En todo caso, el aprendizaje de actitudes se ve favorecido cuando éstas se implican en las situaciones de enseñanza. De ahí, que las actividades que se desarrollen se deberían caracterizar por la puesta en práctica de estos comportamientos (participación en campañas de alimentación, en actividades de repoblación forestal...), llevadas a cabo, preferiblemente, por medio del trabajo en equipo*" (Banet, 2000: 466).

II.2.3.1.5. Los estudios de actitudes previas.

Según el último *ecobarómetro* de Andalucía consultado, los andaluces perciben, como principales problemas ambientales, el ruido y la suciedad en las calles, a nivel local,; y los incendios forestales, la contaminación del litoral y la falta de

agua, en el ámbito regional; como principal comportamiento proambiental se destaca el reciclaje (Sánchez, 2005).

Aunque no tan prolíficos como en el campo de los conceptos, existen también numerosos estudios sobre actitudes previas de los alumnos acerca de los tópicos relacionados con cuestiones medioambientales. Por ejemplo, Stanistreet y otros (1993) analizan, mediante cuestionarios, las actitudes de los niños hacia los usos de los animales. La mayor parte de los encuestados se manifiesta en contra de utilizarlos para fabricar ropa y calzado, como atracción en circos y zoológicos y para la investigación cosmética. Destacan que hay un 50 % de partidarios si la investigación se hace con fines médicos. En cuanto a la idea de conservación de las especies, tan sólo el 46% es partidario de proteger los animales y aún menos (40%) si se trata de vegetales. En un estudio publicado recientemente, Aguaded y Díaz-Guerra (2001) encuentran que los valores más importantes para los estudiantes de 4º de ESO y Magisterio son: la conservación, el respeto a la naturaleza, la responsabilidad y la concienciación. Por el contrario, ignoran valores como: la autonomía, la solidaridad, la diversidad y la cooperación. Destacan como causas de la *percepción axiológica* de los alumnos:

- Factores religiosos: el ser humano (y por extensión, el científico) aparece como controlador o dominador del mundo.
- Factores educativos
  - Se enseñan conceptos con la esperanza de que cambien las actitudes.
  - Se muestra el medio como un escenario, pero no se analizan situaciones desde la complejidad.
- Factores cognitivos (percepción del hombre moderno)
  - Individualismo.
  - Percepción estática de la naturaleza.
  - Percepción fragmentaria.
  - La naturaleza como fuente inagotable e ilimitada de recursos.
- Factores socioeconómicos y culturales
  - Globalización.
  - Medios de comunicación al servicio de la incomunicación.

Las diferencias de género están presentes en las actitudes hacia la ciencia, donde la dimensión *experiencias previas* aparece como el principal factor determinante. La respuesta educativa a la problemática del género en el aula de ciencias más coherente con estos resultados debería ser una intervención diversificada que permita a las chicas desarrollar su propio sentido y personalidad en la ciencia (Manassero y Vázquez, 2000).

A la vista de los resultados de un estudio sobre actitudes relacionadas con los residuos urbanos, se puede concluir:

1. Los chicos de 12-16 años tienen una buena conciencia del problema ambiental provocado por los residuos. No obstante, conviene matizar dicha conclusión:
    a. Un elevado porcentaje de estudiantes no considera importante el ahorro de materias primas a la hora de tratar el problema de los residuos.
    b. Un número importante de alumnos está dispuesto a incrementar el consumo, aunque se produzcan muchos residuos, porque relacionan ese crecimiento con el aumento de puestos de trabajo. Del mismo modo, gran parte de esta muestra expresa que su ahorro no sería importante para disminuir la cantidad de materiales que van a parar al cubo de la basura.
2. Algunas de las alumnas y alumnos consultados creen que los países industrializados contribuimos menos a la contaminación ambiental que los países en vías de desarrollo, porque la mayoría de nuestros productos están bien envasados.
3. Asimismo, un número importante de alumnos da un valor fundamental a las normas y disposiciones que parten de los organismos públicos para regular los envoltorios, embalajes, etc. Incidiendo en esta idea, su posición es muy favorable a la petición de que gobiernos y autoridades exijan que los productos se vendan en envases reciclables.
4. Muchos estudiantes muestran su disposición a reutilizar alguno de los productos de consumo habitual (emplear el papel por las dos caras, por

ejemplo). Pero, a la vez, un grupo notable de alumnas o alumnos expresa su falta de disposición para separar las basuras en distintos contenedores. Simultáneamente, estos estudiantes no ven con buenos ojos el empleo de objetos de segunda mano como los libros usados, el intercambio de ropa, los juegos semi-nuevos o los muebles viejos restaurados. La reutilización de objetos es una alternativa de vida que goza de baja consideración social y que ellos asocian, las mayoría de las veces, a la pobreza y a situaciones de marginalidad.

5. Parece que las implicaciones didácticas son de dos tipos: por un lado, es preciso que los estudiantes establezcan el vínculo entre consumo de productos y utilización de recursos naturales, pues en la mayoría de las ocasiones esta relación no es para ellos evidente; por otro, es preciso dar oportunidades a los alumnos de participar en programas de reutilización y reciclaje mediante actividades organizadas al efecto en el propio centro de enseñanza, barrio, comunidad, etc. (R. Fernández et al., 2003).

II.2.3.1.6. Las hipótesis de progresión

A modo de síntesis de los apartados anteriores, recogemos en este las ideas expuestas por J. E. García (2000) sobre el progreso del conocimiento en educación ambiental. El autor expone que los alumnos alcanzan el conocimiento de modo gradual, en un proceso de aproximaciones sucesivas y a través de una serie de pasos que se corresponden con los diferentes niveles de formulación. Estos niveles se pueden aplicar a las concepciones de los alumnos (estados de conocimiento) y a los diseños que realiza el profesor: análisis científico-epistemológico, etc. García propone programar los contenidos de educación ambiental teniendo en cuenta la hipótesis de progresión, concretamente mediante una formulación en red: tramas de contenidos y mapas de conceptos. Basándonos en las tramas de contenidos conceptuales, definimos dos dimensiones:

- Horizontal (amplitud de la trama): conjunto de contenidos relacionados.
- Vertical (niveles de jerarquía).

Como apunta Gagliardi (1986) los contenidos escolares deben focalizarse en aquellos conceptos estructurantes que determinan una transformación más general del sistema conceptual del alumno. El máximo poder estructurante se correspondería con nociones metadisciplinares: sistema, interacción, cambio, diversidad...

Teniendo en cuenta estas categorías, podemos considerar tres aproximaciones a la organización ecológica, que aparecen en las ideas manifestadas por los alumnos en distintos momentos del proceso de enseñanza/aprendizaje (J.E. García, 2000):

- Nivel 1. Concepción aditiva del ecosistema.
- Nivel 2. Cadena trófica rígida: linealidad.
- Nivel 3 Red trófica flexible. Se considera nivel de referencia

En relación con los *modelos de relación humanidad-medio*, las creencias se pueden referir a dos grandes paradigmas (J.E. García, 2000: 602-604):

- Antropocéntrico: disyunción.
- Biocéntrico: integración entre lo natural y lo social.

Aplicando la hipótesis de progresión, José Eduardo García propone cuatro momentos:

1. *Modelo de desarrollo ilimitado*: cultura del dominio. Se justifica por el mantenimiento de nuestra calidad de vida entendida como máxima disponibilidad de bienes y energía.
2. *Modelo de desarrollo limitado*: reconoce que la explotación del medio no puede ser indefinida. Surge tras la crisis ambiental del SXX y el desarrollo de la ciencia ecológica.

3. *Modelo de desarrollo sostenible*, compatibilizando progreso y conservación. Es una transición desde el antropocentrismo hacia el biocentrismo. Lleva aparejada una ética ambientalista: primacía de todos los seres vivos, solidaridad entre generaciones, principio de biodiversidad...
4. *Modelo de desarrollo* (sin definir): basado en el ecodesarrollo crítico y radical, incompatible con la organización económica actual. Interdependencia y complementariedad.

II.2.3.1.7. El lenguaje en la enseñanza de las ciencias.

El lenguaje realiza el papel de regulador de la acción y del pensamiento; el intento de formular verbalmente la propia representación mental de algo, con el fin de comunicarla a los demás, hace reconsiderar y reanalizar lo que se pretende transmitir (Coll, 1990).

Varios autores apuestan por el lenguaje como indicador de calidad del aprendizaje científico *un análisis de los complejos procesos de resolución de problemas, de la forma en que se reformula el problema por parte del alumnado, de cómo se perciben o se construyen los datos, de cómo se relacionan datos y conclusiones, de cómo se justifican las conclusiones, cómo se elige entre diferentes opciones, y, aunque en ocasiones se presta poca atención a este aspecto, cómo se anuncian estas operaciones verbalmente o por escrito, es decir cómo se emplea el lenguaje, cómo se habla ciencias* (Díaz de Bustamante y Jiménez, 1999: 14). Se abunda, en la literatura, en la importancia del lenguaje ejemplificando situaciones de clase como:

- elegir una entre varias observaciones
- justificación de la elección de una explicación sobre un determinado fenómeno.

La importancia del lenguaje es tal, que algunos autores sostienen que "*las ideas de la ciencia se aprenden y se construyen expresándolas y que el conocimiento de las formas de escribir en relación con ellas es una condición necesaria para su evolución"* (Sardá y Sanmartí, 2000: 405).

A partir de la observación realizada en aulas de ciencias naturales se ha deducido la existencia de problemas sistemáticos de comunicación en el aula, así como la existencia de mecanismos de vaciamiento discursivo, entendido como la desnaturalización de la función del lenguaje como sustento de los contenidos disciplinares específicos. Entienden que no se trata de un malentendido porque los docentes y los alumnos involucrados no parecían ser conscientes de esa pérdida de sentido, incluso la reforzaban desde tres tipos de actitudes:

- un *hacer como* si los alumnos entendieran
- un *diálogo de sordos*: hacer como que se enseña y hacer como que se aprende (*modelo de enseñanza-ficción* de Cañal y Porlán)
- una "*negociación de poder"* por la cual los docentes transfieren el problema de la incomunicación a los alumnos o a factores externos ya que el docente no se percibe a sí mismo como comunicador (Galawosky et al., 1998: 315).

En cuanto al papel del lenguaje en el aprendizaje de las ciencias, Izquierdo (2000: 51) afirma que "*Lo que debemos hacer es "recrear" el lenguaje, y, al hacerlo, hacer nacer la idea científica".* Los mapas conceptuales, la V de Gowin, las redacciones, los informes de laboratorio, las simulaciones de simposios o discusiones científicas, las investigaciones escolares, etc. constituyen excelentes ocasiones de aprender a pensar sobre conjuntos de fenómenos, buscando explicaciones lo más amplias posibles a partir de las que los alumnos ofrecían inicialmente (Roth y Lucas, 1997; Jorba et al., 1998).

A este respecto, resaltamos la existencia de numerosas experiencias de aula que incorporan la redacción de informes (Pérez Vega, 1998 y 1999; Aznar y Pereiro, 1999; Muñoz, 2001).

Pero si existe un instrumento didáctico, de investigación y de evaluación, en la que el lenguaje juega un papel fundamental, ese es el cuaderno de alumno; tanto es así que refleja la evolución real del aprendizaje y nos aproxima al currículo real (Souto et al., 1996). Existe un paralelismo notable entre algunas de las destrezas básicas (capacidad de observación, clasificación, comparación...) y ciertas estrategias metacognitivas que se aplican en el proceso de procesamiento de la información.

El aprendizaje a partir de textos puede ser uno de los medios más eficaces de fomentar la metacognición, por ejemplo mediante actividades que siguen el esquema *predecir-observar-explicar* (Campanario y Moya, 1999).

II.2.3.2. Estrategias didácticas

Los planteamientos teóricos deben cristalizar en el trabajo de aula, ya que, en última instancia, es en este escenario donde tienen lugar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Al igual que en apartados anteriores, no vamos a repasar todos y cada uno de los modelos didácticos que se pueden encontrar en la bibliografía (para ello, se puede consultar Campanario y Moya, 1999), sino aquellos aspectos que aparecen directamente relacionados con la aplicación del método de proyectos en temáticas ambientales.

II.2.3.2.1. Los trabajos prácticos: el aprendizaje como investigación

Porlán y colaboradores (1997) resumen los postulados del modelo didáctico de la *investigación en la escuela* (Cañal y Porlán, 1987 y 1988), *según el cual la investigación de problemas relevantes es la estrategia didáctica más adecuada para favorecer la evolución y desarrollo tanto de los estudiantes como de los profesores*. Tres argumentos que fundamentan este modelo son:

a) *La perspectiva constructivista.*

b) *La perspectiva sistémica y compleja* de las ideas y de la realidad.
c) *La perspectiva crítica*, según la cual, las ideas y las conductas de las personas y los procesos de contraste no son neutrales. Adoptar esta perspectiva implica reconocer la relación íntima que existe entre intereses y conocimientos.

Como alternativa a la enseñanza habitual mediante prácticas de laboratorio, se proponen los *trabajos prácticos como investigación*, un modelo de práctica que parte de una situación problemática que da sentido. Análogamente, se ha propuesto la *resolución de problemas como investigación* refiriéndose a los problemas de "papel y lápiz" (Gil et al., 1991). Ejemplos de aplicación a las prácticas de laboratorio de Física y Química se pueden encontrar en Gil y Valdés (1996) y en Martínez y Ovejero (1997).

En uno de sus artículos más conocidos, Daniel Gil repasa los principales modelos didácticos (transmisión, descubrimiento, recepción significativa y constructivismo) para inscribirse en el *constructivismo "radical" basado en una propuesta metodológica*. Afirma que las secuencias de enseñanza basadas en el cambio conceptual practicadas reiteradamente producen inhibición y rechazo en los alumnos. Por ello, propone asociar (al igual que la ciencia) ideas previas a situaciones problemáticas abiertas de interés para los alumnos. No se trata de eliminar los conflictos cognitivos ya que estos aparecen cuando en el trabajo de profundización unas ideas (tomadas como hipótesis) son sustituidas por otras.

La propuesta "Estrategia de enseñanza para un aprendizaje como investigación" se resume en cuatro momentos:

1. Plantear situaciones problemáticas que generen interés.
2. Proponer a los estudiantes el estudio cualitativo de las situaciones problemáticas con ayuda de la bibliografía.
3. Orientar el tratamiento científico de los problemas:
    a. Invención de conceptos y emisión de hipótesis.
    b. Elaboración de estrategias de resolución.

   c. Resolución y análisis de los resultados, cotejándolos con los obtenidos por otros grupos de alumnos y por la comunidad científica.
4. Plantear el manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones.

El aprendizaje como investigación implica:

- El papel del alumno como investigador novel.
- La actividad científica entendida como un trabajo que incluye muchos aspectos (bibliografía, análisis, etc.) además del experimental.
- La transformación del currículo en programas de actividades y desarrollarlos con un clima y un ritmo apropiados (Gil, 1993).

La educación científica debe potenciar la formulación de preguntas sobre los fenómenos naturales y la búsqueda de respuestas *"mediante un juego de pensamiento y acción característicos de la actividad científica"* (Pujol 2002: 16).

García y García (1992) exponen la idoneidad de la metodología basada en la investigación o enfoque basado en el planteamiento de problemas, así como una serie de pautas metodológicas. Uno de los autores realiza una actualización del tema en *Didáctica de las ciencias experimentales*; por lo que nos referiremos a este último trabajo. Para J. E. García (2000: 606-607) *"la educación ambiental requiere una "metodología basada en la investigación del alumno" y una evaluación continua y procesual, coherente con dicha metodología.*(...) *el proceso de investigación debe ser un proceso ajustado al aprendizaje, por lo que los problemas ambientales deben presentarse como problemas abiertos y complejos; que se reformulan y definen en el propio proceso de investigación; que no se pueden resolver desde una única perspectiva, ni tienen una única solución, sino que requieren del uso de muy variadas fuentes de información y de la negociación y el diálogo; y que implican, en su resolución, a todas las esferas de la persona, a lo conceptual, a lo procedimental, a lo actitudinal y a lo*

afectivo". Entiende la investigación del alumno como un *proceso en espiral* para el que propone una serie de fases cíclicas:

- Delimitación del problema.
- Primer tratamiento de las ideas de los alumnos.
- Búsqueda de información nueva.
- Segundo tratamiento desde el contraste con la información nueva.
- Recapitulación final y aplicación a nuevas situaciones.

Así mismo propone:

- alternar el trabajo con elementos concretos con elementos más focalizados en la generalización.
- que el educador controle sistemáticamente la investigación del sujeto que aprende ayudándole a generalizar el conocimiento adquirido en una situación concreta.

En la propuesta didáctica titulada "*una nueva ética ecológica basada en la vida, la diversidad, la responsabilidad y la solidaridad*", basada en la metodología investigativa se contemplan tres fases:

- Fase I Poner de manifiesto las ideas previas. Metodología interrogativa.
- Fase II Planteamiento de la investigación. Los alumnos tratarán de resolver los conflictos y problemas planteados mediante la búsqueda d información fundamentalmente en prensa.
- Fase III Aplicación del aprendizaje. Intentan promover la transferencia de los conocimientos adquiridos a situaciones reales. Para ello usan simulaciones (Aguaded y Díaz-Guerra 2001).

Otra experiencia, el Proyecto SALTERS (procedente del mundo anglosajón y adaptado en Argentina, entre otros lugares) consiste en entrenar a un grupo de docentes en el diseño de planificaciones, empleando los siguientes niveles de análisis:

1. Curricular: selección y secuenciación de contenidos disciplinares por parte del profesor en sus propios programas de química.
2. Metodológico: trabajo coordinado del grupo de docentes para diseñar las estrategias y metodologías y los ejes disciplinares e interdisciplinares.
3. Teórico, de fundamentación: epistemológica, científica y didáctica.

El esquema propuesto pretende que los docentes transformen los contenidos disciplinares en problemas o situaciones problemáticas que susciten intereses y compromisos éticos y afectivos.

Metodología:

1. Selección de grupos y presentación del proyecto al profesorado.
2. Relevamiento de ideas previas e intereses (encuestas I y II)
3. Presentación de situaciones-problema de interés ambiental a partir de las respuestas a la encuesta II y en función de los contenidos previos abordados en cada caso.
4. Elección de metodología de investigación para el problema elegido por los grupos, con soporte tutorial docente.
5. Realización del trabajo de investigación: salidas al campo, visitas, entrevistas diseñadas por los estudiantes, etc. de forma autónoma.
6. Elaboración de informes, presentación de producciones, valoración docente y de padres.

Conclusiones:

- La metodología empleada en los grupos 1 y 2 resultó motivadora y diferenciadora respecto del grupo 3 que trabajó sobre temas de elección propia pero con una metodología excesivamente abierta que no alcanzó a movilizar centros de interés.
- Se espera mejorar los resultados con un trabajo a largo plazo (marzo a diciembre 2002) de evaluación del proyecto CTS Química Salters (Drewes y Iuliani, 2003).

Otros autores defienden la idoneidad de estos enfoques, ampliados a una comunidad virtual, en educación ambiental: "*En este trabajo argumentamos a favor de una estrategia didáctica bastante conocida -la enseñanza basada en proyectos de investigación- que, "incrementada" mediante el uso de nuevas tecnologías, en particular, el uso de las redes colaborativas, puede permitir una efectiva actualización curricular y facilitar la formación continuada de profesores alrededor de un tema hoy fundamental: el desarrollo sustentable*" (Greca y González, 2002: 231).

Finn y colaboradores (2002) proponen tres vías para integrar la ecología experimental en los curricula de secundaria:

1. Simulaciones informáticas.
2. Experimentos de campo, evitando los que sean demasiado duraderos en el tiempo.
3. Experimentos de laboratorio: acuarios, etc.

La perspectiva que se propone desde la investigación educativa es más amplia e incluye no sólo el manejo de conceptos y modelos sino también practicar en alguna medida el trabajo científico, "*realizar indagaciones (también llamadas pequeñas investigaciones), experimentar una inmersión en lo que se ha denominado la cultura científica*" (Díaz de Bustamante y Jiménez, 1999: 9) a través de la utilización de los métodos de la ciencia como instrumento pedagógico (Giraldelli y Ghisolfi, 2005).

En cuanto a la resolución de problemas como forma de practicar el trabajo científico hacen dos precisiones:

1. Que las cuestiones sean realmente de carácter problemático y no meras preguntas retóricas.
2. Reservar la utilización del término *investigación* para la actividad realizada por la comunidad científica; proponen el uso de *indagación* para las

actividades de aula, dado que el profesor/a sí conoce de antemano la solución o el espectro de soluciones.

Los problemas auténticos tienen dos rasgos característicos:

1. Están situados en un contexto relevante y realista.
2. Procedimiento de resolución: el análisis de los datos debe seguir unas pautas similares a las que se siguen en la comunidad científica, es decir en función de los propios datos y no de opiniones personales sin fundamentar.

En cuanto a las actividades prácticas de laboratorio, Díaz de Bustamante y Jiménez (1999), los dividen en tres categorías:

a) Experiencias. Se utilizan para familiarizar a los estudiantes con determinados fenómenos u objetos. Ej. Percepción de sabores en la lengua.
b) Ejercicios. Actividades diseñadas para desarrollar específicamente destrezas prácticas o procesos cognitivos. Ej. La epidermis de cebolla.
c) Investigaciones (indagaciones). Permiten actuar a los estudiantes como científicos en la resolución de problemas prácticos o teóricos, prestando una especial atención a los procedimientos.

En opinión de Perales (2000: 299-300), "*el modelo por investigación (Gil, 1993) se basa en que la actividad docente debería integrar las pautas de trabajo que tienen lugar en la investigación científica habitual y que han permitido en buena medida alcanzar el nivel de desarrollo que hoy día la Ciencia ostenta".*

Algunas consecuencias didácticas que se derivan del análisis de la actividad investigadora son:

- *La enseñanza-aprendizaje de la Ciencia se convierte en una actividad con unos objetivos claros y explícitos para los alumnos, en*

la medida que se intentan resolver problemas significativos para ellos, ya sea en razón de sus conocimientos previos, peso social, potencialidad para explicar otros fenómenos, etc.

- *Este modo de trabajo aproxima al alumno al quehacer científico normal y, por tanto, destierra el modelo didáctico tradicional consistente en presentar la Ciencia como un contenido estático y cerrado.*
- *Sirve de aglutinante para el aprendizaje de las tres dimensiones básicas del conocimiento: conceptos (leyes, teorías, principios), procesos (destrezas y habilidades) y actitudes (normas, creencias, valores, hábitos), de un modo natural y dinámico.*

En cuanto a cómo acometer la resolución de problemas por investigación, Perales distingue dos alternativas: transformar los enunciados en problemas cualitativos que induzcan a abordar su resolución como "pequeñas investigaciones", o el propio problema como guía de toda la actividad didáctica. Y destaca que "*Una propuesta viable sería el que los alumnos desarrollaran la investigación de problemas abiertos durante el transcurso del año académico, de un modo paralelo a las clases habituales y estableciendo un proceso tutorial del profesor para su seguimiento"* (Perales, 2000: 303).

Limón (2000: 132-134), habla de *requerimientos para la resolución de problemas:*

- Recursos humanos.
- Selección de lugares con problemáticas específicas: visitas, observación dirigida, registro personal de observaciones.
- Redacción de informes precisos (organizar métodos y estrategias). Propone un esquema circular:
  - Análisis.
  - Planteamiento de alternativas posibles
  - Búsqueda de consenso en grupos.
  - Diseño de pautas de acción.

- Actuación y comprobación de su eficacia.
- Concretar los planteamientos teóricos a partir de la revisión y que puedan ser aplicables a otras situaciones.

Destaca el valor educativo de una experiencia de participación comunitaria por las interrogantes y experiencias que se generan en el proceso.
Sistematiza la propuesta metodológica en cuatro pasos:

1. *El análisis de un problema.*
2. *La busca de alternativas viables.*
3. *El diseño de una respuesta.*
4. *La actuación pertinente.*

Por su parte, Engracia Olivares aporta una serie de orientaciones sobre la enseñanza de los procedimientos científicos, a los que define como "*contenidos educativos referidos a un conjunto de acciones ordenadas y orientadas a la consecución de una meta. (...) los procedimientos responden a la pregunta ¿Cómo se hace?".* La autora defiende que para aprender procedimientos las actividades que se planteen deberán tener en cuenta:

- *Hacer explícita la utilidad del procedimiento*
- *Presentar modelos o ejemplos*
- *Proponer actividades guiadas*
- *Graduar la ayuda de forma que se haga cada vez menor*
- *Plantear repeticiones hasta que se alcance la destreza que se espera del alumno*
- *Proponer actividades en las que los alumnos reflexionen sobre su propia actividad, sean capaces de ver los fallos y dispongan de las estrategias adecuadas para mejorar sus resultados*
- *Aplicar a contextos diferentes*
- *Proporcionar oportunidades para que los alumnos ejerciten la autonomía.* Olivares (1998: 8-10).

Con una posible inspiración en los niveles de desarrollo piagetianos, Olivares propone dos niveles de complejidad del proceso de investigación:

- *Primer nivel. Es lineal. Comprende los siguientes pasos:*
    - *Problema*
    - *Reformulación: hacerlo investigable decidiendo qué medir*
    - *Planificación del experimento*
    - *Realización del experimento*
    - *Recogida de datos*
    - *Interpretación de datos y deducción de conclusiones*
    - *Evaluación*
    - *Solución*
- *Segundo nivel. Se desarrollan evaluaciones que hacen volver atrás y retomar el proceso en alguna de sus fases: cambio en las técnicas, en el diseño o en la reformulación* (Olivares, 1998: 118).

Una aplicación del enfoque investigativo a las clases de ciencias, la podemos encontrar, por ejemplo, en una propuesta de trabajo para la materia optativa "*El laboratorio de biología y geología*", de Jiménez y Madrid (2000) en la que "*se concibe a los estudiantes como investigadores noveles...*" Se recogen una serie de características que deben tener las investigaciones: abordables, capaces de atrapar el interés (desafío cognitivo), generadoras de condiciones de trabajo cooperativo, relacionables con cuestiones aparecidas en clase y favorecedoras de la adquisición de destrezas manipulativas e intelectuales. Entre sus objetivos se halla el aumento de la habilidad en el registro de datos, elaboración de gráficas, clasificar, inferir, sintetizar, explicar, etc. y de su destreza en hacer informes de trabajo y en comunicar los resultados. En las conclusiones destacan: a)"*estamos en condiciones de afirmar que el trabajo de laboratorio con un enfoque de investigación mejora la comprensión conceptual de los temas estudiados, aumenta el conocimiento acerca de las relaciones entre las hipótesis, las observaciones y los experimentos y aumenta considerablemente la capacidad investigadora de nuestro alumnado y por lo tanto contribuye a aumentar el conocimiento de la ciencia y del trabajo científico*" y b) "*una respuesta que*

aparece reiteradamente en los cuestionarios de evaluación es "me ha enseñado a pensar" (Jiménez y Madrid, 2000: 38-48).

En otros trabajos, se pone de manifiesto que la convergencia de las investigaciones realizadas en torno a las prácticas de laboratorio, los problemas de lápiz y papel y el aprendizaje conceptual se convierte en un fuerte apoyo a las propuestas de aprendizaje de ciencias como investigación dirigida; y cuestiona la separación clásica entre teoría, prácticas y resolución de problemas, enriquecida últimamente con el uso de los ordenadores. Este planteamiento integrador apunta también hacia la evaluación (Gil et al., 1999; Vásquez y otros, 2004).

A pesar de lo expuesto en párrafos anteriores, es necesario resaltar que el método de aprendizaje como investigación no está exento de problemas:

- La capacidad investigadora de los alumnos.
- Exige bastante tiempo y obliga frecuentemente al sacrificio de parte de los contenidos.
- La actitud de los propios alumnos, que a veces prefieren otros sistemas más cómodos como las explicaciones tradicionales (Campanario y Moya, 1999).
- "*Encontrar buenas cuestiones, abrir nuevos caminos y desarrollar un trabajo que, aparentemente, está poco acotado y estructurado*" (Jiménez y Madrid, 2000: 48).

II.2.3.2.2. El trabajo en grupo del alumnado

El trabajo en grupo encuentra justificación teórica en el marco de la interacción entre iguales de Vygotsky, Levita y Webb, en el curso de la cual, el hecho de proporcionar y recibir explicaciones de los compañeros tiene efectos cognitivos favorables (Coll, 1990).

Los beneficios no son únicamente de tipo cognitivo, sino que el trabajo en grupo constituye uno de los instrumentos y contextos más valiosos para estimular habilidades y valores sociopersonales; en particular autoconocimiento, autoestima y autocontrol, habilidades y valores de comunicación, autoafirmación respetuosa y resolución de conflictos, Caba (2001). A este respecto, destacamos el acuerdo existente entre el profesorado de que la actividad didáctica debe desarrollarse mediante la participación del alumnado basada en la colaboración (Pérez Ferra et al., 2005).

Consideramos de importancia destacar que no existe una única forma de trabajo en grupo:

- *Aprendizaje cooperativo o colaborativo*: división de la clase en equipos de no más de cinco o seis miembros. Existe aún desacuerdo sobre dos cuestiones:
  - La necesidad o no de mantener recompensas externas.
  - Si la evaluación debe ser grupal o individual.
- *La tutoría entre iguales*. Un alumno instruye a otro en un contenido en el que aquel es experto y este novato. Los estudios muestran que parece ser que el beneficio es mayor para el tutor que para el tutelado, aunque ambos progresan.
- *La colaboración entre iguales*. Dos o más alumnos relativamente novatos trabajan juntos para resolver tareas de aprendizaje que, de un lado, suponen un cierto desafío, y de otro, no podrían resolver por sí solos, sin la relación de colaboración.

La investigación se centra actualmente en el estudio de:

- *Perspectivas motivacionales.*
  - Para Slavin "el aprendizaje cooperativo mejora el rendimiento cuando los estudiantes son recompensados como grupo, pero siempre que cada uno de ellos se responsabilice individualmente de su propio aprendizaje.

        - Otros autores piensan que la cuestión radica , no tanto en la estructura de premios en sí, sino en la falta de propuestas que contemplen verdaderas tareas de grupo, esto es, que precisan de la colaboración de todos para el logro de un buen resultado.
    - *Perspectivas de cohesión social* (interés o preocupación por el grupo)
    - *Perspectivas cognitivas.*
    - *Perspectiva evolutiva.*
        - Vygotsky: los sujetos se encuentran operando, recíprocamente, dentro de las ZDP de los otros.
        - Piaget: la experiencia social sirve para superar el egocentrismo propio del pensamiento infantil. Desemboca en la idea de conflicto socio-cognitivo.
    - *Perspectiva de elaboración cognitiva*: La comprensión y la adquisición de conocimiento se ven facilitadas cuando los alumnos incorporan información nueva en marcos familiares que recuerda a la teoría de la asimilación de Ausubel.
    - *Perspectiva de la práctica*. En el seno del grupo, los estudiantes practican o ensayan el nuevo material.
    - *Perspectiva de la organización del aula*. Se centra en la capacidad de los estudiantes para tomar la responsabilidad de autocontrolarse en grupos cooperativos (Rodríguez et al., 2000: 314-319).

Un estudio que analiza la cuestión del liderazgo intragrupal durante el desarrollo de un problema abierto de física en el aula, pone de manifiesto que el hecho de que los alumnos y alumnas compartan tareas no significa que compartan los conocimientos, y realiza un análisis de la estructura de liderazgo del sujeto líder en el caso estudiado, señalando como principales causas del liderazgo su mayor edad, su mejor rendimiento académico, un alto grado de comprensión, y desarrollar estrategias de mantenimiento *a su favor* y *contra los demás*, como no justificar sus opiniones; usar una especie de jerga técnica y juzgar la actividad de los demás. En los individuos liderados se encontró una significativa falta de

autonomía, ya que sólo participaban a nivel manipulativo. De este trabajo se obtienen importantes conclusiones:

- Si sólo se evalúa un tipo de producto, se corre el riesgo de que los participantes se preocupen más de la optimización de ese producto final que de la compartición de información y del conocimiento.
- Es necesario evaluar el proceso. Para ello se sugieren estrategias:
    - o Que cada participante contribuyera a pequeños productos intermedios que deberían ser recogidos por el enseñante.
    - o Que todos los miembros de un grupo trabajasen en la misma tarea aunque cada cual entregaría un producto final distinto.
    - o Dividir el producto final en partes, cada una de las cuales sería trabajo de un estudiante distinto (Reigosa, 2001:75-78).

En relación con esta última idea, González (2001) opta, de cara a una nueva enseñanza, por unas clases de ciencias con trabajo en común y responsabilidad individual.

En un contexto de metodología investigativa, Limón (1999) atribuye al grupo clase en el proyecto de trabajo las funciones de proponer temas, alcanzar consenso, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

II.2.3.2.3. La importancia de la motivación

El primer dato que resaltamos es la escasa literatura específica encontrada en torno a un aspecto tan importante de la educación desde la didáctica de las ciencias. No obstante, la motivación se contempla en los diseños didácticos como un aspecto fundamental (Sánchez y Valcárcel, 1993). Se pueden encontrar referencias a ella, como principal logro alcanzado, en las valoraciones que se realizan de las experiencias innovadoras, como por ejemplo, Pérez et al. (1999), Moreno et al. (2002) y Oliva et al. (2002: 528) de cuyo trabajo resaltamos las siguientes palabras: "*en estos momentos, en los que lo que más suele*

destacarse de la educación secundaria son los problemas de convivencia y de disciplina en el aula, parece que el desarrollo en los centros escolares de experiencias de este tipo en contextos extraacadémicos, podrían verse como interesantes revulsivos que contribuyan positivamente a mejorar esta faceta".

II.2.3.2.4. Utilización de las nuevas tecnologías en el aula

La conveniencia de introducir nuevas tecnologías (NNTT) en la enseñanza ha sido puesta de manifiesto por numerosos autores. La idea de que el problema no lo constituyen los nuevos contenidos a introducir en la ESO sino la necesidad de cambiar las formas de enseñar ciencias, entre las que se encuentran los ordenadores e Internet. "*La incorporación no anecdótica de algunos de esto elementos a nuestras clases implicaría que el aprendizaje escolar de las ciencias (y la biología en particular) fuera menos obligado, menos centrado y dirigido por el profesor o la profesora, aunque más ligado a la realidad social y quizás percibido como más útil por el alumnado"* (González, 2001: 67).

Otras ventajas del empleo de software específico son apuntadas por Vacas (2000) quien ha diseñado programas de ordenador para la enseñanza de la metodología científica en genética: facilidad en el control de parámetros, rapidez, ambiente adecuado aislado de "*elementos parásitos*" y reducción de costes; aunque a su vez, el software específico plantea problemas como la separación del alumno respecto de la realidad que está estudiando (Vacas, 2000).

Varios autores destacan la validez de las NNTT en combinación con los métodos investigativos propiciando la utilización de enciclopedias virtuales, CDs temáticos, vídeos, Internet, además de los métodos tradicionales y algunos consideran como la primera etapa de su secuencia de trabajo la *adquisición de las herramientas básicas: procesador de texto, hoja de cálculo...*(Moreno et al., 2002). Otros argumentan a favor de una estrategia didáctica basada en proyectos de investigación mediante el uso de nuevas tecnologías, en particular, el uso de las redes colaborativas: "*una red colaborativa puede resultar eficaz*

para estos proyectos de investigación, en particular una red que permita el intercambio entre estudiantes, científicos, profesores y especialistas en la didáctica en ciencias, conformando una comunidad de aprendizaje" (Greca y González, 2002: 233). Posibles ventajas serían: el estímulo para los profesores al estar en contacto con especialistas, una mayor efectividad de las acciones y la superación de visiones simplistas sobre desarrollo sustentable. Actualmente se está iniciando la preparación de una red de esta naturaleza, mediante una herramienta informática, el TELEDUC, desarrollado por la Universidad de Brasil.

Una experiencia reciente, aplica la estrategia de enseñanza propuesta por Gil (1993) de aprendizaje como investigación mediante el diseño y puesta en práctica de software informático de simulación de fenómenos físicos. Se constata la mejora en el aprendizaje de algunos contenidos conceptuales y un avance significativo en la actitud hacia la ciencia (Sierra et al., 2003).

Otros autores se muestran favorables a la utilización de la red, especialmente para la educación ambiental (Sánchez et al., 2002).

II.2.3.2.5. El papel del profesor

Es frecuente encontrar, en la literatura, referencias al papel del profesorado y a aspectos como la existencia del *currículo oculto* (Solbes, 1999), así como numerosos trabajos sobre concepciones e ideología del profesorado (Fernández y otros, 2003; Álvarez y otros, 2004). González (2001) destaca la importancia de *un nuevo rol* para los nuevos tiempos, y García (1998: 156) expone el perfil del nuevo docente que se vislumbra en la reforma educativa y reflexiona acerca de los modelos de formación de profesores más adecuados, fomentando el papel investigador de los mismos: " *el futuro profesor para ser efectivamente autónomo tiene que:*

- *Ser un profesional reflexivo y crítico, y no un mero ejecutor de técnicas y destrezas.*

- *Ser un agente activo de su propio proceso de formación.*
- *Ser un investigador práctico en su propia aula (...)*
- *Ser capaz de relacionar dialécticamente la teoría y la práctica.*
- *Ser un generador constante de currículo.*
- *Ser capaz de elaborar proyectos curriculares que se adapten a las características y necesidades de sus alumnos, escuela y sociedad.*
- *Tener un conocimiento profundo de la materia o materias que deberá enseñar*."

Otros autores destacan la importancia de la formación del profesorado como agente de una mayor calidad educativa y afirman que el proceso de descentralización nos lleva hacia el modelo de autoformación denominado *investigación-acción*. En este marco, se propone el uso del *Ciclo Deming* para controlar los procesos de mejora de un centro: Planifica, Ejecuta, Valora y Actúa. (Moreno et al., 1999). Una serie de principios básicos orientadores para el profesorado podrían ser: "*el respeto a la diversidad en la formación de los profesores, a la autonomía y autoorganización profesional, y el principio constructivista acerca de cómo se genera y desarrolla el conocimiento profesional* ", (García y García, 1992: 146).

- *Conocer la materia a enseñar*
- *Conocer y cuestionar el pensamiento docente espontáneo*
- *Adquirir conocimientos teóricos sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*
- *Crítica fundamentada de la enseñanza habitual*
- *Saber preparar actividades*
- *Saber dirigir la actividad de los alumnos*
- *Saber evaluar*
- *Utilizar la investigación y la innovación.*

CUADRO Nº 10. Lo que el profesor de ciencias *ha de saber y saber hacer.*
FUENTE: Gil et al., 1991: 28.

Por otra parte, no podemos desdeñar otro aspecto, no menos importante, derivado del momento actual, como es la capacitación de los centros y el profesorado del siglo XXI para enseñar ciencias a un alumnado multicultural (Benarroch, 2001).

Una de las implicaciones que el modelo didáctico de la *investigación en la escuela* (Cañal y Porlán, 1987 y 1988) puede ser un nuevo tipo de conocimiento profesional caracterizado por ser: *práctico; integrador y profesionalizado; complejo y tentativo, evolutivo y procesual* (Porlán et al., 1997: 160-161)

Gil y Martínez-Torregrosa (1999) consideran fundamental para el aprendizaje por investigación potenciar las actitudes positivas y que el trabajo se realice en un *clima próximo a lo que es una investigación colectiva* (situación en la que las opiniones, intereses, etc., de cada individuo cuentan) y no en un clima de sometimiento a tareas impuestas por un profesor «capataz» y Limón (1999: 247) se expresa en términos parecidos cuando se refiere al papel del profesor en el método de proyectos: dinamizador; aporta información y establece los contenidos; crea un clima adecuado(motivación..); revisa el proceso; y relacionar el proyecto con los objetivos generales.

En relación con el papel del profesorado de los proyectos curriculares integrados, Torres (1996: 253) advierte que "*es necesario superar situaciones propiciadas por la tradición como por ejemplo, la individualidad y el aislamiento profesional, la rivalidad frente al profesorado de otras asignaturas o niveles, la imposibilidad de innovar y la organización claramente disciplinar de la enseñanza*".

Otros autores destacan la necesidad de incluir la temática ambiental en la formación inicial y permanente del profesor, cosa que hasta ahora no se hace "de manera consistente y coherente en los programas" y definen una serie de rasgos para caracterizar el *perfil del profesor de educación ambiental*, que se recogen en el cuadro siguiente:

- *capacidad para adaptar su materia o área de conocimiento a la interpretación de hechos reales del entorno*
- *actitud de aproximación y respeto al medio, considerado en su totalidad e integrando en él, por tanto, las distintas actividades humanas*
- *capacidad para hacer una lectura realista de los acontecimientos de incidencia ambiental y saber transformarla en proyecto educativo*
- *tener conciencia de ser depositario y generador de unos códigos éticos con los que dar respuesta a los retos ambientales*

CUADRO Nº 11. Perfil del profesor de educación ambiental
FUENTE: Álvarez y Vega, 2002: 140-141

Las tesis anteriores contrastan con los resultados de un estudio (García y Rosales, 1998) en el que se encuesta a más de mil profesores valencianos. Sus conclusiones son:

- Existe una preocupación seria por la problemática ambiental.
- Existe una sensibilización ante el deterioro del entorno
- Reconocen una falta de compromiso personal.
- Baja utilización de equipamientos, convocatorias, materiales, etc. de educación ambiental

Para terminar este epígrafe, por su gran expresividad, recogemos un párrafo que muy bien podría aplicarse a los equipos de profesores de cualquier instituto que inician un proyecto interdisciplinar. Torres (1996) hace una serie de *Consideraciones sobre el trabajo en equipo* y citando a Sverre Sjölander afirma que el desarrollo de un proyecto interdisciplinar pasa por diez etapas:

1ª. Cantando las viejas canciones: presentaciones, cada cual defiende el punto de vista de su disciplina.

2ª. Todos los que están al otro lado son imbéciles.

3ª. Refugiándose en abstracciones.

4ª. La definición del malestar. (discrepancia en las definiciones). Puede dar lugar a una jerga propia del grupo.

5ª. Saltando de piedra en piedra en un lodazal. (Cambios de tema continuos).

6ª. Juego de abalorios. Los participantes tienen esa sensación.

7ª. La amenaza del gran fracaso. Desesperación. Puede ser útil detenerse a realizar una valoración de los resultados obtenidos ya que posiblemente se reavivarán los intereses.

8ª. ¿Qué me sucede? Se toma conciencia de que se ha cambiado la forma de pensar de cada cual, enriquecida por los otros enfoques.

9ª. Tratando de conocer al enemigo. Interés por las otras disciplinas.

10ª. El verdadero comienzo.

Esta descripción del proceso pone de manifiesto la existencia de resistencias hacia la interdisciplinariedad: el vocabulario, la territorialización del conocimiento, la desconfianza hacia los no especialistas, la existencia de políticas de proteccionismo, las jergas, etc.

II.2.3.2.6. La evaluación

Aunque son muchos los trabajos que analizan diferentes aspectos de la evaluación, por nuestro cometido, seleccionamos los siguientes:

Desarrollan la idea de que "*poco importan las innovaciones introducidas o los objetivos enunciados: si la evaluación sigue consistiendo en ejercicios para constatar el grado de asimilación de algunos conocimientos conceptuales, en ello residirá el verdadero objetivo asignado al aprendizaje"* (Gil et al., 1991: 93) y consideran que, como es sabido, es uno de los puntos que más distorsionan el clima de aula. Así, para que la evaluación pueda ser considerada un instrumento de aprendizaje, debería cumplir los siguientes requisitos(Gil et al., 1991: 98-105):

1. Ser percibida por los alumnos como ayuda real, generadora de expectativas positivas.
2. Abarcar todos los aspectos: conceptuales, procedimentales y actitudinales.
3. Ajustarse a criterios claros de aprendizajes a lograr.
4. Que incluya cada actividad realizada en clase.

5. Que se extienda a los programas de actividades.

J.E. García (2000: 608) opina que, en Educación Ambiental, la evaluación deber ser "*procesual y continua, de carácter democrático, basada en la negociación y el diálogo entre todas las personas que intervienen"*; idea que se aproxima bastante a la de Membiela (2002), que en la evaluación de una experiencia con temas transversales, aplica un *modelo holístico* de evaluación de programas: aprendizaje, materiales, incidencia en el desarrollo profesional de los docentes implicados, etc.

Con una vocación más enfocada al trabajo práctico en el aula, Engracia Olivares (1998) recomienda el uso de *plantillas de observación* para evaluar los contenidos procedimentales.

Los aspectos a evaluar para saber si se hace ciencia en el aula, según Gil y Martínez (1999), incluirían la propuesta de situaciones problemáticas, la reflexión sobre la relevancia y el posible interés de las situaciones propuestas, el establecimiento de un clima próximo a lo que es una investigación colectiva (situación en la que las opiniones, intereses, etc., de cada individuo cuentan), el rechazo a toda discriminación, el planteamiento de análisis cualitativos, el papel esencial de las matemáticas como instrumento de investigación, la emisión de hipótesis fundamentadas en los conocimientos disponibles, la elaboración de estrategias (en plural) para la puesta a prueba de las hipótesis, la incorporación de la tecnología actual a los diseños experimentales, el análisis detenido de los datos, alguna reflexión sobre los posibles conflictos entre algunos resultados y las concepciones iniciales, la autorregulación del trabajo de los alumnos, las implicaciones CTS del estudio realizado (posibles aplicaciones, repercusiones negativas...), la elaboración de «productos» (memorias, carteles, colecciones de objetos, algún trabajo de construcción de síntesis, la lectura y comentario crítico de textos científicos (o fragmentos), la atención a la verbalización, la dimensión colectiva del trabajo.

Torres (1996: 257-263) hace algunas recomendaciones de cara a la evaluación del alumnado y de la unidad didáctica integrada: *"La evaluación tiene un efecto decisivo en el clima de aula; las valoraciones deben atender a cuestiones como: la utilización del conocimiento disponible, la comprensión de las ideas básicas de los temas, el dominio conceptual, la elaboración de ideas, la capacidad para relacionar ideas, la profundidad en los análisis, la fundamentación, la capacidad crítica, el estilo propio y la claridad expositiva. Tomar conciencia de la existencia del efecto Pygmalion y del efecto halo; por ello, se necesita decidir que información es la pertinente para evaluar, cómo se va a obtener y en qué momentos: elaboración de diagramas de flujos, de rejillas de observación , de mapas conceptuales, etc".* Destaca la importancia de ir elaborando un diario de la unidad didáctica que, junto con los resultados, se pueden exponer en el aula o darlo a conocer de cualquier otra manera. Para la evaluación del profesorado se pueden utilizar plantillas de autoevaluación y cuestionarios para evaluar la diversidad ética y humana. Considera muy importante dejar constancia del trabajo desarrollado para otros años.

Con un enfoque parecido, los impulsores del grupo IRES ofrecen algunas orientaciones prácticas para evaluar proyectos, concretamente de Educación Ambiental, que recogemos íntegramente en el siguiente cuadro:

- *¿Se consigue, mediante el trabajo en este proyecto, que los alumnos sean conscientes de las problemáticas ambientales? ¿Se fomenta el planteamiento de problemas? ¿Se asumen estas problemáticas en forma de problemas didácticos, a partir de los cuales se desarrolla el trabajo?*
- *¿Propicia el proyecto de trabajo la integración de los alumnos en la vida comunitaria y su participación, desde opiniones y valoraciones propias, en la solución de los problemas ambientales de la comunidad (contribuyendo, por ejemplo, a mejorar algún aspecto concreto)?*
- *¿Se adquiere una perspectiva global de los problemas ambientales, combinando, complementariamente, la perspectiva actual con una visión de lo pasado y con una dimensión de futuro?*
- *¿Se fomenta la construcción de un sistema de valores propios en los sujetos y, en definitiva, se contribuye a la elaboración de una ética ambientalista en las personas participantes?*
- *¿Se parte de los intereses y expectativas de los participantes en relación con las problemáticas que se van a trabajar? ¿Se tienen en cuenta las concepciones básicas de los participantes con respecto a esas problemáticas y se trabaja con dichas concepciones?*
- *¿Se otorga prioridad -al menos como perspectiva organizadora- a las actitudes con respecto a otros tipos de contenidos?*
- *¿Se favorece la obtención de conclusiones acerca de lo trabajado, de forma que puedan llegar a ser utilizadas realmente en la práctica por parte de los participantes para intentar cambiar aspectos concretos de la realidad en que viven?*
- *¿Se favorece el trabajo de grupo y las actitudes de solidaridad y colaboración en el trabajo en coherencia con planteamientos básicos de la EA.? ¿Se promueve el debate y la contrastación de opiniones acerca de las problemáticas trabajadas?*
- *¿Se favorece la integración del trabajo de aula y del trabajo fuera del aula? ¿Se intentan superar las barreras que delimitan lo que se hace en el Centro y lo que se hace fuera del «mundo académico»?*
- *¿Se plantea explícitamente la evaluación del proyecto de trabajo y se establecen mecanismos adecuados para ello que supongan la participación de todos los implicados?*

CUADRO Nº 12. Orientaciones para evaluar proyectos de educación ambiental en el aula.
FUENTE: García y García (1992: 94-95)

II.2.3.2.7. Las estrategias metacognitivas.

En el ámbito de la didáctica de las ciencias se contempla, cada día más, la importancia de la metacognición. El autor español que más está trabajando en esta línea de investigación, en Didáctica de las Ciencias, es J. M. Campanario, quien propone toda una serie de estrategias dirigidas a fomentarla. Entre las estrategias dirigidas al profesorado, destaca, el empleo de programas específicos, dar a conocer los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje, insistir en el componente problemático del conocimiento, la aplicación de los conocimientos científicos a la realidad cotidiana, utilizar la historia de la ciencia como recurso, el desarrollo de enfoques multidisciplinares y el uso de la evaluación como instrumento metacognitivo. Como estrategias orientadas al alumno, Campanario aboga por actividades predecir-observar-explicar, mapas conceptuales, diagramas V, uso adecuado de la bibliografía, resolución de problemas como pequeñas investigaciones, resolución de problemas con soluciones contraintuitivas, elaboración de un diario, empleo de autocuestionarios, preguntas cortas para contestar por escrito, y, por supuesto, la formulación de preguntas por parte de los propios alumnos (Campanario, 2000).

II.3. RELACIONES ENTRE EL MÉTODO DE PROYECTOS Y EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

La Educación Ambiental es una corriente de pensamiento y acción que surge como respuesta a las crisis de tipo ecológico una vez que estas son percibidas como problemas sociales. Sin ir más lejos, en el último *ecobarómetro*, el medio ambiente ocupa ya el octavo puesto (8,8%) entre los problemas más importantes percibidos por los andaluces, aunque al mismo tiempo, los autores consideran que la sociedad andaluza se preocupa poco por estos temas (Sánchez, 2005). En la actualidad, la educación ambiental constituye un campo educativo con entidad propia, cada día más institucionalizado y no siempre, como en el caso que nos ocupa, relacionado con la llamada educación formal.

II.3.1. Origen y evolución de la educación ambiental

Resulta abrumador el número de publicaciones en las que se recogen las directrices de los numerosos foros internacionales sobre educación ambiental, así como su escasa originalidad. Por esta razón, para este apartado, se ha optado por utilizar como fuentes los trabajos de recopilación realizados por autores de reconocido prestigio, como Luis Urteaga, Joaquín Fernández y Leandro Sequeiros; el Libro Blanco de la Educación Ambiental, y la propia *web* de la *Asociación Española de Educación Ambiental*.

La ciencia del siglo XVIII aparece dominada por el ambientalismo. Tratados célebres de historia natural, como los de Buffon, se ocupan de analizar cuestiones como la influencia de los climas sobre la distribución de las diferentes razas humanas y de otros aspectos como las estructuras sociales. Pero el interés por el clima y por las cualidades del aire revestía un interés enorme debido a que se consideraban la causa de los brotes epidémicos en el marco de la llamada *medicina de las constituciones* y de la *medicina geográfica*. En esta época se perfeccionan los

termómetros, barómetros e higrómetros; y se desarrollan instrumentos para el análisis de agua. Con la llegada del romanticismo, se produce el declive de las ideas ambientalistas (Urteaga, 1997).

En su excelente obra, Joaquín Fernández (2002) afirma que la Educación Ambiental nace de la miseria, el hambre, la tristeza y fundamentalmente la tuberculosis, que provoca una huida a la naturaleza como remedio para los grandes males de los siglos XVIII y XIX. Fue esa dimensión higiénico-sanitaria la verdadera precursora de lo que hoy llamamos Educación Ambiental, y no la Institución Libre de Enseñanza, como se piensa de forma muy generalizada. En las primeras décadas del siglo XIX se consolidan las bases de la medicina moderna (se pasa de la teoría miasmática a la microbiana), el nuevo urbanismo y la Nueva Escuela con sus cantinas escolares. Surgen también numerosas aficiones deportivas como el alpinismo, la escalada, el esquí y el excursionismo y nuevos modos de vida como el naturismo y el vegetarianismo. La higiene, el sol y el aire limpio se convierten en baluartes de una vida más saludable. En el ámbito de la Pedagogía, es innegable la influencia de figuras como Rousseau, el suizo Pestalozzi y Jovellanos. Algo más tarde, a principios del siglo XX, alcanzan gran aceptación las ideas de célebres pedagogos (y a menudo médicos de formación) como el estadounidense John Dewey, el belga Decroly, la italiana María Montessori, el francés Andé Bidet, y Concepción Arenal en España. La metáfora del *naturalista en miniatura* cobra una enorme importancia en la enseñanza de las ciencias naturales.

En España, el final del XIX y principios del XX viene marcado por el desarrollo de la Institución Libre de Enseñanza. El interés que la naturaleza, y en particular el paisaje y las excursiones, tenían para Giner de los Ríos, ha sido, probablemente, la causa de que se le considere erróneamente el precursor de la Educación Ambiental en España. Sin embargo, no son nada desdeñables algunos de sus logros como las colonias escolares, la arquitectura ecológica, el Museo Pedagógico, la Residencia de Estudiantes, etc. La extensión de la Institución a la segunda enseñanza se ve plasmada en la creación del Instituto-Escuela en Barcelona, Sevilla, Valencia, etc.

que fue un verdadero laboratorio de innovación pedagógica y centro de formación de profesores. La guerra civil puso fin a esta y a otras iniciativas (escuela-granja, la enseñanza de la agricultura, etc...) y zanjó de modo tajante el enfrentamiento, ya tradicional, entre la enseñanza laica y la enseñanza católica. En cuanto al acercamiento de los niños a la naturaleza, ésta última, realizó también interesantes aportaciones. Tal vez la figura más destacable en este momento, sea la del Padre Manjón, fundador de las Escuelas del Ave María en Granada, cuyo principal cometido era educar en el campo y principalmente a los pobres. En opinión de Joaquín Fernández (2002: 443), el período franquista supuso el fin de la utopía pedagógica, mientras el acercamiento a la naturaleza se dejaba en manos del frente de juventudes y de los campamentos de la OJE hasta el advenimiento de la democracia.

El año 1972 supone una fecha clave en la historia de la educación ambiental gracias al importante papel de las Naciones Unidas. En *Una Sola Tierra. El cuidado y conservación de un pequeño planeta*[1]se recoge el informe final encargado por la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano* y supone el primer esfuerzo mundial por examinar con perspectiva universal la problemática del medio ambiente incluyendo la dimensión sociopolítica y económica. Con la *Declaración de Estocolmo*, en este mismo año, de la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente*, se afirma la responsabilidad humana en la preservación y administración juiciosa del patrimonio de la flora y fauna silvestres y su hábitat. El principio 19 alude a la educación ambiental con el fin no sólo de proteger sino de mejorar el medio ambiente.

En Belgrado, en 1975, se establecen las bases de la educación ambiental en un seminario de la UNESCO. Se abordan los principios de la educación ambiental, y su relación con la educación formal y no formal.

[1] WARD, B. Y R. DUBOS (1972) *Una Sola Tierra. El cuidado y conservación de un pequeño planeta* Fondo de Cultura Económica: México

Pero tal vez el foro más conocido mundialmente haya sido la *Conferencia Intergubernamental* de Tbilisi (1977). Organizada por la UNESCO en colaboración con el *Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente* (PNUMA), supone un punto de partida para un programa internacional de educación ambiental. Contribuye a ajustar los objetivos, conceptos y fines de la educación ambiental; considerándola global y permanente. Se establecen tres finalidades de la educación ambiental: primera, ayudar a hacer comprender claramente la existencia y la importancia de la interdependencia económica, social, política y ecológica en las zonas urbanas y rurales; segunda, proporcionar a todas las personas la posibilidad de adquirir los conocimientos, el sentido de los valores, las actitudes necesarias para proteger y mejorar el medio ambiente; y tercera, inculcar nuevas pautas de conducta en los individuos, los grupos sociales y la sociedad en su conjunto, respecto del medio ambiente. Un importante respaldo viene dado por *La Estrategia Mundial* (1980), documento elaborado por la *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza* (UICN), que propone la educación ambiental como una de las estrategias para aplicar soluciones a problemas como la pérdida de biodiversidad. En las *Declaraciones de Nairobi* se llama la atención sobre los nuevos planteamientos de las relaciones entre países ricos y países pobres y sobre la interacción entre medio ambiente, población, desarrollo y recursos. En el *Congreso Internacional de Moscú* (1987) se insiste en la gravedad de los problemas ambientales, se aprueban objetivos relacionados con el fortalecimiento de la investigación, y el fomento de la educación ambiental mediante la elaboración de programas y materiales para la enseñanza general y para la formación del profesorado. Es en este congreso donde cristaliza la conocida definición de Educación Ambiental como "*proceso permanente en el cual los individuos y las comunidades adquieren conciencia de su medio y aprenden los conocimientos, los valores, las destrezas, la experiencia y también la determinación que les capacite para actuar, individual y colectivamente, en la resolución de los problemas ambientales presentes y futuros*" (Congreso Internacional de Educación y Formación sobre Medio Ambiente. Moscú, 1987, en Alfaro y Calvo, 1999: 7).

En la *Conferencia de Río de Janeiro* (1992), la llamada *Cumbre de la Tierra,* se plantea como cuestión de fondo el enfrentamiento Norte-Sur. Se emitieron varios documentos, entre los cuales es importante destacar la *Agenda 21* que contiene una serie de tareas a realizar hasta el siglo XXI. En la Agenda se dedica un capítulo, el 36, al fomento de la educación, capacitación, y la toma de conciencia. Establece tres áreas de programas: la reorientación de la educación hacia el desarrollo sostenible, el aumento de la conciencia del público, y el fomento a la capacitación.

Paralelamente a la *Cumbre de la Tierra*, se celebra el *Foro Global Ciudadano de Río 92*. Este Foro aprobó 33 tratados; uno de ellos lleva por título *Tratado de Educación Ambiental hacia Sociedades Sustentables y de Responsabilidad Global* el cual parte de señalar a la Educación Ambiental como un acto para la transformación social, no neutro sino político, y contempla a la educación como un proceso de aprendizaje permanente basado en el respeto a todas las formas de vida. En este Tratado se emiten 16 principios de educación hacia la formación de sociedades sustentables y de responsabilidad global. En ellos se establece la educación como un derecho de todos, basada en un pensamiento crítico e innovador, con una perspectiva holística y dirigida a tratar las causas de las cuestiones globales críticas y la promoción de cambios democráticos. Al mencionar la crisis ambiental, el Tratado identifica como inherentes a ella, la destrucción de los valores humanos, la alienación y la no participación ciudadana en la construcción de su futuro. De entre las alternativas, el documento plantea la necesidad de abolir los actuales programas de desarrollo que mantienen el modelo de crecimiento económico vigente.

En las conclusiones del *Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental* de 1992, en Guadalajara(México), se establece que la educación ambiental es eminentemente política y un instrumento esencial para alcanzar una sociedad sustentable en lo ambiental y justa en lo social; para ello tiene que incorporar las múltiples dimensiones de la realidad y fomentar la participación social y la organización comunitaria (Sequeiros, 1990; http://www.mma.es/educ/ceneam/index.htm). En

términos parecidos se formula, en 2004, el manifiesto *"Compromiso por una educación para la sostenibilidad"*, consensuado y aprobado como parte de las conclusiones del III Seminario Ibérico CTS en la Enseñanza de las Ciencias, celebrado en Aveiro. El documento citado comienza advirtiendo de que vivimos una auténtica emergencia planetaria asociada a comportamientos colectivos e individuales y concluye promoviendo el lanzamiento de la campaña *"Compromiso por una educación para la sostenibilidad"* en la que se incluye el consumo responsable, el impulso de las tecnologías ecológicas, la aplicación sistemática del principio de precaución, las ayudas en defensa de la solidaridad y la protección del medio a escala local y planetaria, etc. (Educadores por la Sostenibilidad, 2004).

A modo de conclusión, se puede afirmar que el concepto de educación ambiental ha sufrido importantes cambios en su breve historia. Ha pasado de ser considerada sólo en términos biológicos y de conservación, a institucionalizarse internacionalmente y a tener, en muchos casos, una visión integral de interrelación sociedad-naturaleza. Así mismo, ha dado un gran paso hacia un fuerte cuestionamiento a los estilos de desarrollo implementados en el mundo, señalando a éstos como los principales responsables de la problemática ambiental. Como todo cuerpo de conocimiento en fase de construcción, la Educación Ambiental se vino conformando en función de la evolución de los conceptos que a ella están vinculados. Por tanto, cuando la percepción del medio ambiente se reducía básicamente a sus aspectos biológicos y físicos, la educación ambiental se presentaba claramente de manera reduccionista y fragmentaria sin tomar en cuenta las interdependencias entre las condiciones naturales y las socio - culturales y económicas, las cuales definen las orientaciones e instrumentos conceptuales y técnicos que permiten al hombre comprender y utilizar las potencialidades de la naturaleza para la satisfacción de las propias necesidades. Desde los años 90 se hace cada vez más patente un replanteamiento crítico sobre la calidad de la educación ambiental como instrumento para el desarrollo sostenible (Alfaro y Calvo, 1999: 9). No obstante, en algunos trabajos más recientes comienzan a alzarse

voces a favor de replantearse las relaciones entre educación científica y educación ambiental hacia un mutualismo compatible con las críticas que se formulan desde colectivos feministas, post-colonialistas, etc., y se advierte sobre el carácter excesivamente estático de la enseñanza de las ciencias frente al dinamismo de la Educación Ambiental, aunque advierte del peligro de que ésta quede estancada en las resoluciones de Tbilisi (Gough, 2002). Otras publicaciones como *Río + 10*, de la Junta de Andalucía, en la que numerosos expertos revisan el cumplimiento de las propuestas de aquella cumbre, ni tan siquiera dedican un apartado a la Educación Ambiental y solamente se limitan a constatar la importancia de la educación en general y especialmente de la universidad) de cara a la consecución del desarrollo sostenible (Rosúa en AA.VV., 2002b).

II.3.2. Señas de identidad de la educación ambiental

La educación ambiental ha ido tomando forma como cuerpo de conocimiento y como campo profesional durante los últimos años; tanto es así que se pueden reconocer unas *señas de identidad* propias, como por ejemplo: la perspectiva holística de sus planteamientos, una serie de conceptos clave, su carácter eminentemente ético y la apuesta por el empleo de metodologías activas.

II.3.2.1. La perspectiva holística

Ya entre los principios rectores de la conferencia de Tbilisi se definen varios postulados que aluden al planteamiento integral de la educación ambiental y que quedan recogidos en el cuadro siguiente:

1.- Considerar el medio ambiente en su totalidad, es decir, en sus aspectos naturales y creados por el hombre, tecnológicos y sociales (económico, político, técnico, histórico - cultural, moral y estético).

2.- Constituir un proceso continuo y permanente, comenzando por el grado preescolar y continuando a través de todas las fases de la enseñanza formal y no formal.

3.- Aplicar un enfoque interdisciplinario, aprovechando el contenido específico de cada disciplina de modo que se adquiera una perspectiva global y equilibrada.

4.-Examinar las principales cuestiones ambientales desde los puntos de vista local, nacional, regional o internacional de modo que los educandos se compenetren con las condiciones ambientales de otras regiones geográficas.

5. -Concentrarse en las actuales situaciones ambientales y en las que puedan presentarse, habida cuenta también de la perspectiva histórica.

6.- Insistir en el valor y la necesidad de la cooperación local, nacional e internacional para prevenir y resolver los problemas ambientales.

7.- Considerar de manera explícita los aspectos ambientales en los planes de desarrollo y crecimiento.

11.- Subrayar la complejidad de los problemas ambientales y, en consecuencia, la necesidad de desarrollar el sentido crítico y las aptitudes necesarias para resolver los problemas.

12.- Utilizar diversos ambientes educativos y una amplia gama de métodos para comunicar y adquirir conocimientos sobre el medio ambiente, subrayando debidamente las actividades prácticas y las experiencias personales.

CUADRO Nº 13: Principios rectores de la conferencia de Tbilisi que aluden al planteamiento integral de la educación ambiental.
FUENTE: Sequeiros, 1990

Dolores Limón (2000: 5) resalta la necesidad de educación ambiental "*para ofertar soluciones globales, reemplazar la visión fragmentada del mundo por otra más holística relacional, integradora, respetuosa con la Tierra, menos arrogante y centrada en lo humano".* Algunas de las repercusiones del enfoque sistémico en la manera de abordar los problemas medioambientales son: la necesidad de unos

principios éticos que impregnen las decisiones políticas hacia la responsabilidad y de unos criterios distintos de gestión económica socialmente aceptable, una postura ética de compromiso con la vida, una línea social de la ecología o "ecología política de la pobreza". Otros autores destacan la importancia de incorporar además la *dimensión vital* entendida como "*el cambio de la propia persona, el enriquecimiento y descubrimiento de uno mismo"* (J.E. García, 2001: 27).

Sin embargo, esta pretensión de englobarlo todo, incluyendo emociones, conocimientos, valores y comportamientos, y aceptando relaciones circulares entre sí, puede convertirse en un verdadero problema y corre el riesgo de caer en el reduccionismo a distintos niveles. Se hace necesario distinguir *el conocimiento de la realidad (el mapa del territorio); valorar los pequeños indicios y matices (paradigma indiciario de Ginzburg); y no intentar enseñar a prever lo imprevisible* (Mayer, 1998: 220).

La expresión "actúa localmente, piensa globalmente", que se ha tenido como referencia de muchos programas educativos, presenta, sin embargo, algunas objeciones de tipo práctico: existen problemas que requieren actuaciones globales, como por ejemplo las relacionadas con una economía cada vez más globalizada o las cuestiones atmosféricas, y existen problemáticas que exigen pensar localmente, como por ejemplo la contaminación. A estas consideraciones hay que sumar el androcentrismo y el eurocentrismo de nuestros científicos que tienden a ignorar por completo cualquier forma de conocimiento ajena, y la importancia de la globalización económica que provoca homogenización cultural. Una sugerencia de tipo didáctico podría ser la puesta en marcha de un proceso de creación de espacios trasnacionales en los que los escolares de diferentes localidades colaboren con sus respectivos conocimientos tradicionales y negocien contribuciones para el trabajo colectivo (Colom, 1995; Gough, 2002). Este planteamiento parece encontrarse reflejado en los principios que inspiran los conocidos programas educativos de la red de ecoescuelas.

II.3.2.2. Conceptos clave

No se pretende hacer aquí un tratamiento exhaustivo de contenidos implicados en la educación ambiental, ni de todos aquellos que podríamos considerar propios de las ciencias ambientales. Sin embargo, destacamos cuatro que podrían considerarse *estructurantes* (Gagliardi, 1986): la relación humanidad-medio, la idea de sistema, la hipótesis Gaia, y el concepto de desarrollo sostenible.

II.3.2.2.1. Relación humanidad-medio

Desde concepciones filosófico-científicas, en la relación hombre-naturaleza, se propone la existencia de tres etapas en el siglo XX:

1. El hombre y la naturaleza parecen ser interdependientes. Se llega a ella a raíz de los primeros problemas ecológicos.
2. El ser humano se interpreta a sí mismo en términos de teorías sobre la naturaleza.
3. Convergencia científico-filosófica sobre el sistema hombre-naturaleza como relación dialéctica (Götschl, 1990).

Una aproximación a la relación entre humanidad y naturaleza, desde la Geografía, es la que realiza el autor de *Historia Verde del Mundo*, Clive Ponting. Su trabajo podría enmarcarse dentro de lo que hace algunos años se denominó *enfoque biohistórico*, que consiste en un estudio de la evolución de las relaciones entre la especie humana y la naturaleza. Ponting divide la historia de la humanidad en tres *fases* (cazadores-recolectores, agrícola-ganadera e industrial) relacionadas por dos *grandes transiciones*. Tal vez el mayor valor didáctico de este enfoque es que la aparición de los problemas ambientales se nos muestra en un contexto histórico, con una serie de causas y de consecuencias. Una síntesis sumamente esquemática de la podría ser la que se muestra en el cuadro 13.

PERÍODOS	CARACTERÍSTICAS
Primeros cazadores-recolectores	Expansión por los cinco continentes. Evolución.
Primera Gran Transición: Agricultura y ganadería	Alteración de ecosistemas. Crecimiento demográfico. Aumento de las exigencias sobre la tierra. Desarrollo de tecnologías. Dominio de Europa, Norteamérica y Japón.
Segunda Gran Transición: Combustibles fósiles e industria	Transporte de recursos. Degradación de bosques. Aparición de las principales formas de contaminación. Explosión demográfica.
Mundo Industrializado y Tercer Mundo	Tensiones sobre la explotación de los recursos. Desigual producción y distribución de riquezas y alimentos. Crecimiento demográfico descontrolado. Serias amenazas por causa de la contaminación.

CUADRO Nº 14. Síntesis de *Historia Verde del Mundo*, de Clive Ponting
FUENTE: Elaboración propia

Parece existir consenso en que vivimos inmersos en una tercera transición cuyo destino debería ser la sociedad del desarrollo sostenible (García y Rivero, 1993; Pérez, 1998; García, 2000); para esta transición se podría aplicar la denominación de *evolución sostenible* (Luffiego y Rabadán, 2003).

La importancia de la relación humana con la naturaleza queda patente desde otros puntos de vista, como el de la sanidad ambiental, que entiende por salud *"la relación de equilibrio dinámico entre el hombre y el ambiente"* (Grana, 2001: 28), o en el ámbito de las ciencias ambientales donde dos conceptos centrales (el *impacto ambiental* y el *riesgo ambiental*) ejemplifican de modo notable la relación dialéctica del binomio humanidad- naturaleza.

II.3.2.2.2. El concepto de sistema

La perspectiva holística con que se afrontan hoy día las cuestiones medioambientales, nos hace detenernos brevemente a hacer algunas reflexiones sobre el concepto de sistema, íntimamente unido a la idea de complejidad, y en cuyo origen se sitúa la Teoría General de Sistemas de Ludwig von Bertalanfy. Esta teoría, nacida en los años treinta, y desarrollada a partir de los años sesenta, considera que toda la realidad está constituida por sistemas; éstos a su vez, están integrados en sistemas más amplios. La idea esencial que se toma como resumen de esta filosofía es que *el todo es más que la suma de sus partes*, o dicho de otro modo, las propiedades de un sistema no pueden reducirse a las propiedades de los subsistemas que lo integran, aunque son interdependientes (Pigem, 1993).

En un sistema se distinguen cuatro componentes: los elementos o entidades cuantificables; las interrelaciones; los límites, que son estables pero dinámicos en el espacio y/o en el tiempo; y la mente, que se asimilaría a una especie de reservorio de información, energía o materia, y que orienta la evolución del sistema (Pigem, 1993; Vega y Álvarez, 2005).

Entre las propiedades más importantes de los sistemas complejos, destaca el continuo juego dialéctico entre dos tendencias complementarias: la homeostasis, que implica el equilibrio, y la evolución, que impulsa al sistema más allá de sí mismo. Por otra parte, al considerar nuestra capacidad de predecir la naturaleza de los cambios operados en un sistema, coincidimos con Jorge Wagensberg (1985: 149) en que *"la complejidad de un sistema menos su capacidad de anticipación con respecto a su entorno es igual a la incertidumbre del entorno menos su sensibilidad con respecto al sistema"*.

II.3.2.2.3. La Hipótesis Gaia

La conocida Hipótesis Gaia, concebida por el químico atmosférico británico James Lovelock, interpreta la dinámica terrestre como si de un organismo vivo se tratase. Supone, por tanto, una concepción de la Tierra próxima a la teoría de sistemas.

Mediante una visión integradora de lo vivo y lo inerte, no sólo la vida es el resultado de unas adecuadas condiciones físico-químicas en nuestro planeta, sino que éstas son mantenidas por los propios seres vivos mediante mecanismos de autorregulación aún desconocidos en gran parte por la ciencia actual.

Lovelock destaca la importancia de la vida en la regulación del clima, sobre todo a partir de la actividad de algas marinas y de los bosques. Aunque el papel de estos últimos es de sobra conocido, las algas marinas ejercen también una notable acción sobre el clima a tres niveles: emiten gases de azufre (sulfuro de dimetilo) que se oxidan para formar núcleos de condensación de nubes (efecto refrescante); utilizan el dióxido de carbono para la fotosíntesis y para la formación de esqueletos carbonatados; y por último, a través de su presencia, ya que esta impide la penetración de la luz solar en las aguas profundas y calienta las capas más superficiales.

Describe, como principales efectos de la *plaga humana*, los siguientes problemas planetarios: agricultura y desforestación, la guerra del ozono, calentamiento global (fiebre), y la lluvia ácida. Aboga por una reducción urgente en las emisiones de gases de invernadero como único camino inteligente.

Lovelock rechaza la idea de control planetario y propone, en su lugar, aprender a vivir *con* la Tierra, como parte de ella gestionando sus recursos de forma inteligente (reformando la industria, reduciendo emisiones de gases de invernadero, etc.). La racionalidad de sus planteamientos le han llevado por una parte, a ser ensalzado

como emblema del movimiento ecologista y, a su vez, a ser frecuentemente denostado por sectores radicales dentro de esta misma corriente ideológica.

Sus planteamientos quedan claramente expresados en el siguiente párrafo:

"¿Queremos realmente ser los burócratas de la Tierra? ¿Deseamos que caiga sobre nosotros toda la responsabilidad de su cuidado y su salud? Para las personas no puede haber peor destino que ser reclutadas para una tarea tan desesperanzadora —responsabilizarse para siempre del funcionamiento correcto del clima, de la composición de los océanos, del aire y de la tierra...— Algo que, hasta que comenzamos a desmantelar la creación, era un regalo gratuito de Gaia.

Desde mi punto de vista, nuestro auténtico papel como administradores de la Tierra se parece más al del representante sindical: no somos directivos ni maestros de la Tierra, sino simples trabajadores, elegidos por nuestra inteligencia como representantes de los demás, del resto de la vida sobre el planeta. Nuestro sindicato representa a las bacterias, los hongos las levaduras, así como a los peces, pájaros y otros animales, a los árboles nobles y a las plantas menores. Todos los seres vivos son miembros de nuestro sindicato; y están enfadados por las libertades que las personas se han tomado con su planeta y su vida. Deberíamos vivir en armonía con los otros miembros del planeta, sin explotarlos a ellos ni sus hábitats. Si un médico planetario observara la miseria con que los castigamos y nos castigamos a nosotros mismos, nos advertiría que debemos aprender a vivir en compañerismo con la Tierra. Si no, el resto de la creación, como parte de Gaia, llevará instintivamente a la Tierra a un nuevo estado; un estado en el que los seres humanos no serán bien recibidos" (Lovelock, 1992: 186).

II.3.2.2.4. Desarrollo sostenible

A principios de los años setenta, el conocido informe del Club de Roma sobre los *Límites al Crecimiento* alerta al mundo sobre la imposibilidad de mantener un crecimiento económico de carácter ilimitado en un planeta cuyos recursos son finitos. Cuestiones como el agotamiento de los recursos energéticos y minerales, la contaminación de aguas, suelos y aire, y el exponencial crecimiento demográfico van a resultar determinantes en el nacimiento de la conciencia ecológica planetaria.

La primera definición del término, con repercusiones notables, aparece en 1986 en el *Informe Brundtland* en el que se entiende por desarrollo sostenible "el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". Este enfoque engloba, por tanto dos dimensiones: la atención prioritaria a los más desfavorecidos y la limitación que impone la biosfera para soportar un crecimiento económico indefinido (AA.VV., 2001 a).

No obstante, existen otras interpretaciones que tienden a asimilar el término *desarrollo* al término *crecimiento*; por esta razón es conveniente precisar que el desarrollo implica la satisfacción de las verdaderas necesidades de la población y la calidad social (cualitativo), mientras que el crecimiento conlleva expansión física y acumulación de capital (cuantitativo), y la cantidad medida en términos económicos. Desarrollo y crecimiento no van unidos necesariamente, como es evidente en los casos de Brasil e Indonesia, por ejemplo. A raíz del análisis de casos como estos, surge el concepto de *desarrollo mixto*, término acuñado por Redclift en 1993, que se aplica cuando existen características de desarrollo y de subdesarrollo al mismo tiempo e implica altos niveles de acumulación de capital, por ejemplo La India, con altas tecnologías en un contexto de sueldos míseros.

Sobre la *utilización de los términos sostenibilidad o sustentabilidad*, Antoni Colom distingue entre un *sentido restringido* (strong sustainability) como sostener las

unidades ambientales capaces de mantener una población humana y un *sentido amplio* (weeck sustainability) posterior en el que se incluyen sensibilidades como la social, cultural, política, económica, etc. (Colom, 2000: 25-35).

Luffiego y Rabadán (2000) revisan a su vez el concepto de sostenibilidad, en el que encuentran las siguientes variantes:

- *Sostenibilidad débil*. Entendida como *viabilidad de un sistema económico en el tiempo*, es la opción desarrollada dentro del paradigma del crecimiento sostenido, localista, mecanicista y reduccionista. Admite el mito tecnológico, las ideas de domesticación de la naturaleza y un concepto antisistémico de *medio ambiente*.
- *Sostenibilidad fuerte*. Se puede definir como *la viabilidad de la relación que mantiene un sistema socioeconómico con un ecosistema*, es decir, hay una dependencia de la economía respecto de la naturaleza. Precisa la existencia de límites al crecimiento económico. Se enmarca en un paradigma sistémico y global. Afirman que es *un ideal y una utopía*.
- *Sostenibilidad integral*. Surge a partir de las diferentes versiones aparecidas en la Cumbre de Río. Se diferencia entre sostenibilidad ecológica (fuerte), social (solidaridad intergeneracional y global) y económica. Requiere limitar el crecimiento económico y demográfico, y la existencia de sistemas de control democráticos.

De este análisis se puede concluir que, actualmente, se considera que el concepto de sostenibilidad estaría situado en el punto de equilibrio entre lo ecológico, lo económico y lo social (Artaraz, 2002), aunque esta visión de lo que es y debe ser el desarrollo sostenible se puede precisar *en la conjunción armónica e integrada, global y sistémica de los cinco desarrollos: biológico, económico, político, cultural y humano* (Colom, 2000: 45).

Dos conceptos de gran importancia que se derivan de la idea de sostenibilidad y que responden a la necesidad de cuantificarla son los de capacidad de carga y huella ecológica. Por *capacidad de carga* se entiende la capacidad que tiene un ecosistema para mantener una población en el tiempo. La capacidad de carga humana para la ecosfera no se conoce, pero depende, no sólo del número de habitantes, sino del nivel de consumo de estos. La capacidad de carga, traducida a extensión de planeta necesaria *per capita* es la llamada *huella ecológica* (Rees, 1996) que, una vez calculada, se utiliza para comparar entre los habitantes del planeta en cuanto a sus respectivos grados de explotación del medio. La huella ecológica incluye aspectos como el consumo de recursos minerales y energéticos, la utlización de las diferentes fuentes alimenticias, la cantidad y la calidad de las aguas, la capacidad de gestión de residuos, etc. Por tanto, la idea de sostenibilidad lleva implícitos una serie de *principios operativos* (tasas de explotación de recursos y de asimilación de contaminantes, selección de tecnologías...) y es un reflejo de las derivaciones de la segunda ley de la termodinámica en un sistema cerrado como es nuestro planeta, (Luffiego y Rabadán, 2000: 476-477).

II.3.2.3. Ética ambiental

El componente ético ha sido destacado, frecuentemente, como característico de la educación ambiental y de la propia conciencia ecológica (La Torre, 1993: 25; Fernández, 2005). Este hecho se pone manifiesto en un estudio en el que se analizaron más de cien trabajos de Educación Ambiental, en el mundo anglosajón, publicados entre 1993 y 1999. Encontraron poca diversidad en cuanto a los enfoques teóricos y metodológicas, si bien la mayoría se centran en aspectos actitudinales (Rickinson, 2001). En términos generales, se puede afirmar que "*el objetivo de la educación ambiental es llegar a alcanzar una relación no alienada con el medio"* (Catalán y Catany, 1986), y en las recomendaciones de Tbilisi (Sequeiros, 1988) se destacan la importancia de la sensibilización y del sentido crítico:

9.- Para los alumnos de todas las edades, establecer una relación entre la sensibilización por el medio ambiente, la adquisición de conocimientos, la aptitud para resolver los problemas y la clarificación de los valores, haciendo especial hincapié en sensibilizar a los más jóvenes a los problemas del medio ambiente que se plantea en su propia comunidad.
11.- Subrayar la complejidad de los problemas ambientales y, en consecuencia, la necesidad de desarrollar el sentido crítico y las aptitudes necesarias para resolver los problemas.

CUADRO 15: Recomendaciones novena e undécima de la Conferencia de Tbilisi
FUENTE: Sequeiros, 1990

En los comienzos de la educación ambiental, se pensaba que "*la gran novedad de la educación ambiental consiste en la finalidad de concienciación y conservacionismo"* (De la Rosa y González, 1990: 182). Sobre la importancia de la dimensión ética, se llega a afirmar que "*una educación científica y técnica sin reflexión libre sobre valores y disvalores con facilidad conduce a conductas individualistas, degradantes del ambiente y en definitiva autodestructivas*" (Grana, 2001: 69).

Pero ¿cuáles son los rasgos que definen la ética ecológica? Los planteamientos conservacionistas se pueden sistematizar en tres categorías: la *preservación* (que las cosas permanezcan como están), la *protección* (prohibición de intervención humana) y la *creación de reservas*, tanto de paisajes como de recursos. Un significado actual del término conservación, incluye cuestiones como racionalidad, reducción de impacto, así como la subsistencia del entorno y de los recursos.

La ética ecológica se puede considerar como una evolución natural de la ética, después del estadio religioso y el democrático, en consonancia con una especie de moral de la supervivencia o de ética para la era tecnológica. En cuanto a la responsabilidad , se hace necesario distinguir si se trata de responsabilidad respecto a los seres humanos contemporáneos a nosotros, que es indiscutible, o de la responsabilidad hacia los hombres del futuro, no tan fácilmente compartible y argumentable. En torno a esta última cuestión se diferencian varias corrientes de pensamiento: el fundamentalismo ecológico, que revaloriza el mundo no humano situándonos a un mismo nivel en una "*igualdad biocéntrica"*; la "*ética de la piedad"*, de carácter religioso o kantiano, sensible a los sufrimientos de las criaturas

indefensas; y el "*medio-ambientalismo no romántico"* o moderado próximo a un principio de solidaridad universal basado en la conciencia individual del respeto a la vida en todas sus formas (Sosa, 1990; La Torre, 1993).

Este marcado carácter ético nos hace tener en cuenta las posiciones ideológicas desde las que se afronta la educación ambiental. En opinión de Leandro Sequeiros (1990), según la ideología subyacente, se puede hablar de tres tipos de educadores ambientales*:*

- *Conservacionistas:* "se debe conservar la naturaleza"; existe una cierta sacralización de la misma.
- *Proteccionistas:* "se deben usar los recursos naturales". Creen en el progreso ilimitado y en el mito tecnológico.
- *Ambientalistas:* concepción dialéctica o coevolutiva. Las especies se han adaptado a un mundo cambiante y estas mantienen el equilibrio del planeta. Cuestionan el actual modelo de desarrollo no centrado en el hombre sino en el beneficio económico de las grandes empresas.

Todos estos planteamientos nos llevan a considerar la cuestión de la neutralidad ideológica en el medio escolar. A este respecto, José Eduardo García (2000: 590) plantea que la escuela no "*puede presentar un conocimiento ideológicamente neutro"*, ya que es en sí misma un reflejo de la sociedad; por ejemplo, la ideología consumista es una ideología predominante. Citando a Yus (1994) afirma que la escuela tiende a perpetuar la ideología dominante y opta por "*una escuela como lugar de conflictos donde se cuestione la visión actualmente predominante sobre las relaciones entre la humanidad y el medio y se presenten unos modelos de desarrollo individuales y sociales alternativos"*. Para ello debemos considerar tres principios:

- Organizar los contenidos en torno a los problemas ambientales.
- Partir del conocimiento cotidiano de los sujetos.

- Decidir qué visión del mundo pretendemos desarrollar en los sujetos que aprenden. Se propone el paradigma ecológico, un *cambio radical* desde *el sentido común* hacia el poliperspectivismo y el descentramiento (ámbito cognitivo); hacia formas de pensamiento más sistémicas (ámbito epistemológico y ontológico); y hacia sistemas de valores más ecológicos (ámbito actitudinal).

Otra cuestión suscitada con frecuencia, en un mundo dominado por la superespecialización, trata sobre el tipo de formación idónea para el educador ambiental. A este respecto, Dolores Limón (2000: 119) opina que el carácter ético-cultural de la educación ambiental hace que no deba ser dejada en manos de biólogos o ecólogos ya que la ética en la formación ambiental incluye tres criterios:

- *Los problemas ambientales son consecuencia de una injusta gestión y distribución de los recursos.*
- *La educación ambiental debe estructurarse con parámetros éticos; incorporación de la ecología social.*
- *La limitación del consumo, la descentralización en la toma de decisiones y la estructuración colectiva de la responsabilidad.*

Del mismo modo, la ética cobra protagonismo en trabajos que pretenden fomentar valores como la responsabilidad, la solidaridad, un nuevo antropocentrismo humanista, y el diálogo como forma de fomentar la verdad. Para el aprendizaje de una nueva ética ambiental se considera necesario que se desarrolle dentro de una comunidad o grupo, que el educador asuma el papel de la sugestión y del planteamiento de problemas, fomentar el carácter dialogante y potenciar la capacidad de resolver problemas desde la complejidad, la incertidumbre, la multiplicidad de soluciones (Aguaded y Díaz-Guerra, 2001; Vega y Álvarez, 2005).

II.3.2.4. La metodología activa

En la Conferencia de Tbilisi se establecían, entre otros, los siguientes postulados:

8.- Hacer participar a los alumnos en la organización de sus experiencias de aprendizaje y darles oportunidad de tomar decisiones y aceptar sus consecuencias.
9.- Para los alumnos de todas las edades, establecer una relación entre la sensibilización por el medio ambiente, la adquisición de conocimientos, la aptitud para resolver los problemas y la clarificación de los valores, haciendo especial hincapié en sensibilizar a los más jóvenes a los problemas del medio ambiente que se plantea en su propia comunidad.
10.- Ayudar a los alumnos a descubrir los síntomas y las causas reales de los problemas ambientales

CUADRO 16: Recomendaciones octava, novena y décima de la Conferencia de Tbilisi
FUENTE: Sequeiros, 1990

Del mismo modo, en otras muchas publicaciones y en las conclusiones de diferentes foros internacionales, es posible encontrar referencias a la participación activa como parte de la metodología de trabajo en educación ambiental, la toma de decisiones, el cambio de actitudes y comportamientos, la construcción social, y la búsqueda y puesta en práctica de soluciones efectivas (Sáez, 1995; Trant, 1995; Limón, 1999; Carrera, 2000; Cano, 2002; Roth, 2002).

Antoni Colom advierte que "*Acaso la única dificultad estriba en que hayamos olvidado esta función transformadora de la educación y consideremos que educar es simplemente adaptar, aplicar el "haz lo que vieres" (...) Una persona educada no es sólo una persona adaptada; es al mismo tiempo una persona libre, independiente, responsable de sí y de sus actos, con capacidad crítica y, en consecuencia, con capacidad de pensar y modificar lo que no le agrada de su vida, para buscar el verdadero camino de su auténtica construcción. Una persona educada no es un ser adaptado, es un ser con múltiples opciones, es decir, con libertad de decisión"* (Colom, 2000:101). En este contexto, la dimensión ética ambiental puede constituir una fuente de motivación para la transformación de la institución escolar y su adaptación a las nuevas demandas sociales, una reformulación de la función escolar hasta convertirla en un lugar de reflexión para el cambio social, pasando por

replantear objetivos, métodos, contenidos y evaluación (Colom, 1995; García, 2001: 26-27; Cano, 2002; AA.VV., 2003). Pero una vez más, tras una mirada critica a la realidad, nos encontramos con experiencias esperanzadoras y con una educación ambiental "*perdida en una vulgata de conceptos y teorizaciones tan retóricas como formales* (...) y *propia de una enseñanza de tipo tecnológico sin repercusión en la vida consumista*" (Sáez, 1995: 159).

II.3.3. La educación ambiental en la educación formal

Desde la Conferencia de Tbilisi se entiende ya la educación ambiental como *una educación permanente general* abogando por un tratamiento interdisciplinar y transversal de la misma (Sequeiros, 1990; Hart, 2002). Dejando a un lado la denominada educación ambiental *no formal,* dirigida a la totalidad de la comunidad mediante actividades formativas de variada índole (programas comunitarios, equipamientos en la naturaleza, centros de interpretación, etc.) y la educación ambiental propia de los medios de comunicación, nos centramos en la propiamente académica o *formal*, por ser la que se desarrolla en centros educativos oficiales, y más concretamente, en la etapa de Secundaria Obligatoria.

En 1988, el Ministerio de Educación y Ciencia toma parte en un *Seminario de Educación Ambiental en el Sistema Educativo* y en 1990, con la promulgación de la LOGSE, la educación ambiental quedó reconocida en el sistema educativo formal con un carácter transversal y no como una asignatura más del currículo (MEC, 1990; Jiménez et al., 1995). Esta idea de "ambientalizar el currículo" supera las limitaciones de otros planteamientos centrados en la rigidez de las disciplinas, que raramente parten de las ideas de los alumnos, y supone la integración de la educación ambiental a varios niveles, desde su incorporación en el proyecto curricular del centro, hasta su sistemática integración en el trabajo de aula (Gutiérrez, 2003). La educación ambiental se entiende como un conocimiento

integrado del medio, con su propio sistema de ideas, que se organiza a partir de aquellas nociones que sean comunes a distintas disciplinas.

Se han propuesto (García y García, 1992) siete *objetivos ambientales* que podrían tener validez general orientadora para toda la Enseñanza Secundaria:

1. Desarrollar la *sensibilización ante las problemáticas ambientales,* mejorando la capacidad de plantearse problemas, de debatirlos, de construir opiniones propias y de definir vías de intervención con respecto a los mismos, así como ser capaz de difundir esas problemáticas y sus propuestas de solución.

2. Adquirir conciencia de las posibles *incidencias de las propias actitudes y comportamientos habituales* sobre el equilibrio del entorno, valorando, al mismo tiempo, con opiniones propias, las repercusiones de impactos importantes, de mayor escala, sobre el medio, como pueden ser vertidos industriales, posibles accidentes nucleares, etc.

3. Progresar en una *comprensión más compleja* de conceptos básicos para entender el funcionamiento del medio, como son, especialmente, la idea de interacción y la idea de cambio, aplicadas tanto a los elementos del medio como a la relación entre diversos medios. Ello debería traducirse, sobre todo, en la mejor comprensión del equilibrio dinámico que existe en un medio concreto y de las relaciones existentes entre la situación actual de ese medio y su evolución anterior y futura.

4. Desarrollar actitudes de *solidaridad entre los habitantes de la Tierra,* a partir de la comprensión de las interconexiones existentes entre los diversos medios del Planeta y de la interdependencia socioeconómica, política y cultural del mundo actual, superando, por tanto, la concepción del medio natural como puro recurso para uso de las personas y la idea de separación rígida entre el «medio natural» y el «medio social».

5. *Valorar el patrimonio cultural* como expresión de la propia sociedad en que se vive, contextualizando esta valoración en relación con los referentes de otras culturas, desde posiciones de relativismo y de respeto hacia las diversas manifestaciones culturales.

6. A partir de un mejor conocimiento del medio próximo y de una comprensión más correcta de su dinámica, desarrollar la actitud y la capacidad de *disfrutar del entorno,* compatibilizando dicho disfrute con la conservación de ese entorno y manteniendo un equilibrio entre el uso individual y el colectivo.

7. Desde la perspectiva global de una ética ambientalista, mejorar la capacidad y las posibilidades de *aplicar los análisis, las actitudes y los comportamientos ambientales a la vida cotidiana,* «ambientalizando» tanto las actuaciones personales como, especialmente, la dinámica del Centro de enseñanza, como entorno inmediato, favoreciendo su integración en la sociedad.

Como afirman Velázquez de Castro y Fernández (1998: 21) "*la justificación de esta elección la da el propio carácter integrador y humanístico que la educación ambiental posee"* aunque consideran que la elección ha sido arriesgada por los problemas prácticos de aplicación que conlleva. Un reflejo de las dificultades que entraña la implementación de la educación ambiental en el currículo, es el número creciente de tesis doctorales realizadas en los últimos años, que abordan cuestiones tales como la educación ambiental en la Institución Libre de Enseñanza (Martín, 2000), la utilización y evaluación de estrategias didácticas (Álvarez, 1997; Ranea, 2003), el análisis de modelos formativos (Marcassa, 1999), los estudios del pensamiento ambiental del profesorado (Nando, 1995; Campillo, 1998), etc.

En cuanto a las deficiencias en la implantación real de la educación ambiental, lamentablemente, hay un grado de consenso bastante elevado, como pone de manifiesto la *Estrategia Andaluza de Educación Ambiental* (Junta de Andalucía,

2003: párrafo 515) y los estudios de campo, aunque la metodología para realizar este tipo de valoraciones no está suficientemente desarrollada y requiere de un reconocimiento establecimiento previo de indicadores fiables (Giménez, 1992; Martín, Esteban, 2000). En una encuesta a profesorado y a directores de ciento sesenta centros públicos, se pone de manifiesto que la integración de la educación ambiental en ESO sigue siendo una cuestión pendiente aunque se reconoce su importancia mayoritariamente. Entre las causas se citan los problemas de improvisación en la implantación de la LOGSE y la falta de recursos y de apoyos externos (Pascual et al., 2000). En un reciente trabajo realizado por la *Asociación Española de Educación Ambiental* en centros educativos de la provincia de Granada, se destaca que "*en la mayoría de los colegios no se da educación ambiental desde la transversalidad sino desde áreas concretas como conocimiento del medio y similares; ni tampoco suele tener continuidad en el proceso educativo"* (Velázquez de Castro et al., 2001).

Los temores que expresaban los profesores en uno de los primeros seminarios de educación ambiental, del tipo *salvar dificultades como las trabas administrativas, las de algunos padres o los temarios oficiales* (Sequeiros, 1990), parecen haberse cumplido. En un trabajo reciente, Acebel y otros (2006) concluyen que la educación ambiental *parece no estar establecida en la escuela secundaria*. Después de analizar el pensamiento de jóvenes malagueños, detectan pensamientos como que no están dispuestos a realizar sacrificios personales en la vida cotidiana para resolver problemas ambientales (especialmente en alumnado de niveles socioeconómicos altos); su idea de medio ambiente se aproxima sólo a *grandes problemáticas*, alejadas del entorno cercano, no se demuestra la posesión de conocimientos y competencias para la comprensión del medio ambiente, no se relaciona medio ambiente con solidaridad global y futura; medio ambiente y desarrollo son entendidos como obstaculizadores mutuos; y no les parece relevante la intervención personal (Acebel y otros, 2006).

Se hacen necesarias nuevas estrategias didácticas, como reconocer y tratar de resolver los problemas ambientales y en especial los que estén presentes en el propio centro educativo, de forma que los alumnos y las alumnas participen activamente en la gestión del propio medio escolar, en pro de una educación ambiental basada en procedimientos (J.E. García, 2000; F.F. García 2004; Jiménez, López y Pereiro, 2006).

II.3.3.1. Experiencias de educación ambiental en enseñanza reglada.

En otros apartados de esta revisión se han recogido numerosas experiencias de educación ambiental en centros educativos, por lo que ahora, simplemente reseñamos, los enfoques más habituales:

- Estudios de investigación del medio (AA.VV. 1993a; AA.VV. 1993b; García, 1995; AA.VV., 1996b; Marcén, 1996; López et al., 1998; Pérez et al., 1999; Marcos y Torres, 2000; Muñoz y Muñoz, 2001; Membiela, 2002; Merino et al., 2002; Ramírez et al., 2002; Roth, 2002; Drewes y Iuliani, 2003).

- Estudios de investigación del medio transfronterizos (Jociles y Velasco, 1999).

- Estudios sobre paisaje y percepción (Lobo et al., 1993; AA.VV. 1993b; Cuello, 2004).

- Estudios de impacto ambiental y riesgos naturales (AA.VV. 1992; Lobo et al., 1992; AA.VV. 1993a y b; Mato, 1995; Escudero et al., 1995; Aznar y Pereiro 1999; Navas et al., 2000; García, 2005).

- Itinerarios didácticos (de la Rosa y González, 1990; Gómez, 1997).

- Ecoauditorías, Ecoescuelas e implementación de medidas correctoras ambientales en centros educativos (Estrada y otros, 1996; Coya, 2002; Cano 2002, 2004 y 2005; Conde et al., 2002; Corrales et al., 2002; García 2002; Benayas, 2004; Bendala y Pérez, 2004; Melgarejo, 2004; Ruiz, 2004).

- Investigaciones bibliográficas (Perera 1993; Aguaded y Díaz-Guerra 2001; Drewes y Iuliani 2003).

- Estudios a través de Internet (Gonzáles et al., 2000; Greca y González 2002).

- Museos (Gil y otros, 2002; Quijano y Aguilera 2002).

- Campañas ambientales (AA.VV. 1992; Heras et al., 1995; Membiela 2002; Borsese y Esteban, 2005).

- Simulaciones (Martín, 1995; Tamponnet y Savage, 1994; Eichler y Fagundez, 2004).

II.3.3.2. Recursos didácticos para la educación ambiental

Este apartado podría ser objeto, por sí mismo, de una revisión con detalle, dado que son abrumadoras la cantidad y la diversidad de recursos sobre educación ambiental, y aún más desde la generalización de Internet.

En la Comunidad Autónoma de Andalucía existe gran cantidad de recursos disponibles, tanto es así que se está terminando de editar una recopilación de los

mismos en las bases de datos EDUCAM, de las que ya se han publicado varios CD-ROMs. Incluyen:

- Todos los números de la revista Aula Verde (desde 1990)
- Todos los *diarios del árbol*
- Catálogo de publicaciones
- Información sobre campañas ambientales
- Información sobre la red de Ecoescuelas
- Información sobre equipamientos en la naturaleza (aulas de naturaleza, granjas-escuela, aulas marinas...)
- Información sobre campañas ambientales: *Pon verde tu aula, Crece con tu árbol, Conservación del Lince Ibérico*, etc.)
- Actas del Congreso de Educación Ambiental de Andalucía de 2003.

Otro recurso interesante son los programas y campañas, las estancias en equipamientos, la Red de Jardines Botánicos, situados en espacios naturales protegidos, y su programa de educación ambiental con unidades didácticas (Vilches, 2002 a y b).

En otras comunidades, como Canarias, están disponibles recursos como la *red de aulas en la naturaleza* con estancias de 3 a 5 noches previo proyecto; *la maleta de préstamo* para alumnos de ESO, con textos, talleres, resúmenes, etc.; material pedagógico sobre puntos limpios (unidad didáctica); *las guaguas ecológicas* (aulas itinerantes); juegos que se pueden descargar de Internet; exposiciones sobre programas de conservación, etc; y otros materiales como libros, calendarios, jornadas, CD-ROM... (Fajardo y Varela, 2002).

II.3.4. De la educación ambiental a la educación para el desarrollo

La educación para el desarrollo parece configurarse como una versión avanzada de la educación ambiental en pro del ansiado desarrollo sostenible en *sentido amplio*, ya que la educación ambiental, tal y como se ha venido desarrollando hasta ahora, parece haber quedado reducida a la consecución de un desarrollo sostenible en sentido restringido, o lo que es peor al servicio del mantenimiento del actual orden. Colom expone brillantemente estas cuestiones sin perder de vista el poder transformador de la educación: *"La alternativa cognitivo-educativa puede considerarse en estos momentos una de las estrategias más factibles y de aplicación más rápida; con ella se puede comenzar un cambio axiológico, comportamental y de mentalidad, que vaya implicando a un número creciente de personas en los principios de la sostenibilidad"* (Colom, 2000: 99). Colom comenta la necesidad de superar los planteamientos (Unión Europea) que asignan a la educación ambiental el carácter de solución óptima mientras se está a la espera de otras, ya que en realidad lo que hace es justificar el sistema actual. Así, este mismo autor afirma rotundamente: *"la educación ambiental, en nuestro sistema actual de vida, no es más que una instrumentalización de carácter tecnoeconómico, pues difícilmente cuestiona el orden vigente; la educación ambiental pretende la salvaguarda y protección del ambiente en el contexto socioeconómico que lo depreda, lo que, a la postre, se convierte en un medio de acallar las conciencias y de cerrar los ojos ante un sistema que se fundamenta en la expoliación de los recursos naturales. La educación ambiental es permitida porque, a su vez, permite el funcionamiento normal del sistema".* Y más adelante define los nuevos planteamientos, fundamentalmente, transformar el proceso educativo en acción moral, multitemática y sistémica.

En cuanto a las prácticas pedagógicas actuales, concluye que no son tan importantes los métodos como la voluntad emancipativa del profesorado: *"nos topamos no ya con la cuestión de la formación del profesorado, sino con su voluntad y vocación transformadoras. (...) faltan pedagogías radicales, porque no se da*

radicalización en ningún sentido. "Es necesario, pues, ideologizar la educación" (Colom, 2000: 101-104).

EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO	
ORIENTACIÓN	• Modificación de valores hacia la responsabilidad, solidaridad, conservación, etc. • Inclusión de agentes sociales y la participación de la población. • Nuevos programas y metodologías que propicien la resolución de problemas. • Educar en función del mundo y no del país de origen o procedencia.
RENOVACIÓN DE MATERIAS	• Una educación *cívico-moral* centrada en la convivencia entre los pueblos, basada en la igualdad de derechos y de deberes para toda la humanidad. • Sustituir la actual atomización de materias transversales por una sola: *la educación para el desarrollo,* de carácter unitario, global y complejo. • Empleo de las estrategias de *aprender a aprender.*
ESTRATEGIAS DE AULA	• Énfasis en la adquisición de conocimientos y en la toma de decisiones. • Educación centrada en el estudiante y orientada al aprendizaje. • Enfoque multidisciplinario. • Hincapié en la participación, la colaboración y la competitividad de grupo. • Búsqueda y resolución de problemas. • Utilización de nuevos canales de información: escuelas, empresas, medios de comunicación, organismos de la comunidad, etc. • Descentralización y autonomía académica y financiera.
ÉTICA	• Valores colectivos, respeto a la diversidad y pluralismo cultural, incluido el desarme mundial. • Justicia social; superación de los hábitos consumistas y el individualismo humano. • Entender la economía como una variable moral que deberá equilibrar producción y necesidad, acumulación y equidad. • Respeto hacia la naturaleza. • Incorporarla a los códigos personales de conducta.

CUADRO Nº 17. Propuesta de Educación para el desarrollo.
FUENTE: Colom, 2000.

Otro trabajo que podría enmarcarse en esta línea es el ya citado de Gough (2002) quien sugiere un proceso de creación de espacios trasnacionales en los que los escolares de diferentes localidades colaboren con sus respectivos conocimientos tradicionales y negocien contribuciones para el trabajo colectivo.

Se hace necesaria una reformulación de la función escolar hasta convertirla en un lugar de reflexión para el cambio social, pasando por replantear objetivos, métodos, contenidos y evaluación; y se debe evitar un movimiento pendular que nos haga abandonar las aportaciones de las ciencias para atender sólo a aspectos sociales e ideológicos (complementariedad frente a antagonismo), por ejemplo, *biocentrismo para superar el antropocentrismo en la valoración de la crisis ambiental* y *racionalidad frente a los criterios mercantilistas* (J.E. García, 2001: 31).

Este papel de la educación en la comunidad global del nuevo milenio requiere una visión del mundo centrada en los seres humanos y genuinamente democrática entre cuyas cualidades habría que destacar *un mundo donde todos vivamos en un medio ambiente limpio con una justa distribución de la riqueza* (Matriano, 2000).

II.4. RELACIONES ENTRE EL MÉTODO DE PROYECTOS Y LA LEGISLACIÓN EDUCATIVA ESPAÑOLA

Podemos afirmar que hasta la aprobación de la LOGSE la utilización de metodologías activas del tipo que nos ocupa, en enseñanzas medias, no se encuentra en la legislación educativa española. Experiencias de este tipo quedaban restringidas a la *Institución Libre de Enseñanza* y a los *movimientos de renovación pedagógica* y afines, que actuaban a contracorriente, en un contexto dominado por un modelo de enseñanza transmisiva.

En 1990, con la promulgación de la LOGSE (MEC, 1990) comienzan a tenerse en cuenta otros tipos de contenidos además de los conceptuales y otro ideal de enseñanza próximo a las tesis del constructivismo y del aprendizaje significativo. Así, en el artículo 19, en el que se exponen los objetivos generales de la secundaria obligatoria, aparece recogida la intención de desarrollar capacidades como:

> *c) Utilizar con sentido crítico los distintos contenidos y fuentes de información, y adquirir nuevos conocimientos con su propio esfuerzo.*
>
> *d) Comportarse con espíritu de cooperación, responsabilidad moral, solidaridad y tolerancia (...).*
>
> *g) Entender la dimensión práctica de los conocimientos obtenidos (...).*
>
> *i) Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo y el medio ambiente.*
>
> *j) Conocer el medio social, natural y cultural en el que actúan y utilizarlos como instrumento para su formación.*

Sobre la metodología, se dice que *(...) favorecerá su capacidad para aprender por sí mismo y para trabajar en equipo y le iniciará en el conocimiento de la realidad de acuerdo con los principios básicos del método científico*. (Art. 20-4)

El desarrollo normativo posterior concreta los Objetivos Generales del Área de Ciencias de la Naturaleza (Real Decreto 1007/1991, BOE de 14 de junio):

1. *Comprender y expresar mensajes científicos utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, así como otros sistemas de notación y representación cuando sea necesario.*

2. *Utilizar los conceptos básicos de las Ciencias de la Naturaleza para elaborar una interpretación científica de los principales fenómenos naturales, así como para analizar y valorar algunos desarrollos y aplicaciones tecnológicas de gran importancia.*

3. *Aplicar estrategias personales, coherentes con los procedimientos de la ciencia en la resolución de problemas: Identificación del problema, formulación de hipótesis, planificación y realización de actividades para contrastarlas, sistematización y análisis de los resultados y comunicación de los mismos.*

4. *Participar en la planificación y realización en equipo de actividades científicas, valorando las aportaciones propias y ajenas en función de los objetivos establecidos, mostrando una actitud flexible y de colaboración y asumiendo responsabilidades en el desarrollo de las tareas.*

5. *Elaborar criterios personales y razonados sobre cuestiones científicas y tecnológicas básicas de nuestra época mediante el contraste de informaciones obtenidas en diversas fuentes.*

6. *Utilizar sus conocimientos sobre el funcionamiento del cuerpo humano para desarrollar y afianzar hábitos de cuidado y salud corporal que propicien un clima individual y social sano y saludable.*

7. *Utilizar sus conocimientos sobre los fenómenos físicos y los seres vivos para disfrutar del medio natural, así como proponer y valorar y, en su caso, participar en iniciativas encaminadas a mejorarlo y conservarlo.*

8. *Reconocer y valorar las aportaciones de la ciencia para la mejora de las condiciones de existencia de los seres humanos, apreciar la importancia de la formación científica, utilizar en las actividades cotidianas los valores*

y actitudes propios del pensamiento científico, y adoptar una postura crítica y fundamentada ante los grandes problemas que hoy plantean las relaciones entre ciencia y sociedad.

9. *Valorar el conocimiento científico como un proceso de construcción ligado a las características y necesidades de la sociedad en cada momento histórico y sometido a evolución y revisión continua.*

En principio, podemos considerar que todos tienen relación con la metodología que proponemos si bien los objetivos 3,4,5,7, 8 y 9 aparecen implicados de un modo directo.

La legislación andaluza, por su parte, recoge dos disposiciones claramente relacionadas con el tema:

- El Decreto 106/1992 de 9 de junio, por el que establecen las enseñanza correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía, alude de modo directo, a la intencionalidad de desarrollar, en el alumnado, capacidades relacionadas con el estudio del medio natural, insistiendo en la contribución activa *respecto a la defensa, conservación y mejora como elemento determinante de la calidad de vida* (Objetivo General *e*).

- La Orden de 21 de Febrero de 2000, por la que se regula la optatividad en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria establece como asignatura optativa *Los métodos de la ciencia* para 3º y 4º curso de E.S.O. En esta Orden se recoge que: "*El aprendizaje de las ciencias implica no sólo el conocimiento de los aspectos conceptuales específicos de cada disciplina, sino también de los procedimientos y actitudes comunes a toda actividad científica. Por ello, tradicionalmente, los trabajos prácticos de investigación han sido considerados como actividades básicas para el aprendizaje de las ciencias*".

La cuestión que surge, tras este breve repaso, es si se están cumpliendo las expectativas expresadas en la legislación reciente, pasada ya una década desde su promulgación. En el *análisis del estado de la innovación educativa en el marco de la aplicación de la LOGSE y del paradigma tecnológico "fines-medios",* los autores se muestran críticos con la implantación de las disposiciones legislativas y de un modo muy expresivo comentan: "*Si se nos permite la metáfora, los senderos abiertos por los grupos de renovación y los profesores innovadores fueron transformados de la noche a la mañana en una vía férrea libre de obstáculos por la que debía transitar el tren de la reforma. Se pasó por tanto del "senderismo" al "tren de alta velocidad". Lo que no se pensó fue que, que con el tiempo, las personas que toman el tren no saben ni les interesa el por qué de ese trazado, ni prestan atención a los aspectos relacionados con el trayecto, puesto que hay un "maquinista que los conduce", sino que su interés se centra en llegar al destino lo más rápida y eficazmente posible"* (Romero y González, 2000: 121).

Una voz autorizada, el antiguo Coordinador para la Reforma Educativa de la Junta de Andalucía, habla de la ingenuidad que ha existido al pensar que el diseño curricular, por sí sólo, bastaría para producir un cambio didáctico entre los profesores. En las conclusiones de uno de sus artículos señala:

- "*La extensión de la educación obligatoria es un acierto si favorece el desarrollo personal, la integración y el interés por el conocimiento compartido; pero puede ser un fracaso y una estafa, si promueve la autopercepción negativa y el rechazo hacia la sociedad y la cultura.*

- *resulta deseable reducir el número de asignaturas por curso para estrechar la relación profesor/alumno*

- *el nivel lo suben o lo bajan los profesores cuando son capaces de sacar el máximo provecho de sus alumnos"* (López-Gay, 2001:26-29).

Por medio de una herramienta como el análisis comparativo de los libros de texto (EGB y ESO), se llega a conclusiones como la disminución del trabajo práctico y de los contenidos que se enseñan a través de ellos, la existencia de más cambios en conceptos que en procedimientos, y la escasa importancia que se otorga a los procedimientos asociados a la indagación y a la resolución de problemas: propuesta de hipótesis, planteamiento de experiencias, control de variables... (García y Martínez, 2002: 417). Otro estudio, en este caso basado en el análisis de las programaciones de los profesores, induce a pensar que existe un desajuste importante entre los contenidos que aparecen en las programaciones y los del currículo oficial. En cuanto a temas transversales, los que más aparecen en los materiales estudiados son: Educación Ambiental, Educación para la Salud, Consumo e Igualdad entre los Sexos (Pro y Romero, 2002).

Ante la llamada *contrarreforma* de la ESO, el Real Decreto 3473/2000 de 29 de diciembre (BOE de 16 de enero) que modifica al Real Decreto 1007/1991 de 14 de junio, y en la actualidad, parcialmente derogada, algunas voces se alzaron contra antes de su entrada en vigor. Así, Emilio Pedrinaci (2002: 7) señala :"*Ni en esta normativa ni en ningún otro documento conocido señala el ministerio cuáles son los errores, defectos o lagunas que tiene el anterior currículo de ciencias de la naturaleza. Tampoco se conocen investigaciones rigurosas que hayan mostrado sus deficiencias*". En este mismo monográfico de *Alambique*, Antonio de Pro denuncia la desaparición de procedimientos y actitudes en el desarrollo de contenidos del real decreto, en particular, las actitudes hacia las ciencias y sus descubrimientos; la aplicación del "método científico" en Biología y Geología, las relaciones CTS, la identificación de problemas, las relaciones explicaciones-experiencias, la realización de predicciones, control de variables, diseño de experiencias y (Pro, 2002; Nieda, 2006). Un análisis crítico con los postulados del R.D. 3473/2000 y de su adaptación en Canarias, destaca, entre otras conclusiones ya mencionadas que "*potencia un modelo de transmisión de conocimientos, suponen un importante retroceso que no tienen en cuenta los avances y resultados de la investigación educativa, atenta*

contra la enseñanza comprensiva, y produce una disminución casi total de la transversalidad" (Tejera y Martínez, 2002).

La norma más reciente en materia educativa, actualmente en vigor en nuestra comunidad, aunque a la espera de una nueva Ley de Educación es el Decreto 148/2002 , de 14 de mayo, modifica el Decreto 106/1992, de 9 de junio, por el que se establecen las enseñanzas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía. En éste se alude a la utilización del tipo de metodología que nos ocupa en los objetivos generales y en las orientaciones metodológicas. Entre los primeros destacamos:

1.- Utilizar los conceptos básicos de las Ciencias de la Naturaleza para elaborar una interpretación científica de los principales fenómenos naturales, así como para analizar y valorar algunos desarrollos y aplicaciones tecnológicas de especial relevancia.

2. - Aplicar estrategias personales, coherentes con los procedimientos de la ciencia, en la resolución de problemas.

3.- Participar en la planificación y realización en equipo de actividades e investigaciones sencillas.

4.- Seleccionar, contrastar y evaluar informaciones procedentes de distintas fuentes.

5.- Comprender y expresar mensajes científicos con propiedad, utilizando diferentes códigos de comunicación.

8.- Utilizar sus conocimientos científicos para analizar los mecanismos básicos que rigen el funcionamiento del medio, valorar las repercusiones que sobre él tienen las actividades humanas y contribuir a la defensa, conservación y mejora del mismo.

9.- Conocer y valorar el patrimonio natural de Andalucía, sus características básicas y los elementos que lo integran.

10.- Entender que la Ciencia es una actividad humana y que, como tal, en su desarrollo y aplicación intervienen factores sociales y culturales.

11.- Entender la Ciencia como un cuerpo de conocimientos organizados en continua elaboración, susceptibles por tanto de ser revisados y, en su caso, modificados.

En el apartado *Orientaciones Metodológicas*, el legislador recoge una serie de pautas que pueden servir para guiar la actuación del profesorado, entre las que resaltan la incorporación de algún mecanismo de exploración o indagación, la recogida y análisis de informaciones procedentes de diversas fuentes, el diseño y realización de pequeñas investigaciones, actividades experimentales, análisis de resultados, reconocimiento de variables relevantes en situaciones, problemas que se planteen, trabajar sobre un conjunto de problemas en torno a los cuales se organiza el proceso de aprendizaje, y favorecer su utilización para la resolución de problemas en situaciones reales.

Concluyendo, se puede afirmar que las reformas en materia educativa han sido continuas en los últimos años. Coincidimos con Caamaño (2006) y Nieda (2006) en que este hecho ha afectado, de forma significativa, al desarrollo y puesta en práctica de numerosos proyectos educativos, que no han tenido tiempo suficiente para ser debidamente experimentados y evaluados.

Capítulo III:
Revisión de la literatura sobre actitudes

CAPÍTULO III REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE ACTITUDES

Aunque en el capítulo precedente se ha analizado esta cuestión, desde la óptica de la Didáctica de las Ciencias y de la Educación Ambiental, consideramos adecuado incluir un epígrafe específico sobre actitudes, por su importancia en la investigación que nos ocupa.

Bajo cualquier planteamiento educativo se encuentra una base axiológica, que se adapta a una escala de valores determinada y orienta las decisiones de la persona. Pero, no sólo es suficiente con que un proyecto educativo tenga una determinada orientación, sino que también necesita de: "*dirección, un planteamiento que induzca hacia la acción. Por tanto, estructurarlo y tener la oportunidad de llevarlo a cabo, son planteamientos que preceden al mismo concepto de educación, a la vez que está en la génesis y materialización de los procesos que implica*" (Pérez Ferra, 1992: 144).

III.1. APROXIMACIONES AL CONCEPTO DE ACTITUD

Para referimos al concepto de actitud, hemos de remontarnos a 1862 cuando Spencer en su obra *"Principios"* se refiere a este término como *"patrón disposicional que influye en la percepción de las situaciones".* Desde entonces, el término actitud ha sido utilizado reiteradamente en Psicología social y Psicología de la personalidad. En la actualidad, la función de las actitudes y las motivaciones que mueven para alcanzarlas se han convertido en uno de los temas más importantes en tomo a este concepto, según argumenta Pratkanis (1989: 245-285). Posiblemente, la causa de esta situación esté en los nuevos enfoques que ha recibido la Pedagogía, en los que se comienza a considerar el desarrollo de todo tipo de disposiciones ante el evento producido por los distintos cambios sociales, como un objetivo prioritario a conseguir.

Encontrar una definición de lo que son las actitudes, satisfactoria para la mayoría de los investigadores en este tema, es tarea hartamente dificultosa; tanto es así

que posiblemente, esta falta de concreción conceptual del término podría ser la principal traba en la construcción de teorías explicativas sobre la formación y el cambio de actitudes, o en la importancia de las mismas cuando se pretenden explicar comportamientos individuales (Ortega, 1986; Sabater, 1990). No obstante, en el lenguaje popular, el término actitud contiene connotaciones morales e ideológicas, *cargadas de una intencionalidad que limita la conducta y el comportamiento por aquél que educa* (Pérez Ferra, 1991).

En el intento de normalizar algunas afirmaciones en torno a la realidad conceptual del término actitud, Rodríguez González (1986) afirma que podríamos considerar la actitud como: *una postura o semblante que expresa un estado de ánimo o quizá una intención, o de forma más general, una visión del mundo. Evidentemente, esta concepción denota que no puede haber calado en el lenguaje al uso algo que todavía no está totalmente definido en el terreno de la investigación básica y conceptual",* postura aceptada por Bolívar (1995).

Triandis (1974: 2) se ha referido a las actitudes como a *"ciertas disposiciones a responder ante situaciones concretas".* Las actitudes representan consistencia o inconsistencia en respuestas a objetivos sociales.

Allport (1935) ha tratado a fondo la historia de la utilización de este concepto en Psicología social. Ya en mil novecientos dieciocho, esta ciencia se definió como el estudio científico de actitudes. Como puede suponerse, ha variado la definición de un término que ha sido utilizado por muchos psicólogos y sociólogos desde hace tanto tiempo, y más recientemente por profesionales de la pedagogía. Sin embargo, el elemento común que persiste a través de la mayor parte de las definiciones es el de *"disposición a responder".*

La definición de Allport (1935) es todavía extremadamente influyente: *Una actitud es un estado mental y neural de disposición, adquirido a través de la experiencia, que ejerce una influencia directiva o dinámica sobre las respuestas del individuo a toda clase de objetos y situaciones con los que se relaciona ".*

Es por ello que la concepción más extendida sobre actitudes es aquella que identifica tres componentes de la misma (perspectiva tridimensional), que son: la conducta, las cogniciones y las emociones que provoca el objeto actitudinal.

Algunos autores señalan el componente evaluativo (afectivo) como el más importante y definitorio de las actitudes, mientras que otros como Ajzen y Fishbein (1980) fijan la centralidad de las actitudes en el desarrollo de actitudes en el componente conceptual (creencias); para otros autores, en lugar de hablar de tres dimensiones de las actitudes, habría que hacerlo de tres conceptos distintos: creencias (cognitivo); actitudes (afectivo) e intención conductual (precomportamental).

En opinión de Pérez Ferra (2005: 29), una definición que incluye muchas de las ideas principales usadas por los teóricos en actitudes, sería la siguiente: *"Una actitud es una idea cargada de emotividad que predispone una clase de acciones a una clase particular de situaciones sociales".* Esta definición sugiere que las actitudes tienen tres componentes:

a) Un componente cognitivo; es decir, la idea que generalmente consiste en una categoría usada por los humanos al pensar. Las categorías se deducen por conformidad en las respuestas a diversos estímulos distintos.

b) Un componente afectivo. Se refiere a las emociones que provoca ese objeto actitudinal, en el sentido de aceptación, rechazo o indiferencia. Esto es, la emotividad que impregna las ideas. Si una persona se siente bien o se siente mal cuando piensa sobre una categoría, diremos que tiene un sentimiento positivo o negativo hacia los componentes de esa categoría. Se refiere a las creencias, información que tenemos sobre el objeto actitudinal. En este sentido, el paradigma mediacional o pensamiento del profesor, puede ser un medio adecuado para consolidar este primer componente, integrado por creencias.

c) Un componente precomportamental; es decir, una predisposición a actuar.

La representación cognoscitiva de la categoría es la condición mínima para tener una actitud. Además, la categoría cognoscitiva debe asociarse con hechos agradables o desagradables. Cuando ocurre esto, la categoría se carga de sentimiento. Cuanto más agradables sean los sentimientos, y cuanto más frecuentemente tienen lugar dentro de la categoría, mayor es la cantidad de sentimiento que se vincula a la categoría, aspectos que quedan reflejados en la figura nº 5.

Las teorías sobre las que se ha edificado el concepto han estado marcadas por muy diferentes concepciones de hombre; por carencias en su precisión semántica, que han llevado a confundir en la literatura al uso el significado de actitud con otros términos, tales como: valor, hábito o rasgo, entre otros. Toda esta situación ha creado tal confusión que, en palabras de Escámez (1989: 526): " *ha generado en no pocos investigadores la convicción de que es conveniente abandonar todo esfuerzo por construir un modelo teórico de actitud, mientras dedicaban sus afanes a investigar las condiciones empíricas de su formación y cambio, sin detenerse en la cuestión de qué son ellas ".*

Se ha hecho amplia referencia al concepto de actitud, pero se ha hecho desde una perspectiva psicológica, próxima a la psicología social, consecuencia de que en esta disciplina se ha desarrollado una extensa tradición investigadora, tanto en investigación básica como aplicada. En el campo educativo -la actitud definida desde la perspectiva pedagógica- ha venido a sustituir la toma de posición basada en la medición, propia de la Psicología social, por un planteamiento valorativo, de carácter pedagógico, que supera las notas de jerarquización y cualificación ética, y orienta este constructo a la libre asunción de valores; es decir, de una cualidad objetiva de lo real que advertida por el sujeto exige un determinado modo de actuar, no por necesidad física sino moral, como resultado del conocimiento y de la libre determinación.

Según Coll (1992: 137), las actitudes son: *"tendencias o disposiciones adquiridas y relativamente duraderas a evaluar de un modo determinado una persona, situación u objeto y a actuar en consonancia con dicha evaluación ",* que se componen de conocimientos, creencias, sentimientos, preferencias, acciones manifiestas y declaraciones de intenciones en referencia a los valores que se suscitan y sostiene cada actitud y con ello se hace desaparecer la posibilidad de proponer las actitudes como objetivos jerarquizados.

Las actitudes, señala Coll (1992) tienen como referente a los valores y a las normas, pero los valores son entendidos principalmente como principios que sustentan el orden social democrático y las normas son definidas como los patrones de conducta compartidos por los miembros de un grupo social; por lo tanto, en ambos casos, la última referencia es social. El contenido que se da a ambos conceptos - valor y norma- es derivado; es decir, que ese contenido no es lo que define el valor o la norma, sino, en todo caso, un aspecto o consecuencia de la naturaleza del valor.

A modo de conclusión de este epígrafe, podríamos considerar la actitud como *"una estructura psicológica, surgida, y conformada en la dialéctica individuo/realidad circunstancial y contextual, constituye el fundamento de adecuación del sujeto al mundo real que le sirve de entorno (visión social). La actitud facilita la interpretación del mundo, manifiesta los valores -decíamos, cualidades estructurales de los bienes-, sirve de autoafirmación (autoestima) del sujeto personal (visión individual), es instrumento de adaptación o 'acercamiento' del individuo al mundo real, hecho de cosas, personas, y relaciones*" (Pérez Ferra, 1993a: 27).

III.2. NATURALEZA DE LAS ACTITUDES

Aún considerando todo este entramado que dificulta el estudio de las actitudes, pocos temas en el campo de las Ciencias humanas han merecido tanta atención de psicólogos, sociólogos y, en menor cuantía, de pedagogos.

Sin embargo, quedan aún por resolver algunas cuestiones como: ¿De qué manera ha de entenderse la predisposición a la acción? ¿En qué consiste la relación entre conducta y actitud? ¿Qué funciones ejercen las actitudes en el desarrollo curricular? ¿En qué grado o proporción son dependientes las actitudes de la experiencia?.

Después de todos los argumentos planteados es posible convenir que las diferentes estimaciones que se presentan en tomo al término actitud se pueden atribuir a divergencias existentes sobre la consideración antropológica del hombre por los diversos estudiosos de la Pedagogía. En no pocas ocasiones se utilizan con un carácter semántico polivalente y a veces análogo a otros términos. Ello da lugar a notables imprecisiones de carácter conceptual, cuestión que limita y retrasa los avances de la investigación sobre actitudes.

Las actitudes no son realidades empíricas, sino construcciones teóricas inferidas de la observación del comportamiento (Escámez y Ortega, 1989), por tanto, con dificultades para su valoración. A pesar de no disponer de un concepto de actitud con rango universal, aún a pesar de ello, se ha de considerar la actitud como estructura mediacional del aprendizaje humano en sus aspectos superiores, lo que corrobora la atención preferente que los pedagogos y profesionales de la educación, en general, han de tener por el término actitud. Al menos puede decirse que existe un consenso en reconocer algunas características generales respecto a la definición de actitud:

1. Hacen referencia a aspectos evaluativos respecto de las características favorables o desfavorables del objeto al que guardan relación.
2. Tienen un carácter preconductual que influye de alguna manera en el obrar de la persona.
3. Constituyen aprendizajes estables.
4. Se relacionan estrechamente con componentes situacionales y contextos psicosociales.
5. La valoración de las actitudes varía en cualidad e intensidad.

6. Manifiestan un carácter multidimensional, definiéndose principalmente por sus aspectos evaluativo-afectivo.

A pesar de los puntos comunes que hemos expuesto con relación al concepto de actitud, se ha de reconocer que existe cierta escisión entre la investigación pedagógica y los usos escolares que no sólo afectan al ámbito de las actitudes, sino también a otros campos del universo curricular.

La escuela -que está en sus planteamientos, más cerca de la realidad educativa cotidiana que del carácter pedagógico formal de las políticas educativas- ha mantenido con respecto a las actitudes una ignorancia casi secular. Esa ausencia de "necesidad" interna de la institución y la disonancia entre la importancia, formalmente reconocida, de la educación en actitudes y valores en la escuela, así como las carencias de metodologías adecuadas para su desarrollo y evaluación en el ámbito curricular, han dado lugar a que el reconocimiento de su importancia se convierta, más en una mera declaración de principios de las instituciones educativas que en una aportación seria de conocimientos y medios a la teoría curricular.

Las actitudes son necesarias en educación porque ayudan al profesorado a dar significación a sus modos de proceder; facilitan la comprensión del mundo que les rodea; consolidan la autoestima; ayudan a ajustarse dentro de las posibilidades que ofrece un mundo complejo, facilitando las recompensas provenientes del medio; se constituyen en conductoras de los valores que se expresan a través de los comportamientos. En definitiva, una actitud constituye una predisposición a la respuesta que indica aceptación o disconformidad ante un hecho, objeto o persona.

III.3. FUNCIONES DE LAS ACTITUDES

Una cuestión de interés, sería el porqué la gente adopta actitudes. Una explicación plausible es que "*las actitudes ayudan a comprender el mundo que*

rodea a las personas, organizando y simplificando su relación con el medio que les circunda; protegen la autoestima de la persona, ayudan a ajustarse a un mundo complejo, haciendo más probable que reaccionen de modo que aumente al máximo sus recompensas procedentes del medio ambiente; y permiten expresar sus valores fundamentales. Las actitudes ayudan a ajustamos a nuestro medio ambiente, proporcionando una cierta capacidad de predicción" (Pérez Ferra et al., 2005:33).

Tenemos un repertorio establecido de reacciones hacia una categoría determinada de objetos de actitud. Una vez clasificado en esa categoría un objeto social, podemos emplear nuestro existente repertorio de reacciones. Esto nos evita tener que decidir de nuevo, a partir de primeros principios, cuál debe ser nuestra reacción ante un objeto de actitud concreto. En la medida en que nuestro sistema funciona, añade capacidad de predicción a los acontecimientos de nuestro medio ambiente social. Si hemos clasificado correctamente el objeto de actitud y éste se comporta del mismo modo que objetos similares lo hicieron en el pasado, podemos emplear nuestra experiencia anterior como guía y acertar generalmente sobre el resultado. La gente que realmente cuenta en nuestro medio ambiente social tiende a mostrar actitudes similares a las nuestras, y a menudo adaptamos nuestras actitudes de acuerdo con las de estas personas. En una línea de argumentación similar, Katz (1990) exponía cuatro funciones que las actitudes llevan a cabo para la personalidad: a) instrumental, ajustativo-utilitaria; b) ego-defensiva; c) valor-expresiva y d) función del conocimiento. La función de ajuste deriva de la tendencia a maximizar las recompensas en el medio ambiente externo y minimizar los castigos. La funciones ego-defensivas son servidas por actitudes que permiten al individuo protegerse del reconocimiento de verdades básicas desagradables sobre sí mismo. Las funciones expresivas del valor se ven implicadas cuando la expresión de las actitudes proporciona placer a la persona, porque las actitudes revelan algunos de los valores básicos que más aprecia. Las funciones del conocimiento se basan en la necesidad del individuo de dar estructura a su universo, de comprenderlo, de predecir los acontecimientos, etc.

III.4. PRINCIPALES CONCEPCIONES TEÓRICAS EN TORNO AL DESARROLLO Y CAMBIO DE ACTITUDES

Una de las cuestiones de mayor interés teórico y práctico en el ámbito actitudinal es la de cómo se forman las actitudes. Existen tantas teorías al respecto cuantas son las que pretenden explicar la conducta humana en general; sin embargo, no cabe establecer comparación entre las investigaciones sobre formación de actitudes y las dedicadas al cambio; de hecho, apenas existen esbozos de teorías específicas sobre la formación de actitudes que no sean teorías generales del aprendizaje; en cambio, son numerosas las que se han formulado específicamente sobre el cambio de actitudes.

Al hablar de los determinantes de las actividades hemos apuntado los reconocidos como más importantes, y con Triandis (1967, traduc. 1974: 62) podríamos afirmar que: *"las actitudes se adquieren y cambian como consecuencia de procesos internos que se desarrollan en la mente de las personas y de procesos externos, algunos de los cuales son sociológicos".* El mismo autor, (Triandis (1967: 104), analiza la formación de actitudes " *centrándose primero en el desarrollo de los componentes perceptivo-afectivos y precomportamentales, y, luego, en el desarrollo de las interrelaciones de estos componentes ",* pero ha sido sobre todo la perspectiva de la función que las actitudes cumplen para el sujeto, lo que ha motivado los planteamientos centrados en la formación de actitudes.

Uno de los problemas más significativos relacionados con el estudio de las actitudes es *"su diversidad de planteamientos y las deficiencias de su estructuración teórica"* (Escámez y Ortega, 1989: 29-30), consignada en los siguientes puntos:

1. La diferencia de modelos antropológicos subyacentes a cada una de las líneas de investigación.

2. La ausencia de precisión significativa de los términos utilizados como semejantes o equivalentes al de actitud.
3. Los presupuestos rígidos de las diferentes escuelas psicológicas que condicionan las investigaciones empíricas y las teorías sobre actitud.
4. La deficiencia de los modelos que, aportando una explicación insuficiente sobre la naturaleza de la actitud y su interrelación dinámica con los demás conceptos del área actitudinal, permiten realizar estudios operativos.
5. Por último, la falta de criterios evaluadores para contrastar empíricamente que una concepción teórica está más firmemente asentada que otra.

Abundando en la idea anterior, Escámez y Ortega (1989: 32) exponen las características que a su entender debería tener el modelo teórico más adecuado de actitudes:

1. *"Explicación definida de la concepción antropológica que lo sustenta.*
2. *Clarificación precisa de los términos del área actitudinal.*
3. *Cierta independencia de las rigideces escalares de las corrientes psicológicas.*
4. *Resistencia a los intentos de falsación desde las investigaciones de campo.*
5. *Que sea operativo, en el sentido de poder orientar tanto la explicación de la formación de actitudes, sus relaciones con los restantes conceptos del área, su incidencia en la conducta, como las estrategias para que, a través de acciones técnicamente controladas, puedan generar nuevas actitudes deseables como patrones educativos.*
6. *Por último, como consecuencia de la operatividad, que sea apto para poder ser puesto en práctica. "*

Seguidamente expondremos el perfil definitorio de las concepciones teóricas más significativas con respecto al término actitud, tales como el conductismo, funcionalismo, teoría del juicio social, teoría de la consistencia y, por último,

teoría de la acción razonada. Esta última teoría constituye el modelo teórico de actitud del que partimos para el desarrollo de la presente investigación.

III.4.1. Teorías conductistas

A pesar de que las teorías conductistas reconocen la existencia de *"disposiciones conductuales ",* con lo que se convierten en teorías mediadas por un condicionante operante, por lo general, interpretan esas disposiciones como hábitos, excluyendo, así la consideración de las orientaciones internas del individuo tanto hacia un mundo cognitivamente representado, como hacia sí mismo (representándose a sí mismo cognitivamente en el entorno y hacia las relaciones entre sí mismo y el mundo que le rodea).

Los enfoques que tienen como denominador común la consideración de la actitud como hábito, en muchas investigaciones empíricas la traducen operativamente desde el punto de vista de manifestación de opinión; es decir, la actitud se convierte en poco más que un hábito verbal.

Razran (1938) había demostrado la efectividad del condicionamiento clásico en la formación de actitudes, aunque fue Doob (1947) quien teorizó con más detenimiento al respecto. Entiende este autor la actitud como una respuesta implícita, mediadora de conductas manifiestas o como variable interviniente que media entre el estímulo externo y una respuesta manifiesta.

Doob (1947: 136) define literalmente la actitud como " *una respuesta implícita productora de impulso, considerada socialmente significativa en la sociedad del sujeto".* La actitud tiene funciones informativas y el sujeto puede discriminar tanto la presencia/ausencia como diversos grados de intensidad de la actitud; al mismo tiempo tiene funciones dinamizadoras del comportamiento. Es, pues, la respuesta implícita que interviene en conductas socialmente significativas; y, esto es, también para Doob (1966), lo que la diferencia de otros conceptos psicológicos o sociológicos.

Si bien la teoría de Doob no produjo mucha investigación empírica, sí hubo toda una serie de investigaciones que asumieron la noción de actitud como respuesta implícita (hábito conductual) de carácter discriminativo y dinamizador.

Staats (1970) entiende que la asociación del estímulo externo con la actitud es independiente de la experiencia de aprendizaje que une a la actitud con la respuesta manifiesta. Concibe este autor la actitud de modo que únicamente contiene la dimensión afectiva y no la cognitiva. La formación de actitudes se produce por condicionamiento clásico y una vez formadas pueden actuar como refuerzos, según los principios del condicionamiento operante.

En la valoración que se hace desde supuestos conductistas sobre la adquisición de conceptos, se afirma que algo es aprendido porque se refuerza. Trasladando el concepto al campo actitudinal, podríamos afirmar que las actitudes se adquieren porque en algún momento están asociadas a los estímulos con los que se dieron conjuntamente. Es decir, cuando introducimos un refuerzo positivo después de una respuesta dada, dicha respuesta tiende a consolidarse y también la actividad positiva hacia la misma; por el contrario, si se incorpora un refuerzo negativo después de una determinada respuesta, la citada respuesta tenderá a extinguirse y también se generará una disposición negativa hacia la misma.

III.4.2.Teorías funcionalistas

Este tipo de teorías tienen como denominador común el análisis de las funciones de las actitudes. Existe una gran coincidencia entre teóricos de muy diversa tendencia sobre las funciones que cumplen las actitudes para el individuo. De una manera o de otra, tanto los teóricos que definen la actitud como una estructura psicológica meramente hipotética, como los que la entienden como variable intermedia y hasta algunos de los que entienden como conducta manifiesta, vienen a coincidir, en cuanto a ciertas funciones, que las actitudes cumplen para la persona que las sustenta en su búsqueda del placer y evitación

del displacer. Pero han sido relativamente escasos los teóricos que expresamente han investigado las actitudes desde una perspectiva propiamente funcionalista.

Los funcionalistas coinciden por lo general en cuanto a las principales funciones que atribuyen a las actitudes, pero cada uno de ellos ha analizado unas cuantas que son representativas de cada orientación. Característica común es la importancia atribuida a los aspectos motivacionales de la actitud, frente a la casi total ignorancia de los mismos por parte de la mayoría de las restantes teorías.

Postulado básico del que parten los funcionalistas es que las personas, como cualquier otro organismo, tienden fundamentalmente a obtener placer y a evitar displacer, y es ahí donde ven ellos el núcleo básico de las funciones de las actitudes. En la búsqueda del placer, las personas se proponen unas metas, cada individuo manifiesta ciertas peculiaridades que se deben en buena medida a las actitudes que cada uno mantiene respecto a los objetos capaces de proporcionar esos objetivos.

Katz (1990: 280) apunta tres ventajas de la teoría funcional de las actitudes:

- Constituye un paso importante hacia un enfoque más fenomenológico de las actitudes.
- Analizando las diferentes funciones que las actitudes pueden cumplir, podemos evitar el error de caer en formulaciones simplistas por las que a veces se intenta explicar las actitudes mediante una única causa.
- Reconocen expresamente las complejas fuentes motivacionales de conducta, lo cual puede ayudar a subsanar el manifiesto descuido en que se las ha dejado en otros enfoques.

III.4.3. Teorías del juicio social

Aunque la denominación de teoría del juicio social se ha asociado con la teoría representada por Sheriff, existen varios otros enfoques que se encuadran dentro

de este epígrafe genérico de teorías del juicio. Las actitudes no sólo son producto de juicios sociales, sino que son a su vez objeto de juicios sociales. El juicio social, cualquiera que sea su objeto, se emite siempre en algún contexto social concreto y ello tiene como consecuencia efectos de polarización, bien bilateral o unilateral.

Dentro de este campo teórico podemos definir tres modelos teóricos, a saber: teoría de la asimilación y del contraste; teoría de juicios emitidos sobre escalas cogenéricas y teoría de la acentuación.

a) *La teoría de la asimilación y del contraste* tiene su origen en la psicofísica, cuyos resultados sobre percepción trasladó Sherif (1980) al juicio social. La psicofísica clásica, no sin cierta confusión entre sensación, percepción y juicio, había demostrado que los juicios son siempre resultado de procesos de discriminación, categorización y comparación de unidades de una dimensión física con algún criterio que cumple funciones de patrón de medida.

La teoría de la asimilación y contraste introduce la noción de latitud o margen como componente de la estructura de la actitud. Los elementos afectivo-evaluativos que afectan a los juicios sociales los aproximan a la noción de actitud en la que podemos distinguir diferentes dimensiones y en cada una de ellas se da una actitud de rechazo, que incluye el punto que el sujeto más rechaza, y una latitud de indiferencia o de no-compromiso, que afecta a todos los puntos de la escala que el sujeto ni rechaza ni acepta explícitamente.

b) El modelo de perspectiva variable está representado, sobre todo, por Upshaw (1965, 1996) y Ostrom (1976, 1980). Estos autores tienen como base los planteamientos de Volkam sobre la perspectiva en el juicio social, y arranca de la relación entre las propiedades estimulares de la actitud como objeto de juicio y la clasificación que dicho juicio le asigna. Las propiedades estimulares de la actitud son lo que los autores denominan contenido de actitud; es decir, las varias ideas, creencias, imágenes y demás elementos asociados al objeto de actitud.

La poca atención que se ha prestado a la teoría, a pesar de su alcance y de haber acumulado considerable apoyo empírico, quizá se deba al confuso y ciertamente difícil lenguaje, en lo que vienen a coincidir en buena medida con la teoría del juicio social, especialmente en sus últimas presentaciones (Sheriff, 1980).

En este modelo, la persona, por lo general, expresa el juicio sobre sus actitudes mediante una escala bipolar de favorabilidad/desfavorabilidad, cada una de cuyas gradaciones intermedias, además de indicar un determinado grado de intensidad, suelen llevar emparejada una etiqueta definidora de quien sostiene tal grado de actitud.

c) Teoría de la acentuación, se contrapone a otras teorías del juicio social por cuanto estas han pasado por alto un fenómeno que se produce ya en juicios psicofísicos y que tiene su correspondencia en los juicios sociales: el fenómeno de la polarización.

La asimilación que se produce en los ítems que caen dentro de la latitud de aceptación, no necesariamente se debe a efectos del anclaje en las propias actitudes del sujeto (éste puntúa más bajo los ítems que están por debajo del nivel de su actitud, y más alto en los ítems que están por encima de dicho nivel, que actúa como patrón o ancla), sino quizá a que los sujetos utilizan su aceptación o rechazo del ítem como un indicio adicional superpuesto a la dimensión focal de favorabilidad-desfavorabilidad hacia el objeto de actitud; es decir, la dimensión subjetiva aceptable-no aceptable se superpondría implícitamente a la dimensión focal de favorable-desfavorable y llevaría a la acentuación de las diferencias juzgadas entre ítems favorables y desfavorables.

III.4.4. Teorías de la consistencia

Parte este grupo de teorías de una concepción inspirada en nociones gestálticas, según la cual las cogniciones del individuo están organizadas de forma que en conjunto configuran un sistema.

Las cogniciones están relacionadas entre sí de forma positiva, negativa o irrelevante; es decir, el conocimiento que el individuo tiene del mundo constituye un mapa que representa a éste de forma estructurada, organizada, y en el que los diversos elementos están representados también según unas determinadas pautas de relación ente ellos: positiva o negativamente relacionados o sin relación relevante. Esta forma de organización permite al individuo tener una visión global de su mundo fenomenológico, que resulta así comprensible y predecible.

El sistema resultante de la interconexión de elementos cognitivos, en realidad, resulta de la organización de otros subsistemas parciales. Tanto el sistema general como los subsistemas están sometidos a continuos procesos de presión hacia la reestructuración debido a las nuevas informaciones que le llegan al individuo, y de las que muchas no son congruentes con las cogniciones que éste posee: el individuo se ve enfrentado a la necesidad de modificar sus cogniciones previas en función de las que le van llegando o experimentar la desazón que le produce el mantener contradicciones en su sistema cognitivo.

En otras palabras, el conocimiento individual constituye un sistema en equilibrio; tal equilibrio es roto cuando el individuo recibe nueva información que se contradice con la que ya posee; una vez roto el equilibrio, aparecen fuerzas tendentes a restablecerlo, a poner el sistema de nuevo en armonía.

Las teorías y modelos inspirados en la consistencia tienen como base común esa noción de tendencia a reinstaurar el equilibrio una vez que éste se rompe, y que en términos psicológicos se traduce como "necesidad de consistencia", pero cada teoría interpreta a su manera esa tendencia básica: para unos el origen se halla

en que toda la personalidad funciona según esa concepción y dinámica a la vez; otros, en cambio, consideran que el dinamismo que impele a reinstaurar el equilibrio se refiere a la necesidad de tener una percepción unitaria del mundo; y, por fin, para otros, la necesidad de congruencia se refiere a la consistencia entre las actitudes, entre las conductas y entre actitudes y conductas, como autocongruencia.

En general, todas las teorías asumen que la falta de consistencia produce *"tensión psicológica" o* al menos incomodidad que motiva al sujeto a introducir modificaciones en la organización de su sistema cognitivo.

Fueron varios los investigadores que entre 1958 y 1965 trabajaron simultáneamente en teorías que bajo uno u otro concepto, pero con el denominador común de la *consistencia,* intentaron aplicar al cambio de actitudes una concepción logicista de la organización cognitiva humana, consistente en establecer un equilibrio entre homeostasis y dinamismo en las actitudes. La mayoría de ellos arranca de los trabajos de Heider sobre su modelo del equilibrio. Entre las teorías más destacadas, dentro de esta corriente, podemos citar, además de la *teoría del equilibrio, la teoría de la consistencia afectivo-cognitiva* de Rosenberg y Abelson de 1960, *la teoría de la congruencia de* Osgood y Tannenbaum, de 1955, *el modelo de la simetría* de Newcomb en 1953, y la teoría de la disonancia cognitiva de Lewin, de 1944, entre otras (Pérez Ferra el al. 2005: 34-59).

En la presente investigación, dentro de las teorías de la consistencia, optamos por *la teoría de la acción razonada* (o de la acción planeada) desde la que vamos a fundamentar nuestra concepción de desarrollo y cambio de actitudes, cuyo desarrollo se basa en los trabajos de Fishbein y Ajzen (1975: 6); Ajzen y Fishbein, (1980: 66); y Fishbein y Ajzen, (1981: 279). Esta teoría se explica con más detalle en el apartado siguiente.

III.5. LA TEORÍA DE LA ACCIÓN RAZONADA DE FISHBEIN Y AJZEN

Uno de los fundamentos de este modelo es la concepción del ser humano como organismo racional, que utiliza la información de que dispone para emitir juicios, realizar evaluaciones y tomar decisiones. Esta es la razón de que Fishbein y Ajzen lo denominen *"teoría de la acción razonada".*

No obstante, es de capital importancia aclarar que aludir a decisiones razonadas no significa necesariamente que sean decisiones razonables, ya que la persona puede esta limitada por sus capacidades de razonamiento o por la insuficiencia de la información que recibe.

Quizá en una lectura apresurada podamos inferir que en el modelo permanecen marginadas las variables externas (independientes) (Escámez, 1986: 33). No es esa la pretensión de Fishbein y Ajzen, puesto que consideran que la información que recibimos se pone a disposición de nosotros mismos para emitir juicios, evaluar y tomar decisiones y, precisamente, es la afectividad la que procesa esa información para enjuiciar. Los rasgos de personalidad y los componentes sociales pueden influir en las creencias que la persona tiene, y a partir de ellas conforma sus actitudes y normas subjetivas, pero, en el modelo que analizamos, tanto los rasgos de personalidad como los componentes sociales quedan reintegrados en una categoría que puede ser directamente analizada: la creencia. La función de las creencias se halla en el proceso perceptivo, que es una construcción activa del sujeto que intenta dar un significado a la información que recibe partiendo tanto del patrón estimular como de sus estructuras interna que activan el conocimiento integrado en su bagaje cognitivo, determinado por las creencias.

De este modo clarificamos la comprensión del sistema actitudinal porque con un número relativamente pequeño de elementos se nos aporta una explicación coherente y operativa, mientras que si relacionamos la conducta, como término de todo sistema actitudinal, con el gran número de variables externas sociales y

rasgos de personalidad, la complejidad de elementos nos conducirá a una paralización de la investigación.

III.5.1. Objetivos de la teoría de la acción razonada

De los dos objetivos de la teoría (predecir y entender la conducta), consideran que el primero es el más simple y fácil. Casi toda conducta humana está bajo control voluntario del sujeto que la ejecuta; es decir, el componente que determina directamente una conducta es la intención de realizarla u omitirla. Para predecir la conducta de una persona basta con conocer cuál es su intención, y para ello nada mejor que preguntárselo directamente. Todo ello podría parecer una simpleza; sin embargo, la teoría está basada en un muy considerable bagaje teórico y ha generado buen número de hipótesis de gran importancia para la investigación del campo tradicionalmente definido como de las actitudes.

Además de predecir la conducta, la teoría pretende *entenderla* y para ello es necesario conocer qué componentes la determinan. El más directo y principal es la *intención* (componente que, insisten repetidamente los autores, es el único capaz y suficiente para predecir las conductas); pero, además, es necesario conocer qué otros componentes determinan la intención conductual. Los componentes determinantes de la intención *"son las actitudes hacia la conducta"* en cuestión (entendiendo por actitud únicamente la valoración positiva o negativa que el sujeto hace de la realización de la conducta) y, un segundo componente que es *la norma subjetiva,* es decir, la percepción que el sujeto tiene de las presiones sociales (en otras palabras: la opinión de otras personas o grupos de referencia) a que realice u omita una conducta.

En términos generales, si coinciden una actitud y una norma subjetiva favorable, el individuo formará una intención positiva y realizará la acción. El problema surge cuando esos dos componentes determinantes de la intención conductual no coinciden. Si a ello se añade que ambos componentes pueden tomar diferentes valores, aparecerá claro que se trata de un asunto complejo. Esto

explicaría por qué a veces aunque dos personas están sometidas a una misma presión social y manifiestan un mismo grado de actitud de idéntico signo, una realiza la conducta y la otra no: depende del peso relativo que cada uno de esos dos componentes comparado con el otro tengan para cada sujeto. Podría suponerse que existen otros componentes (de personalidad, etc.) que también influyen. Aun así, si conocemos la incidencia relativa de ambos componentes, podemos predecir cuál será la intención del sujeto y comprender mejor su conducta.

En un intento de profundizar en la comprensión de la conducta cabe preguntarse por qué ese sujeto da ese determinado peso a la norma subjetiva y/o a la actitud, y por qué tiene esa determinada norma subjetiva y/o actitud hacia la realización de la conducta; y eso es lo que pretende la teoría de la acción razonada: todo depende de las creencias del sujeto.

Las actitudes son función de las creencias acerca de las consecuencias que conlleva la realización y omisión de una conducta; y las normas subjetivas son a su vez función de las creencias que el sujeto tiene acerca de cuál es la opinión de las otras personas o grupos de referencia importantes para él, con respecto a si debe realizar o no la conducta en cuestión. La influencia de las creencias normativas está claramente mediada por la motivación del sujeto a secundar las expectativas o presiones de los otros de referencia. Asimismo, de forma paralela, en las primeras versiones de la teoría, sus autores incluían, como mediador de la influencia que las creencias ejercen sobre la intención conductual, la motivación personal a conseguir las consecuencias positivas de la conducta; sin embargo, en redacciones posteriores han eliminado tal variable, debido a que en las investigaciones empíricas aparecía siempre una tendencia al máximo grado de relación entre motivación personal e intención conductual.

Quedaría aún la posibilidad de intentar una comprensión más profunda de la conducta, y para ello seguir preguntándose por las razones de que un sujeto tenga tales creencias acerca de las consecuencias de una conducta y/o de las creencias acerca de las expectativas de los otros de referencia. Pero con ello nos

saldríamos del sistema de creencias del sujeto; estaríamos buscando variables externas (extrañas), entre las que los autores de la teoría incluyen a los rasgos de la personalidad.

Las creencias influyen sobre las actitudes y sobre las normas subjetivas, unas y otras influyen sobre las intenciones, y las intenciones influyen sobre la conducta, pero su relación es sólo ontológica (Fishbein, 1980: 70). La clave está en el uso de las expresiones "determinar" o "influir". Si se afirma que existe entre los niveles relación de determinación, difícil sería excluir una relación transitiva entre los niveles, pero si rebajamos tal relación a una influencia, las cosas cambian. Los autores utilizan ambiguamente ambas formas de expresión en diferentes lugares.

III.5.2. Variables que influyen en el desarrollo de las actitudes

Si limitamos la relación entre niveles a mera influencia, existe naturalmente una gama casi infinita de grados de influencia, con lo que la teoría pierde la mayor parte de su capacidad de predicción. De hecho en mil novecientos ochenta y uno los autores subrayan la gran importancia del paso del tiempo en la teoría; cuanto más tiempo medie entre le evaluación de una intención y la medición de la conducta correspondiente, más probable es que no encontremos relación entre ambas. Ello se debe a que cuanto más tiempo pasa más probabilidad existe de que hayan cambiado los valores de algunas de las variables de los diversos niveles que directa o indirectamente influyen sobre las interacciones y, por tanto, sobre la conducta.

La dificultad para desarrollar un lenguaje más riguroso se debe a los obstáculos para medir con precisión todas las variables (todas las creencias respecto a los diversos aspectos, todas las actitudes, todas las normas subjetivas, etc.). Ante la imposibilidad de poder controlarlas todas, resulta necesario confiar en las más importantes, que según los autores suelen estar entre cuatro y nueve, y que se

suelen obtener pidiendo el correspondiente listado de las mismas a los sujetos respectivos.

En todo caso, la teoría de la "acción razonada" permite, en opinión de los autores (Fishbein 1980: 103), *"descubrir qué variables contribuyen en mayor medida a las diferencias conductuales",* si bien existe un número casi infinito de variables que con frecuencia aparecen relacionadas con la conducta. La conducta está mediada de múltiples maneras por numerosas variables y a diversos niveles, siendo, sin embargo, decisivas las creencias correspondientes a cada nivel..

Como fácilmente puede verse, Fishbein (1980: 114) es consecuente con la formulación de su teoría al sostener, a diferencia de la mayoría de las posturas teóricas sobre las actitudes, que no es necesario, ni de utilidad alguna, recurrir al concepto tradicional de actitud, cargado de malentendidos y hasta de confusiones conceptuales, para predecir la conducta; predicción, por otra parte fácil y eficaz para la teoría de la *"acción razonada",* ya que las intenciones y la propia conducta facilitan, en parte, el conocimiento de sí realmente se ha desarrollado, consolidado o desvanecido una actitud.

Sin embargo, aunque el modelo de la *"acción razonada",* ha alcanzado cotas significativas de eficiencia en el desarrollo de actitudes, no contempla algo tan importante como el contexto donde se desarrolla la acción. Es por eso que acudimos al modelo expuesto por Shulman (1989: 19-23).

En su análisis, Shulman (1989) considera como términos fundamentales del modelo a los participantes primarios; es decir, a profesores y alumnos, que pueden observarse como individuos o como miembros de un grupo mayor, una clase o un centro. La enseñanza está concebida como una actividad que implica el tratado conjunto de profesores y estudiantes.

Pero afirma Shulman (1989) que hay determinantes potenciales de la enseñanza y el aprendizaje en el aula. Esos determinantes son los atributos de profesores y alumnos. Se refiere a los atributos significativos de los profesores y alumnos, que son capacidades, acciones y pensamientos. Las *capacidades* son las

características relativamente estables y duraderas de aptitud, propensión, conocimiento o carácter propio de los profesores y alumnos, pero susceptibles de modificación a través del aprendizaje o del desarrollo. Las *acciones* comprenden las actividades, el rendimiento o la conducta de los actores. Los *pensamientos* son las cogniciones, las emociones y los propósitos.

Sin embargo, el desarrollo de actitudes, atendiendo a la concepción de la "razón crítica" no considera la contextualización del proceso de desarrollo de las mismas, es por ello que acudimos a la "unidad de actividad instrumental" de Shulman (1989) que considera el pensamiento, el sentimiento y la comprensión, con la clase como realidad mediacional-contextual, de modo que se generen actitudes, pero moduladas o concretadas a la realidad del centro escolar en el que trabaja el docente.

III.5.3. Actitudes, creencias, normas e intenciones.

Con frecuencia se sostiene el uso indiscriminado de los términos: creencia, actitud, norma subjetiva e intenciones, porque se considera que la distinción entre los términos enunciados no obedece a leyes científicas diversas; es decir, no existen componentes diferenciadores que determinen a cada uno de estos elementos con independencia de los demás. Sin embargo, la distinción del significado de cada elemento no sólo es justificable sino absolutamente necesaria para la comprensión del modelo.

Cuando hablamos de *actitudes* nos referimos a una estructura psicológica que está integrada por tres componentes: cognitivo, afectivo y comportamental. El componente afectivo se refiere a los sentimientos o evaluación de la persona sobre algún objeto, persona, resultado o suceso; el elemento cognitivo denota conocimiento, opinión, idea, creencia o pensamiento en tomo al objeto, persona, resultado o suceso; el comportamental dice relación a la conducta en presencia del objeto, persona, resultado o suceso. Estos tres componentes está interrelacionados y sugieren, cuando aparecen, la existencia de una actitud.

Las *creencias* son categorías que subsumen toda la información que el sujeto tiene sobre el objeto. En ellas quedarían englobados conceptos como idea, opinión, información, estereotipo y todo aquello que esté relacionado con el ámbito del conocimiento. Las creencias serían concebidas como el convencimiento del sujeto, a partir de la información poseída, de que realizada una conducta dada obtendría resultados, positivos o negativos, para él.

Cuando nos referimos a la *norma subjetiva* lo hacemos a la percepción del individuo de que otras personas, importantes para él, piensan que realizará o no una conducta. Su percepción sobre lo que esperan de él se convierte en la norma que rige su conducta.

En el modelo de la *"acción razonada",* se entiende por *conducta* la realización de actos que están en relación con el objeto en cuestión; es decir, las actuaciones en sentido estricto y no simplemente declaraciones verbales en tomo a la realización de la conducta; en el primer caso hablaríamos de conducta en sentido estricto; en el segundo caso de conducta en sentido amplio.

Siguiendo el modelo de Fishbein y Ajzen de la *"teoría de la acción razonada",* una estrategia de participación activa que intentase influir en una determinada variable dependiente debería empezar por identificar cuáles son las creencias específicas que supone influyen directa o indirectamente en dicha variable; controlar y seleccionar los ítems informativos que puedan afectar directamente a estas. La dificultad está en que difícilmente el investigador es capaz de determinar cuáles son esas creencias específicas, ni tampoco controlar la información que se produce en una situación de participación activa, sobre todo cuando se trata de situaciones tan poco estructuradas como los contactos interpersonales, encuestas en grupo, etc., donde la información se produce en todas direcciones y con un alto grado de interrelación.

Segunda Parte:
Proceso de la Investigación

Capítulo IV:
Metodología de la Investigación

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

IV.1. MODELO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

IV.1.1. Características del diseño de la investigación

Los verdaderos diseños experimentales son escasos en la investigación aplicada a las ciencias sociales, ya que en ésta se suele trabajar con grupos ya formados, de manera que en la evaluación de programas se suelen emplear diseños cuasi-experimentales. El diseño de la investigación que nos ocupa, podría denominarse *cuasi-experimental con grupo de control*.

Se considera cuasi-experimental porque en él se persigue evaluar el efecto de la variable independiente sin recurrir a la aleatorización en la asignación de los sujetos que componen la muestra, ya que los grupos estudiados se han establecido en función del alumnado disponible sin introducir criterios de selección complementarios. En estas condiciones, al contrario que en el verdadero experimento, no es posible establecer un control riguroso. En consecuencia, es necesaria una labor de identificación de posibles causas de sesgo ajenas a la propia variable independiente, de manera que sean tenidas en cuenta y neutralizadas en la medida de lo posible. En este sentido, cobra especial importancia la utilización del grupo control (en el que no se realiza el tratamiento), aunque no garantiza la ausencia de amenazas a la validez interna (Anguera y otros, 1995; Fontes y otros, 2001).

En cuanto a los procedimientos de obtención de datos, procedentes de distintos períodos (inicial y final), la investigación quedaría encuadrada como *longitudinal* dentro de un modelo comúnmente conocido como *pretest-postest*, ya que las medidas se realizan con anterioridad y posterioridad al tratamiento (Anguera y otros, 1995).

Grupos	**Regla de asignación**	**Secuencia de registro**		
		Pretest (C.A.C.M.A.)	**Tratamiento**	**Postest (C.A.C.M.A.)**
Experimental	No aleatoria y no conocida	Y_{E1}	Programa didáctico I-A	Y_{E2}
Control	No aleatoria y no conocida	Y_{C1}	---	Y_{C2}

CUADRO Nº 18. Diseño de la investigación pretest-postest con grupo de control no equivalente
FUENTE: Elaboración propia

IV.1.2. Variable independiente

La variable independiente, por definición, es aquello que influye en un resultado; en este caso, y según nuestra hipótesis, consideraremos como tal la aplicación del programa didáctico de investigación-acción para la mejora de actitudes hacia la ciencia y el medio ambiente, que se describe en profundidad en el Capítulo IV.

Como ya se ha comentado, la posible influencia de otras variables (sexo, edad, ciertos atributos individuales o locales…) es una característica inherente a toda investigación, y especialmente de los diseños cuasi experimentales. Con el fin de atenuar en lo posible los efectos de estas variables extrañas sin desviar la atención de los verdaderos objetivos, se toman principalmente dos precauciones: una, en el diseño de la investigación al incluir un grupo control parecido *a priori* al experimental; y dos, realizando una completa descripción de la muestra que será tenida en cuenta en la interpretación de los resultados.

IV.1.3. Variables dependientes

Dado que en esencia, el objetivo de nuestra investigación es conocer la validez de un programa didáctico para el cambio de actitudes en el alumnado, son precisamente estas actitudes las que intervienen como variables dependientes. Con el fin de caracterizar y sistematizar las actitudes hacia la ciencia y el medio ambiente existentes en el alumnado de secundaria, se ha procedido a una búsqueda bibliográfica sobre el tema (Gil y Martínez 1999, Acevedo 2000; Ríos y Solbes 2002, etc.), a consultar a expertos y a realizar una serie de sondeos entre el alumnado en años precedentes.

Se han identificado un total de veinte tópicos agrupados a su vez en cinco dimensiones, en función de las cuales se han definido las hipótesis de la investigación y que se resumen a continuación:

Dimensión 1. Conservación del medio ambiente

1.A. Individuo burbuja: desligazón entre individuo y medio ambiente.

1.B. Mito tecnológico: la tecnología dará solución a todos los problemas.

1.C. Pensamiento termodinámico: la desaparición de la naturaleza es el estado de equilibrio al que tendemos como sistema y todas las especies debemos aceptar nuestro destino. No podemos hacer nada frente a esto.

1.D. Pensamiento ilustrado: la educación (ambiental) es la clave de las problemáticas ambientales.

1.E. Planteamiento ético-social: existen valores como la solidaridad y la justicia con los pueblos subdesarrollados que están íntimamente relacionados con la conservación de la naturaleza.

1.F. Visión economicista: la naturaleza es una fuente de recursos que debemos explotar en nuestro propio beneficio.

1.G. Desarrollo sostenible: es nuestro deber crecer económica y humanamente sin hipotecar el futuro de generaciones venideras.

Dimensión 2. Intención de conducta ambiental

2.A. Indiferencia y comodidad: no pienso hacer nada ante los problemas ambientales.

2.B. Interés parcial: contribuiré en aquellas causas que afecten a mi ámbito personal: afectados por instalaciones o proyectos, interesados en conservar determinadas especies o parajes, etc.

2.C. Compromiso global: pienso globalmente y actúo localmente.

Dimensión 3. Actitud hacia la ciencia.

3.A. Actitud favorable o de rechazo hacia el aprendizaje de las Ciencias.

3.B. Actitud favorable o de rechazo hacia las ciencias y lo que estas representan.

Dimensión 4. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia

4.A. Visión individualista: la ciencia aparece como las obras de genios aislados.

4.*B. Visión elitista*: discriminaciones de naturaleza social.

4.C. Visión descontextualizada, socialmente neutra empirista y ateórica. Se olvidan las complejas relaciones CTS y resalta el papel de la observación y de la experimentación "neutras" no contaminadas por ideas apriorísticas.

4.D. Visión rígida (algorítmica, exacta, infalible...). Se presenta el "método científico" como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente. Se resaltan los aspectos cuantitativos, rigurosos, etc. olvidando la invención, conjetura, creatividad...

Dimensión 5. Relaciones entre la ciencia y la crisis ambiental

5.A. No existe relación entre ambas

5.B. Los avances científicos destruyen el medio ambiente

5.C. La ciencia puede progresar sin deteriorar el medio ambiente

5.D. La ciencia es capaz de solucionar los problemas ambientales

IV.2. PROCEDIMIENTO Y FASES DE LA INVESTIGACIÓN

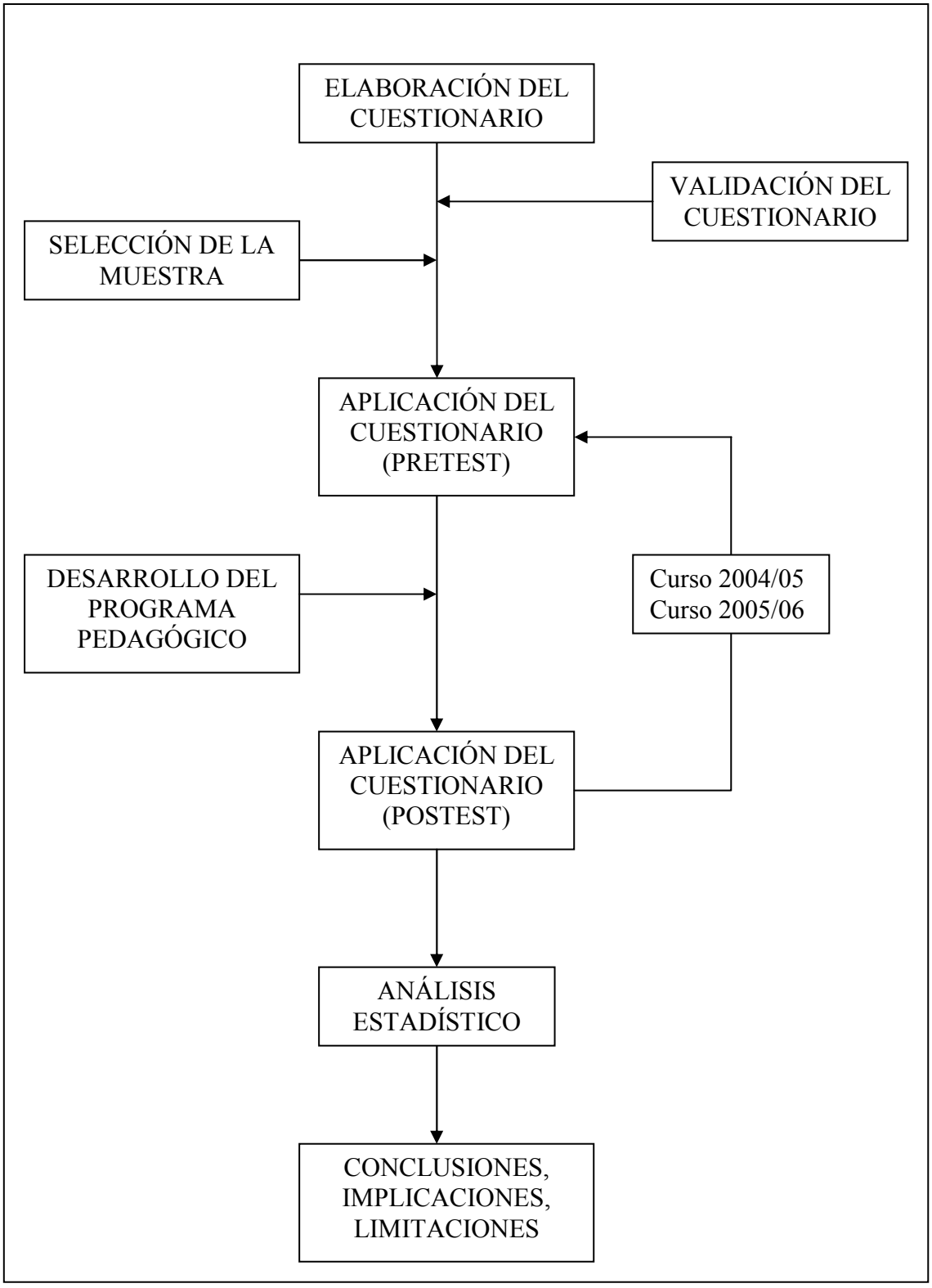


FIGURA Nº 5. Fases de la investigación
FUENTE: Elaboración propia

Se exponen a continuación los rasgos más característicos de las principales etapas que se pueden diferenciar en la investigación, desarrollándose con mayor profundidad en epígrafes y/o capítulos posteriores.

IV.2.1 Primera fase: Elaboración y construcción del C.A.C.M.A.

La realización de un cuestionario para medir actitudes hacia la ciencia y el medio ambiente ha supuesto un proceso laborioso en el que partiendo de un análisis inicial del caso y de una revisión bibliográfica, se optó por diseñar una escala de tipo Likert con setenta y seis ítems de partida que cumpliese con los requerimientos de la investigación.

IV.2.2.Segunda fase. Validación del cuestionario: fiabilidad y validez

En esta etapa de la investigación se analiza la calidad del instrumento de medida a través de dos atributos fundamentales: la fiabilidad y la validez. Para ello se ha contado con las opiniones de veintidós jueces cuya actividad profesional está relacionada con los diferentes ámbitos implicados en la investigación.

El método seguido para la conocer fiabilidad de la escala ha sido el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach y el método de las dos mitades con la ayuda del programa informático SPSS 12.0 para Windows.

Para determinar la validez se ha recurrido al análisis cuantitativo y cualitativo a través del panel de expertos.

IV.2.3. Tercera fase: Selección de la muestra

La realización de una investigación de este tipo en un centro educativo de reducidas dimensiones, como el que aporta el grupo experimental, presenta la

dificultad de conseguir muestras de tamaño representativo conforme a las recomendaciones de validez estadística. Este inconveniente se ha salvado repitiendo la secuencia experimental completa en tres cursos académicos distintos 03/04, 04/05 y 05/06 con la totalidad del alumnado disponible, lo que ha dilatado notablemente la duración del estudio. Posteriormente, criterios de calidad de los datos obtenidos, aconsejaron prescindir de los registros obtenidos en 03/04, por lo que la muestra final queda conformada por noventa y dos individuos del grupo experimental y ochenta y nueve del grupo control, distribuidos como se expone en la tabla nº 1.

COMPOSICIÓN DE LA MUESTRA				
	GRUPO EXPERIMENTAL		GRUPO CONTROL	
Curso	3º ESO	4º ESO	3º ESO	4º ESO
04/05	61	12	25	24
05/06	0	19	26	14
Total por niveles	61	31	51	38
Total por grupos	92		89	

TABLA Nº 1. Distribución de la muestra por cursos y niveles.
FUENTE: elaboración propia.

Para la obtención de los datos del grupo control se contó con la ayuda de la profesora del Departamento de Ciencias de la Naturaleza del I.E.S. *Andrés de Vandelvira* de Baeza, Dña. Sagrario García Zafra, quien ha colaborado con el doctorando en trabajos anteriores y conocedora, previa reunión explicativa, de la metodología a emplear en este caso, por lo que seleccionó, entre aquellos a los que tenía acceso, los grupos que a su juicio mostraban mayor similitud con los del grupo experimental.

IV.2.4. Cuarta fase: Aplicación del CACMA en situación pretest

Durante el curso 2004/05, los pretest se realizaron en el mes de diciembre. El total de setenta y seis ítems del cuestionario inicial fue distribuido en tres partes para evitar la fatiga y la falta de atención del alumnado. Así mismo, con anterioridad a la cumplimentación de cada uno de estos cuadernillos, se leían en voz alta las instrucciones y se aclaraban las posibles dudas al respecto.

No obstante, algunos cuestionarios aparecían incompletos, o con evidencias de no haber sido contestados con seriedad, por lo que han sido anulados.

Durante el curso 2005/06, las fechas habituales fueron modificadas a septiembre.

IV.2.5. Quinta fase: Desarrollo del programa pedagógico en el aula

El programa para la mejora de actitudes hacia la ciencia y el medio ambiente, tal y como se describe en el Capítulo IV, fue desarrollado entre enero y marzo de 2005: y entre septiembre y diciembre de 2005.

IV.2.6. Sexta fase: Situación postest. Aplicación del C.A.C.M.A.

El criterio para la elección de la fecha de aplicación del CACMA en situación postest fue dejar transcurrir un mes desde la finalización del programa pedagógico: abril-mayo, durante 2004/05, y enero en 2005.

Los procedimientos de presentación al alumnado fueron los mismos a los de la situación pretest ya comentados.

IV.2.7. Séptima fase: Codificación de datos y análisis estadístico

Una vez terminados los dos ciclos pretest-tratamiento-postest, se procede a codificar los datos y a realizar los análisis estadísticos con el programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versión 12.0. para Windows, por su gran aceptación en la comunidad científica.

En primer lugar se han efectuado los análisis descriptivos de cada una de las cuatro tablas de datos obtenidas (pretest y postest del grupo experimental, y

pretest y postest del grupo control) a través del cálculo de parámetros como la media, moda, desviación típica, frecuencias, y porcentajes.

Para el contraste de hipótesis, se ha optado por la prueba no paramétrica de Wilcoxon, especialmente adecuada para muestras de dos grupos con sujetos relacionados en este tipo de diseños.

IV.2.8. Octava fase: Interpretación de los resultados y conclusiones

Consiste básicamente en una declaración genérica que, a modo de síntesis de todo el proceso, debe concluir en el grado de cumplimiento de las hipótesis. En nuestro caso, se trata de saber si los efectos de la aplicación del programa para el desarrollo de actitudes hacia la ciencia y el medio ambiente ha producido los efectos deseables en el alumnado que lo ha cursado.

Para finalizar, se reflexiona acerca de las implicaciones que el estudio realizado puede tener en el ámbito de la investigación en Didáctica de las Ciencias y en el sistema educativo actual.

IV.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

IV.3.1. Contexto socioeconómico

Se recogen a continuación algunos datos socioeconómicos relevantes relativos a los municipios en los que se realiza la investigación: Sabiote (grupo experimental) y Baeza (grupo control).

DATOS SOCIOECONÓMICOS DE LAS LOCALIDADES DE ESTUDIO						
MUNICIPIO	**COMARCA**	**Distancia a Úbeda (Km)**	**Población Total 2004**	**Población menor de 20 años en 2004**	**Renta neta media declarada (€) 2002**	**Tasa de paro 2001**
SABIOTE	La Loma	8	4.141	21,35 %	9.274	15,7
BAEZA	La Loma	8	15.177	23.58 %	12.351	14,5

TABLA Nº 2 . Datos socioeconómicos de las localidades de estudio
FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto de Estadística de Andalucía (IEA)[1]

Como se puede observar, existe un parecido notable entre las dos poblaciones, debido a su proximidad geográfica y al elevado grado de interrelación, ya que en la práctica, su actividad económica y comercial gira en torno a la cercana Úbeda, con 33.511 habitantes censados en 2004.

Se trata de zonas rurales jiennenses caracterizadas por el cultivo del olivar y otras actividades económicas poco cualificadas, como la construcción, que dan lugar a rentas de tipo medio-bajo. La actividad industrial en la zona se reduce a la producción de aceite de oliva, generalmente en régimen de cooperativa. En estos núcleos de población sigue siendo habitual la pequeña explotación olivarera de carácter familiar que, a menudo, complementa a la actividad laboral principal.

Las tasas de paro son acordes entre sí y con la media provincial, que fue de un 17,1 % en 2001.

Las diferencias más notables se encuentran en el número de habitantes de Baeza, que triplica al de Sabiote; sin embargo, dista mucho de poder

[1] http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica/index.html

considerarse como un verdadero núcleo de carácter urbano aunque comienza a transformarse lentamente con el desarrollo turístico a raíz de su reciente declaración, junto con Úbeda, como *Patrimonio de la Humanidad*. Ésta puede ser, junto a la presencia de la Academia de la Guardia Civil, una de las principales razones de sus mayores niveles de renta.

Un dato a destacar es que la población menor de 20 años ostenta índices parecidos en ambas localidades, lo cual puede indicar que no se da, de forma patente, el fenómeno de la emigración juvenil.

En consecuencia, podemos concluir que existe una gran homogeneidad, en cuanto a factores socioeconómicos, entre el alumnado que ha servido de muestra para la investigación, con indicadores ligeramente favorables para el del grupo control.

IV.3.2. Características de los centros educativos.

En cuanto a los centros educativos en los que se ha realizado el estudio, ambos de titularidad pública, hemos de destacar que el *Iulia Salaria* de Sabiote es el único instituto de su localidad, por lo que acoge a la totalidad de su población escolar. El IES *Andrés de Vandelvira* de Baeza por el contrario, recoge al alumnado de la ESO procedente de las zonas de menor renta de la localidad y de las pedanías, lo que podría considerarse como un factor de igualación de la muestra respecto al IES *Iulia Salaria*.

En la Tabla 3 se recogen algunos datos sobre los centros educativos en los que se ha realizado el estudio.

CARACTERÍSTICAS DE LOS IES DONDE SE REALIZA LA INVESTIGACIÓN		
CENTRO	I.E.S. *IULIA SALARIA*	I.E.S. *ANDRÉS DE VANDELVIRA*
LOCALIDAD	SABIOTE (JAÉN)	BAEZA (JAÉN)
TITULARIDAD	PÚBLICA	PÚBLICA
OFERTA EDUCATIVA	E.S.O.	E.S.O., Bachilleratos y Ciclos formativos*
ALUMNADO (Nº)	218	722
PROFESORADO (Nº)	24	67
ALUMNADO 3º ESO (Nº)	74	147
ALUMNADO 4º ESO (Nº)	37	112

* Bachilleratos de CC. Sociales y Humanidades, Tecnológico y CC. Naturales y de la Salud. CFGM de Gestión Administrativa, CFGM de Mantenimiento y Servicios a la Producción, CFGS de Hostelería y Turismo. PGS de Auxiliar de Comercio

TABLA Nº 3. Datos de los IES en los que se realiza el estudio (curso 04/05)
FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por las Jefaturas de Estudios de los IES *Iulia Salaria* y *Andrés de Vandelvira*.

Como se puede apreciar, las dimensiones del IES *Andrés de Vandelvira*, antiguo instituto de F.P. triplican al *Iulia Salaria*, centro creado en 2000/01. Sin embargo, en el tramo educativo en el que se realiza el estudio (3º y 4º de ESO) las diferencias son menos acuciadas, aunque pueden repercutir en lo que podríamos llamar *clima de centro*. En este sentido, el profesorado del IES *Andrés de Vandelvira* manifiesta la dificultad que existe a la hora de movilizar al alumnado

para cualquier actuación más allá de lo puramente académico respecto a un centro más pequeño; no obstante hemos de decir que no se ha realizado un estudio específico a este respecto. En el IES *Iulia Salaria* se desarrollan varios proyectos educativos en los que participa el alumnado de un modo más personal, e incluso otros sectores de la comunidad educativa (padres y madres, asociaciones locales…) como, por ejemplo, el proyecto de *Ecoescuelas* o *Escuela espacio de paz*. Se constata un alto grado de implicación del profesorado.

IV.3.3. Características del alumnado

El estudio se ha realizado sobre una muestra de noventa y dos alumnos y alumnas de Segundo Ciclo de secundaria obligatoria que cursan la asignatura de *Biología y Geología* en el IES Iulia Salaria (Grupo Experimental), y ochenta y nueve alumnos y alumnas, de los mismos niveles, del IES *Andrés de Vandelvira* (Grupo Control). Se trata por tanto de un colectivo de jóvenes, cuyas edades están comprendidas entre 13 y 17 años, predominando (91 %) aquellos que tienen entre 14 y 16 años.

La distribución de sexos en la muestra queda reflejada en la tabla nº 4:

DISTRIBUCIÓN POR SEXOS DEL ALUMNADO DE LA MUESTRA		
SEXO	EXPERIMENTAL	CONTROL
MASCULINO	67,5 %	37,3 %
FEMENINO	32,5 %	62,7 %

TABLA Nº 4. Distribución por sexos del alumnado de la muestra
FUENTE: Elaboración propia

Con el fin de poder contrastar el nivel académico de los grupos que conforman la muestra, se ha procedido a calcular los porcentajes de alumnos por número de asignaturas suspensas durante el curso 2004/05: alumnos que lo aprueban todo, alumnos que tienen entre 1 y 4 suspensos, alumnos que tienen entre 4 y 8 suspensos y alumnos con más de 8 (abandono total).

PORCENTAJES DE ALUMNADO POR SUSPENSOS. CURSO 2004/05				
	EXPERIMENTAL		CONTROL	
Nº SUSPENSOS	JUNIO	SEPTIEMBRE*	JUNIO	SEPTIEMBRE*
0	29,2 %	41,5 %	49,1 %	55,9 %
De 1 a 4	37,7 %	29,2 %	28,8 %	22,0 %
De 5 a 8	12,3 %	10,4 %	12,0 %	12,0 %
Más de 8	37,7 %	18,9 %	10,1 %	10,1 %

* Los datos de septiembre se calculan sobre el total de alumnos matriculados, no sólo respecto a los que concurren a esta convocatoria.

TABLA Nº 5. Porcentajes del alumnado de la muestra según el número de suspensos en las convocatorias de junio y septiembre del curso 2004/05.
FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por las Jefaturas de Estudios de los IES *Iulia Salaria* y *Andrés de Vandelvira*.

Como se puede observar, el alumnado del grupo experimental tiene un menor rendimiento académico en general, destacando especialmente el porcentaje de alumnado con más de ocho suspensos, que casi duplica al del grupo control. Este colectivo de alumnos suele caracterizarse por un historial de fracaso escolar, una total dejación de los estudios y una mayor propensión a la conflictividad. Se trata, generalmente, de jóvenes que han abandonado el estudio y que esperan

cumplir la edad de escolarización obligatoria para incorporarse al mundo laboral, por lo que muchos ni tan siquiera terminan el curso académico.

En cuanto al alumnado que lo aprueba todo, el porcentaje es menor en el grupo experimental, aunque en ambos casos están en torno al 50 %.

Otra característica destacable es la gran polarización que se observa en el grupo experimental, algo menos acusada en la evaluación de septiembre.

En general, se puede afirmar que la convocatoria extraordinaria de septiembre mejora algo los resultados del alumnado con pocos suspensos, pero prácticamente no influye en aquellos que tienen más de cuatro, posiblemente porque ya han hecho dejación de sus estudios.

Resulta llamativo el hecho de que estos datos contrastan con las opiniones del profesorado, de las que se desprende que existe un mayor grado de motivación en el alumnado del *Iulia Salaria*, aunque se constatan las carencias y tópicos comunes al alumnado de secundaria obligatoria.

IV.3.4. Conclusiones sobre las características de los sujetos de la investigación

De los datos anteriormente expuestos, respecto al grupo experimental (alumnado de 3º y 4º de la ESO del IES Iulia Salaria de Sabiote) y al grupo control (estudiantes de 3º y 4º de la ESO del IES *Andrés de Vandelvira* de Baeza) podemos concluir que:

1. Las localidades donde se ha realizado la investigación tienen características similares en cuanto a indicadores socioeconómicos: municipios de la comarca de La Loma, de ambiente rural, caracterizadas por un nivel de renta media-baja y en las que predominan la olivicultura y la construcción como principales actividades económicas.

2. El grupo experimental consta de un total de 92 individuos que cursan Segundo Ciclo de la ESO en el IES *Iulia Salaria*, único instituto de una localidad de 4.141 habitantes, cuya única oferta educativa es la Educación Secundaria Obligatoria para un total de 220 alumnos, aproximadamente. El rendimiento académico global en Segundo Ciclo, medido por los índices de suspensos, es discreto si tenemos en cuenta que sólo un 41,5 % aprueba todas las asignaturas en septiembre. Además, se registra un elevado índice (18,9 %) de abandono escolar. Podemos afirmar que en esta localidad, existe una menor tradición de continuación de estudios postobligatorios, especialmente entre la población masculina (67,5 % en la muestra) y, por tanto, una mayor derivación hacia el mundo laboral a edades tempranas. Por otra parte, es destacable el hecho de que exista, en este instituto, un clima de centro muy favorable a la participación en un gran número de proyectos educativos de carácter voluntario.

3. El grupo control está constituido por un total de ochenta y nueve alumnos de Segundo Ciclo de ESO del IES *Andrés de Vandelvira* de Baeza, localidad de 15.177 habitantes y rentas medias ligeramente superiores a las de Sabiote. El número de alumnos matriculados en este centro, más de setecientos, triplica al anterior y aglutina, además, una variada oferta educativa con Bachilleratos y Ciclos Formativos, por lo que existe un clima de continuidad en los estudios después de la ESO. En la muestra predominan las chicas (62,7 %) y tienen un mejor rendimiento académico que el grupo control, ya que más de la mitad (55,9 %) aprueban todo en septiembre y tan sólo se registra un 10, 1 % de casos de abandono escolar.

IV.4. INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS *CACMA*

El *Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia y el Medio Ambiente* (CACMA) constituye uno de los elementos clave de la investigación, ya que su aplicación ha generado los datos disponibles. Aunque en otros apartados de este mismo

capítulo se describirá su proceso de elaboración, se recoge aquí una descripción de sus principales características.

IV.4.1. Primera fase: elaboración y construcción del CACMA

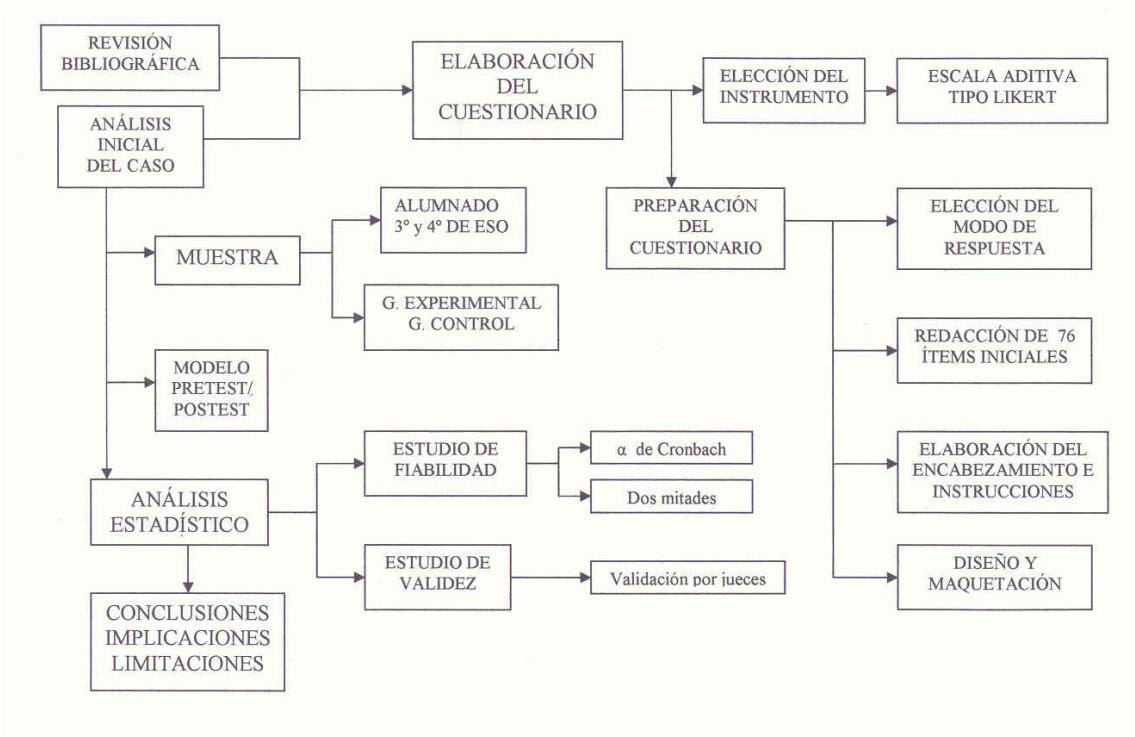


FIGURA Nº 6. Esquema de elaboración, fiabilidad y validez de la escala Likert de actitudes respecto a *ciencia y medio ambiente* (CACMA)**.**
FUENTE: elaboración propia.

IV.4.1.1.- Elección del instrumento de medida

En un primer momento se procedió a realizar una revisión de la literatura existente sobre instrumentos de medida de actitudes en el ámbito de la educación, tales como los elaborados por Colás y Buendía (1994); Ortega Ruiz, Mínguez Vallejos y Pérez Ferra (1993); Pérez Ferra (1991, 1992, 1993) y Fox (1987).

Posteriormente, se indagó, de forma más específica en trabajos que hacen alusión al empleo de instrumentos aplicados a temáticas afines a las de nuestra investigación. Los resultados quedan recogidos en el siguiente cuadro:

ASPECTOS IMPLICADOS	INSTRUMENTOS DISPONIBLES	TIPO	OBSERVACIONES
Actitudes ambientales	Álvarez et al., 1999	Likert	16 ítems Validado
	Fernández, 2003	Likert	25 ítems Referido sólo a Residuos
	Morales, 2000. Anexo XII: *escala de actitud hacia la conservación de la naturaleza*	Likert	23 ítems iniciales, 10 finales Pensado para muestras pequeñas
Actitudes hacia la Ciencia	*Wareing Attitudes toward Science Protocol* de Wareing en 1982 (Vázquez y Manassero, 1997)	Likert	Anglosajón
	Escala de Misiti para actitudes hacia la ciencia, (Espinosa y Román, 1998).	Likert	Traducida al castellano. Validada 23 ítems reducibles a 15 Mide actitud hacia la Ciencia en general
	Cuestionario de Espinosa y Román, 1998	Cuestionario de diferencial semántico	10 pares de términos contrarios que se valoran de 0 a 10. Mide actitud hacia la Ciencia en general (positiva, negativa, indiferente) Existe correlación de resultados con la escala de Misiti.
	Penichet y Mato (en Sierra et al., 2003)		1999
	Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia y Sociedad (COCS) de J. A. Acevedo (2000)	Likert	Utiliza 6 de los 20 enunciados del COCS original[2].
	Cuestionario de Vázquez y Manassero 1997	Cuestionario de diferencial semántico	Investiga sobre la imagen de los científicos "como personas". Compara físico/ingeniero con biólogo/médico
	Test de Vázquez y Manassero (Sierra el al.; 2003)	Test de opción múltiple	1999 Sobre la naturaleza de la ciencia.

CUADRO Nº 19. Instrumentos de recogida de datos empleados en estudios de actitudes relacionadas con ciencia y medio ambiente.
FUENTE: elaboración propia.

[2] Ver Acevedo, J.A. (1994) Los futuros profesores de Enseñanza Secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19, 11-125

Hecha una primera valoración, se optó por el diseño de un instrumento propio, concretamente un cuestionario de tipo Likert, por varias razones:

- Con la escala de tipo aditivo de Likert *se facilita la sinceridad en las respuestas"* (Morales, 1985: 30).
- El sujeto no señala de modo tajante si está de acuerdo o no con cada opinión, sino hasta qué punto.
- Los ítems guardan un cierto grado de correlación entre ellos.
- Sencillez en el tratamiento de resultados, por su carácter aditivo.
- Sencillez en su elaboración, frente a otros tipos de escala.
- Es *adecuado para un diseño pretest-postest con grupo control* (Anguera y otros, 1984: 247).
- Mayores índices de fiabilidad, incluyendo menos ítems, que en otros modelos (Farell y otros, 1985).
- Aunque en este tipo de escalas también dos puntuaciones idénticas puede reflejar actitudes distintas, esto sucede con menor intensidad, ya que tienden más a la unidimensionalidad y se favorece la correlación ítem-total.

Aunque se barajó la posibilidad de utilizar entrevistas para respaldar los resultados, se vio que el grado de madurez y la actitud de los sujetos hacia investigaciones como la que nos ocupa (donde el investigador principal es al mismo tiempo el profesor del grupo experimental pero no del grupo control), supondrían un sesgo considerable en las conclusiones que pudiesen obtenerse de las mismas. Por otra parte, en los cuestionarios suele ser más fácil lograr la constancia de las instrucciones para todos los sujetos, pues van escritas del mismo modo, frente a las entrevistas en las que aumenta la posibilidad de introducir cambios no controlados (Moreno y otros, 2000: 266-274).

IV.4.1.2. Preparación del cuestionario

Por las razones expuestas anteriormente, se ha optado por una escala Likert.

IV.4.1.2.1. Descripción de la escala Likert

El uso de escalas Likert está muy extendido en los estudios que pretenden medir actitudes. Ante la lectura de cada uno de los enunciados que conforman los ítems, el sujeto responde optando por una puntuación entera (generalmente de uno a cinco) que refleja su grado de desacuerdo o de acuerdo con la cuestión. Si se diseña un instrumento lo suficientemente homogéneo, el carácter aditivo (*summated ratings*) de las respuestas permite asignar, a cada individuo, una puntuación para la variable que se pretende medir (test de *Tipo A*). De este modo se consigue caracterizar a los sujetos en una escala numérica (*escala centrada en el sujeto*), poder establecer relaciones entre estos valores o comparar, como en nuestro caso, grupos diferentes en un mismo momento, o la evolución de las actitudes, dentro de un mismo grupo, a lo largo del tiempo.

Además de la ya mencionada homogeneidad, las correlaciones inter-ítem deben ser positivas; de este modo, "*la varianza compartida por todos ellos se identifica con la actitud que se pretende medir"*, Morales (2000:45-46) .

IV.4.1.2.2. Elección del modo de respuesta

Tuckman (1972: 188) argumenta que: *"no hay reglas específicas sobre la selección del modo de respuesta".* En las escalas de actitudes suele ser común ofrecer cinco posibilidades de respuesta. Sin embargo, al permitirse una opción intermedia o *indiferente*, se tiende a acentuar el efecto de centralidad en las respuestas. Para evitar esta circunstancia, en nuestro caso, hemos optado por una escala ordinal limitando las posibilidades a cuatro: 1 = *nada de acuerdo*; 2 = *casi nada de acuerdo*; 3 = *algo de acuerdo*; y 4 = *totalmente de acuerdo*.

IV.4.1.2.3. Procedimiento de elaboración de los ítems.

En primer lugar, se procedió a identificar, a partir de la literatura, de la propia experiencia docente y de un sondeo intuitivo al alumnado, las actitudes, rasgos o tópicos relacionadas con *ciencia y medio ambiente*, agrupándose posteriormente en cinco categorías o dimensiones, tal y como se muestra en el cuadro número diecinueve, *tópicos actitudinales objeto de estudio* (cuadro nº 21).

Seguidamente, se redactaron los enunciados de los *ítems* observando las precauciones habituales en este tipo de trabajos: relevancia, claridad (utilizar la primera persona intentando que sean un reflejo de la opinión personal o de la disposición a actuar, el empleo de un lenguaje directo y sin renunciar a expresiones características de los alumnos del nivel al que se dirige la exploración, "*evitar la doble negación, las preguntas directivas y los enunciados que puedan producir rechazo, etc.), discriminación y bipolaridad"* (Morales, 2000: 53-55) . Por la idoneidad de los mismos, se incorporaron literalmente algunos ítems de trabajos consultados, como el de Álvarez y otros (1999).

El número de *ítems* del cuestionario inicial fue de setenta y seis, ya que se formularon, aproximadamente, dos en afirmativo y dos en negativo para cada uno de los tópicos englobados en cada categoría, con el fin de aumentar la consistencia interna de la escala. Para facilitar la contestación de tan elevado número de ítems, se procedió a repartirlos en tres partes independientes (ver anexo III) para rellenar en jornadas distintas y evitar el cansancio y la distracción en los sujetos.

En el encabezamiento de cada una de las tres partes del cuestionario, además de las instrucciones, se piden datos personales como el nombre, grupo, centro y edad.

IV.4.2. Validación del cuestionario: fiabilidad y validez

Fiabilidad y validez son conceptos diferentes pero relacionados. Mientras que el primero está relacionado con los errores aleatorios y con la precisión de la medida, el segundo lo está con los errores sistemáticos (Morales, 2000).

IV.4.2.1. Estudio de fiabilidad del CACMA

La fiabilidad es un indicador de si se están detectando con precisión diferencias interindividuales y supone un paso previo al estudio de validez. Un instrumento se considera fiable, si produce datos idénticos cuando es utilizado dos veces en condiciones semejantes. En la práctica, es un control de calidad de la escala (precisión, exactitud, estabilidad) a través de la medida de su consistencia interna mediante el cálculo de coeficientes como el *coeficiente α de Cronbach* y el *método de las dos mitades* (Bisquerra, 1987; Fox, 1987; Calvo, 1990).

Es importante precisar que los coeficientes de consistencia interna lo que comprueban es la homogeneidad, que no unidimensionalidad o estructura interna de un instrumento (más relacionada con la validez), ya que la fiabilidad tal y como la calculamos, no es una propiedad del instrumento sino de los resultados obtenidos con él, y por tanto, está influida por la homogeneidad de la muestra (Morales 2000).

Para la realización de los cálculos, se ha empleado el paquete de análisis estadísticos por ordenador SPSS versión 12.0. El software calcula la matriz de covarianzas como parte del análisis, descartando aquellos ítems cuya varianza es cero. En el caso que nos ocupa, se eliminaron tan sólo dos ítems (el nº 63 "No hay una única forma de trabajar en la ciencia, sino que el método empleado depende de muchas cosas" y el nº 74 "Estoy convencido de que la ciencia es capaz de solucionar los problemas ambientales") dando lugar a una escala constituida por 74 ítems en detrimento de los 76 iniciales.

- Coeficiente *α de Cronbach*

El *modelo del universo de ítems*, en el que se fundamenta este coeficiente, supone la existencia de una población de ítems para lo que queremos medir, hipotéticamente infinita, por lo que cualquier instrumento está compuesto por una muestra de ítems tomados aleatoriamente de ese conjunto hipotético. La *puntuación observada* es la que proviene de las respuestas a una muestra de ítems, por lo que es sólo una estimación de la *puntuación verdadera*, que sería la obtenida al contestar a todo el *universo* de ítems. Pues bien, la puntuación observada será fiable en la medida que exista una correlación alta con las hipotéticas puntuaciones verdaderas. El coeficiente de fiabilidad no es otra cosa que la proporción de varianza verdadera con respecto a la varianza total, siendo la varianza verdadera la que se debe a que los sujetos son distintos en aquello que tienen en común los ítems; por tanto, justifica la medida real del constructo subyacente (Latiesa, 1994; Morales, 2000).

El valor α se calcula eliminando cada uno de los ítems del cuestionario, de tal manera que si el valor α incrementa cuando un ítem es eliminado, denota la existencia de una baja correlación con el resto de los ítems de la escala, e indica que no está midiendo lo mismo que estos.

En la tabla nº 6 se detallan los valores del coeficiente α de Cronbach calculados para la escala. El resultado obtenido, para la totalidad del cuestionario, según la respuesta de los 22 jueces consultados, ha sido un α de, 919. Este valor se considera elevado, ya que en la literatura consultada se suelen considerar aceptables valores mínimos de, 70 e incluso, 50 (Morales, 2000: 305). Del cálculo de α si cada ítem fuese eliminado, para los 76 ítems, se desprende que las diferencias son escasas, siendo, 922 para el ítem nº 40 el valor máximo y, 915 para el ítem nº 9 el valor más bajo.

COEFICIENTE DE FIABILIDAD DE CRONBACH					
TOTALIDAD DEL INSTRUMENTO				,919	
Ítem	Alfa de Cronbach	Ítem	Alfa de Cronbach	Ítem	Alfa de Cronbach
1	,919	26	,919	51	,918
2	,916	27	,918	52	,918
3	,918	28	,919	53	,919
4	,919	29	,917	54	,921
5	,917	30	,917	55	,920
6	,920	31	,919	56	,919
7	,916	32	,918	57	,919
8	,917	33	,920	58	,919
9	,915	34	,921	59	,919
10	,918	35	,919	60	,918
11	,916	36	,920	61	,919
12	,919	37	,918	62	,919
13	,917	38	,917	64	,919
14	,919	39	,917	65	,919
15	,918	40	,922	66	,918
16	,920	41	,921	67	,918
17	,918	42	,918	68	,918
18	,918	43	,918	69	,919
19	,919	44	,919	70	,918
20	,918	45	,921	71	,919
21	,919	46	,919	72	,918
22	,918	47	,920	73	,918
23	,919	48	,918	75	,918
24	,917	49	,918	76	,918
25	,916	50	,917		

TABLA Nº 6. Coeficiente alfa de Cronbach para la totalidad del cuestionario y para cada ítem si el ítem fuera eliminado.
FUENTE: Elaboración propia

- **Dos mitades**

Mediante la aplicación de este otro procedimiento, obtenemos una segunda prueba de la fiabilidad del instrumento, ya que el coeficiente de correlación de Spearman-Brown es ,813 para ambas partes y ,892 y ,822 para la primera y segunda, respectivamente.

FIABILIDAD	CONSISTENCIA INTERNA	
,813	PRIMERA MITAD	,892
	SEGUNDA MITAD	,822

TABLA Nº 7. Fiabilidad del cuestionario y coeficiente de consistencia interna para cada mitad.
FUENTE: Elaboración propia

IV.4.2.2. Estudio de validez del C.A.C.M.A.

La validez se define como el "*grado en el que el método cumple lo que se pretende que cumpla o calibre lo que se pretende que mida"* (Fox, 1987: 419). Ante la gran complejidad que encierra un concepto tan sencillo, la *American Psychological Association* (A.P.A.) publicó, en 1954 unas *recomendaciones* ya clásicas. Estableció cuatro tipos de validez: *de contenido*, de criterio (*concurrente* y *predictiva*) y *de constructo*. La *validez de contenido* (también llamada validez lógica o intrínseca) viene dada por la representatividad y relevancia de los ítems, es decir, es una propiedad del instrumento. La validez de criterio se refiere directamente a los coeficientes de correlación con otras medidas o criterios. Aunque considerada artificial por algunos autores, se suele hacer una distinción en *concurrente* (ambas medidas se obtienen simultáneamente) y *predictiva* (la medida en el criterio es posterior). La *validez de constructo* nace de la limitación de la validez de contenido cuando se aplica a conceptos abstractos como las actitudes. En 1966, la A.P.A. publica una segunda versión en la que se restringe la amplitud de este enfoque, haciendo énfasis en la comprensión del constructo mismo, es decir, del atributo medido al margen de la extensa red nomológica en la que se inserta.

En cuanto a la llamada *validez aparente*, una escala es válida aparentemente *"si mide lo que parece"* (Morales, 2000: 451). Suele aplicarse casi únicamente a test de personalidad y es una obviedad que no debe tenerse en cuenta según muchos autores. Podría tener importancia en el caso de que queramos conocer cómo perciben la validez personas inexpertas que responden al test en relación con la aceptación de estas hacia la prueba, o si se desea ocultar el significado que hay detrás de los ítems (cuestiones legales, médicas, etc.), lo que no es nuestro caso.

Una precisión importante que hay que realizar al concepto de validez es que, salvo en el caso de la validez de contenido, no es una propiedad del instrumento en sí, sino de las inferencias o interpretaciones que hacemos de él. Por tanto, no podemos afirmar la validez de un test sin atender a qué inferencias se refiere esa validez (Bisquerra, 1987; Morales, 2000).

En conclusión, nuestro instrumento será válido si la escala elaborada mide las actitudes del alumnado hacia la ciencia, el medio ambiente y las relaciones entre ambos.

El estudio de validez que se ha realizado, utiliza la técnica de *validación de expertos*, en la que profesionales de la educación, valoran preferentemente los aspectos de contenido y de constructo.

Han realizado la valoración del cuestionario, conforme a las directrices que se marcaban, un total de veintidós jueces cuyas características aparecen recogidas en la tabla número ocho.

COMPOSICIÓN DEL PANEL DE EXPERTOS			
Nº	IDENTIFICACIÓN	NIVEL QUE IMPARTE	ÁREA DE CONOCIMIENTO
1	MDM	Secundaria	Biología y Geología
2	MPF	Universidad	Pedagogía
3	AAM	Secundaria	Orientación
4	AS	Secundaria	Biología y Geología
5	JJV	Secundaria	Orientación
6	JFPV	Secundaria	Informática
7	EMI	Enseñanza no reglada	Psicología
8	MCM	Secundaria	Lengua y Literatura
9	TM	Secundaria	Biología y Geología
10	JBG	Secundaria	Física y Química
11	MJS	Secundaria	Ciencias Sociales
12	PBG	Secundaria	Biología y Geología
13	TE	Universidad	Ecología
14	FE	Secundaria	Lengua y Literatura
15	JMM	Secundaria	Lengua y Literatura
16	JAZ	Secundaria	Lengua y Literatura
17	AGS	Secundaria	Matemáticas
18	ALM	Secundaria	Educación Especial
19	RQL	Universidad	Didáctica de las Ciencias Experimentales
20	SGZ	Secundaria	Física y Química
21	MTO	Universidad	Didáctica de las Ciencias Experimentales
22	AQA	Universidad	Didáctica de las Ciencias Experimentales

TABLA Nº 8 . Composición del panel de expertos.
FUENTE: Elaboración propia.

Se ha procurado contar con opiniones de un grupo de expertos suficientemente habituado a trabajar con alumnado de Secundaria, pero no sólo en áreas científicas, ya que uno de los aspectos importantes a valorar es la inteligibilidad para el alumnado de los enunciados de los ítems. Otra parte importante del panel está configurada por profesorado universitario de áreas afines a este tipo de trabajos cuyas opiniones son muy valiosas, por la experiencia que atesoran, sobre todo en cuanto al grado de adecuación de las cuestiones como instrumento de medida.

COMPOSICIÓN DEL PANEL DE EXPERTOS POR NIVELES EDUCATIVOS		
NIVEL EDUCATIVO	Nº	%
SECUNDARIA	16	73
UNIVERSIDAD	5	23
NO REGLADA	1	4

TABLA Nº 9. Composición del panel de expertos agrupados por los niveles educativos en los que imparten docencia.
FUENTE: Elaboración propia.

Las especialidades de los expertos, según declaran ellos mismos en el cuestionario, se resumen en la tabla once.

COMPOSICIÓN DEL PANEL DE EXPERTOS POR ÁREAS DE CONOCIMIENTO		
ÁREA DE CONOCIMIENTO	Nº	%
Biología y Geología	4	18,2
Lengua y Literatura	4	18,2
Didáctica de las Ciencias Experimentales	3	13,6
Física y Química	2	9,1
Orientación	2	9,1
Ciencias Sociales	1	4,5
Ecología	1	4,5
Educación Especial	1	4,5
Informática	1	4,5
Matemáticas	1	4,5
Pedagogía	1	4,5
Psicología	1	4,5

TABLA Nº 10. Composición del panel de expertos agrupados por las áreas de conocimiento en las que imparten docencia.
FUENTE: Elaboración propia.

Para la realización de la validación cada juez recibía, en el transcurso de la entrevista, una copia del cuestionario (Anexo II) y una carta de presentación (Anexo I) en la que se indicaban las instrucciones reflejadas en el Cuadro número dieciocho.

INSTRUCCIONES PARA LA VALORACIÓN DE LOS ÍTEMS

1. Complete los apartados referidos a *datos del juez*.

2. Tenga en cuenta la columna de la izquierda. Representa aquellas dimensiones de la educación que deseamos caracterizar. Se indica únicamente como orientación para facilitar su labor.

3. La columna *ítems* recoge las frases que constituirán el cuestionario que deberá realizar el alumnado junto con una escala de apreciación. Se han procurado formular tres o cuatro alternativas para cada tópico, intentando que su redacción fuese lo más personalizada posible y que incluyese sentencias en sentido tanto afirmativo como negativo.

4. En la columna *grado de validez* debe Ud. indicar (rodeando con un círculo) el grado en que el ítem en cuestión le parece adecuado o no, teniendo en cuenta lo siguiente:
   - Si guarda relación con el aspecto de enseñanza que se desea medir (ver columna de la izquierda).
   - Si es inteligible para el tipo de alumnado (Segundo Ciclo de la ESO) al que va dirigido.

5. Puede realizar cuantas observaciones estime oportunas en la columna de la derecha.

CUADRO Nº 20. Instrucciones para la valoración del cuestionario por los jueces.
FUENTE: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos en la valoración, se deduce que no es necesaria la supresión de ningún ítem, ya que todos obtienen una media superior a 3 en una escala Likert de 1,2,3 y 4. El ítem que recibe una puntuación media más baja (3,41) es el número dos. No obstante, se han tenido en cuenta las observaciones realizadas por los jueces en cuanto a aspectos de estilo o puramente formales en la redacción de algunos ítems.

IV.4.2.3. Discusión de la fiabilidad y validez

- **Discusión de la fiabilidad**

La fiabilidad del instrumento de medida que se ha elaborado, presenta unos valores muy favorables en los dos procedimientos empleados: el coeficiente *α de Cronbach* y el método de las *dos mitades* de Spearman-Brown.

La elevada consistencia interna de la prueba, se pone de manifiesto con el elevado valor de α, que ha sido de ,919 para la totalidad del cuestionario. No se ha creído conveniente eliminar ningún ítem, ya que los valores de alfa calculados para el caso en que se suprimiese cada uno de los ítems tampoco modificarían significativamente el valor de este coeficiente, ya que el ítem cuya eliminación mejoraría más la consistencia interna sería el nº 40 con un α de ,922.

El procedimiento de las dos mitades confirma estas conclusiones, aunque con resultados menos contundentes: ,813 para ambas partes y ,892 y ,822 para la primera y segunda, respectivamente. A este respecto hemos de comentar que el coeficiente α de Cronbach superó en aceptación a la prueba de las dos mitades de Spearman-Brown. La razón principal es que en el segundo puede haber tantos coeficientes de fiabilidad como posibles dos mitades, mientras que α equivale a la media que se obtendría dividiendo el test en todas sus posibles dos mitades (no sólo en pares/impares) y calculando a su vez la fiabilidad según la fórmula de Spearman-Brown (Morales, 2000).

Una cuestión que conviene tener en cuenta en este análisis es la longitud del cuestionario. Se ha puesto de manifiesto que cuanto mayor es el número de ítems, mayores resultados se obtienen al calcular los coeficientes de consistencia interna (Calvo, 1987; Bisquerra, 1987). Una posible explicación de este hecho sugiere que a mayor número de ítems, mayor fiabilidad, digamos que los errores tienden a tener menor consideración. No obstante, es importante reseñar que un test más largo no tiene por qué ser más homogéneo que uno corto. En la escala que nos ocupa, podríamos optar por incrementar el valor de los coeficientes de

consistencia interna eliminando los ítems con correlaciones bajas, es decir, aquellos cuya eliminación arroja un valor más alto de alfa de Cronbach si fuesen suprimidos (nº 40, nº 34, nº 36, nº 41, nº 45, nº 54 y nº 55), pero pensamos que es preferible no hacerlo, por las siguientes razones:

a) La mayor parte de estos ítems se refieren a las mismas dimensiones.
b) En las escalas de actitudes con varias dimensiones o con un elevado detalle de definición de éstas, la consistencia interna no debe ser considerada únicamente como un parámetro que hay que ajustar, sino como el grado de integración entre las partes.
c) Es importante mantener el equilibrio global con el que fue diseñado el cuestionario.
d) No perder la posibilidad de obtener ciertos matices en la interpretación final de los resultados.
e) La escala se presenta al alumnado de la muestra divida en tres cuestionarios, por lo que desaparece el posible inconveniente de la fatiga.

En resumen, como afirma Morales (2000, 366), *en ocasiones es preferible la validez global y el equilibrio factorial a la pureza factorial.*

- **Discusión de la validez.**

El método empleado ha sido el de la validación por jueces. Han participado un total de veintidós expertos en educación, mayoritariamente del ámbito de las ciencias, la didáctica y la lengua, que imparten docencia en E.S.O. Las valoraciones se han realizado en torno a aspectos como la adecuación del ítem al contenido y la inteligibilidad para el alumnado.

Todos los ítems obtienen una media superior a 3 en una escala Likert de cuatro tramos, siendo el ítem que recibe una puntuación media más baja (3,41) el número 2. Del análisis cualitativo de las observaciones realizadas por los jueces se desprende que no hay razones de peso para invalidar ninguno de los ítems,

aunque sí puede resultar conveniente mejorar la redacción o el estilo de algunos de ellos.

IV.4.2.4. Conclusiones del estudio de de fiabilidad y de validez

Conclusiones para la fiabilidad

1. La escala de actitudes presenta una fiabilidad elevada, tanto por el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach, como por el método de las dos mitades.
2. La escala posee una alta consistencia interna.

Conclusiones para la validez

El estudio del panel de expertos avala la validez de la escala.

IV.4.3. Descripción del cuestionario

IV.4.3.1. Dimensiones de estudio

Con el fin de caracterizar las actitudes de los individuos hacia la ciencia y el medio ambiente, se han identificado cinco dimensiones, que a su vez aparecen definidas por una serie de tópicos, tal y como quedan reflejadas y descritas en el cuadro número veintiuno.

DIMENSIÓN	TÓPICO	DESCRIPCIÓN
1. CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	Individuo *burbuja*	No se experimenta ligazón entre el individuo y el medio ambiente.
	Mito tecnológico	Confianza en que la tecnología dará solución a todos los problemas.
	Pensamiento termodinámico	La desaparición de la vida es el estado de equilibrio al que tendemos como sistema y todas las especies debemos aceptar nuestro destino. No podemos hacer nada frente a esto.
	Pensamiento ilustrado	La educación (ambiental) es la clave de las problemáticas ambientales.
	Compromiso ético-social	Existen valores como la solidaridad y la justicia con los pueblos subdesarrollados que están íntimamente relacionados con la conservación de la naturaleza.
	Visión economicista	La naturaleza es una fuente de recursos que debemos explotar en nuestro propio beneficio.
	Desarrollo sostenible	Es nuestro deber crecer económica y humanamente sin hipotecar el futuro de generaciones venideras.
2. INTENCIÓN DE CONDUCTA AMBIENTAL	*Indiferencia y comodidad*	Se carece de interés y de intención de actuar ante los problemas ambientales.
	Interés particular	Contribuir en aquellas causas que afecten al ámbito personal: afectados por instalaciones o proyectos, interesados en conservar determinadas especies o parajes, etc.
	Compromiso global	Pienso globalmente y actúo localmente
3. ACTITUD HACIA LA CIENCIA.	Disposición al estudio de la ciencia	Actitud favorable o de rechazo hacia el aprendizaje de las Ciencias
	Valoración del conocimiento científico	Actitud favorable o de rechazo hacia las ciencias y lo que estas representan.
4. CONCEPCIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA	Visión *individualista*	La ciencia se concibe como la obra de genios aislados.
	Visión *elitista*	La dedicación a la ciencia está condicionada por discriminaciones de naturaleza socioeconómica.
	Visión descontextualizada, socialmente neutra empirista y ateórica.	Se olvidan las complejas relaciones C/T/S y resalta el papel de la observación y de la experimentación "neutras" no contaminadas por ideas apriorísticas.

DIMENSIÓN	TÓPICO	DESCRIPCIÓN
	Visión *rígida* (algorítmica, exacta, infalible...).	Se presenta el "método científico" como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente. Se resaltan los aspectos cuantitativos, rigurosos, etc. olvidando la invención, conjetura, creatividad...
5. RELACIONES ENTRE LA CIEN-CIA Y LA CRISIS AMBIENTAL	*Desconexión*	No existe relación entre ambas
	Culpabilidad	Los avances científicos destruyen el medio ambiente
	Compatibilidad	La ciencia puede progresar sin deteriorar el medio ambiente
	Solución	La ciencia es capaz de solucionar los problemas ambientales

CUADRO Nº 21. Tópicos actitudinales objeto de estudio
FUENTE: elaboración propia

IV.4.3.2.Ítems

Se han formulado, en la mayoría de los casos, cuatro ítems que se corresponden con cada uno de los tópicos. El CACMA consta en total de 76 cuestiones repartidas en tres bloques (Anexo III).

IV.4.3.3. Puntuación y formato de respuesta

El formato del CACMA es el de una escala Likert con cuatro opciones de respuesta: 1 = *nada de acuerdo*; 2 = *casi nada de acuerdo*; 3 = *algo de acuerdo*; y 4 = *totalmente de acuerdo*.

En las instrucciones del cuestionario (figura nº 7) se explican estas claves y se ofrece la posibilidad de rectificar.

CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO (I)

NOMBRE: ..... Sexo: *H M* Edad: .....

Grupo-Clase ..... I.E.S.: ..... LOCALIDAD: .....

El presente cuestionario consta de unas veinte frases. No se trata de un examen, sino de un trabajo de investigación que pretende mejorar la enseñanza de las ciencias. Por favor, responde con sinceridad.

INSTRUCCIONES

Lee con atención las siguientes frases y rodea con un círculo el número que mejor se ajuste a lo que piensas conforme a la siguiente clave:

1 = ***No estoy nada de acuerdo***
2 = ***No estoy casi nada de*** **acuerdo**
3= ***Estoy algo de acuerdo***
4= ***Estoy totalmente de acuerdo***

Si quieres rectificar rodea con un círculo la respuesta que deseas y tacha la anterior.

FIGURA Nº 7. Encabezamiento del cuestionario para cumplimentar por el alumnado.
FUENTE: elaboración propia.

Capítulo V:
Descripción del programa pedagógico "Estrategias de investigación científica en educación ambiental": Aplicación del método de proyectos en Educación Secundaria

CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA PEDAGÓGICO "*ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN EDUCACIÓN AMBIENTAL": APLICACIÓN DEL MÉTODO DE PROYECTOS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA*

V.1. FUNDAMENTOS.

Aunque los fundamentos del método se han tratado en profundidad en el Capítulo II dedicado a la revisión de la literatura, creemos conveniente reformularlos aquí, con el fin de no perder la visión de conjunto de nuestro cometido educativo.

En primer lugar, cabe hacer la distinción entre dos tipos de motivos que nos llevan a optar por la utilización de esta metodología fruto de la doble intención con la que se realiza la propuesta de aula: 1) didácticos, y 2) ambientales.

1) Como principales motivos de tipo didáctico cabe destacar:

A. Papel activo y protagonista del alumnado: acota el tema de estudio, valora sus posibilidades, toma decisiones continuamente, fija los plazos, se reparte tareas, responde ante su grupo de su campo de actuación, etc.
B. El enfoque multidisciplinar e integrado. Si existe un ámbito de estudio en el que confluyan la totalidad de los saberes, ese es el medio ambiente, por lo que el número de interrelaciones que se van a generar en el transcurso de la actividad va a constituir un importante refuerzo para todas las áreas.
C. La investigación en torno a problemas abiertos. Al tratarse de actuaciones reales, en un mundo real, no existe una única solución que enmarcar dentro de un recuadro, sino muchas diferentes, cada una de ellas, con ventajas e inconvenientes que deben ser valorados en sí mismos.

D. El proceso en espiral y el aprendizaje como investigación. Existe una sucesión de etapas de *planificación, realización y revisión* que, a diferencia de un proceso cíclico plano en el que se vuelve al punto de partida, se retoman los planteamientos desde perspectivas cada vez más elevadas y amplias.
E. Las relaciones alumno-profesor-centro. La dinámica de trabajo propicia el abandono de los roles clásicos y distantes de la enseñanza tradicional, otorgando al profesor un papel dinamizador pero descentralizado, mejorando notablemente el clima de aula.
F. Las relaciones CTS y las destrezas sociales puestas en juego. Además de las propias del trabajo en grupo, la organización de actividades que trascienden el ámbito del centro educativo va a generar toda una serie de situaciones en las que el alumnado deba ponerse en contacto con personas e instituciones, lo que consideramos muy favorable para el desarrollo de la personalidad en la adolescencia.
G. Atención a la diversidad. Una actividad diseñada por sus propios protagonistas la es idónea a la hora de acoger las diversas expectativas de los jóvenes, lo cual genera actitudes positivas hacia sí mismos y un aumento de su autoestima.
H. El trabajo en grupo del alumnado, que genera efectos cognitivos favorables y estimula habilidades y valores sociopersonales. Se debe insistir en la idea *trabajo grupal, responsabilidad individual*.
I. Una evaluación procesual y continua del trabajo, en la que se consideran múltiples aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje.
J. El desarrollo de estrategias metacognitivas, gracias al empleo de fichas de planificación, diarios de trabajo, formulación de preguntas por los propios alumnos, etc.

2) Como principales motivaciones de carácter ambiental, podemos citar:

A. La divulgación de los valores ambientales en sí mismos: respeto a todas las formas de vida, aprecio por los recursos naturales, consideración de los aspectos globales, cuestionamiento de hábitos de consumo, etc.

B. La realización de intervenciones efectivas en el medio. Los alumnos y alumnas pueden constatar, mediante su propia experiencia y aptitud, que es posible generar impactos tanto negativos como positivos en el medio.
C. Importancia y valoración del componente actitudinal de cara a una deseable evolución de las mentalidades.
D. Posible implicación de los sectores extraacadémicos e instituciones (Ayuntamiento, ONGs, Consejería de Medo Ambiente, voluntariado…) en respuesta a las demandas de nuestro alumnado.
E. La ambientalización del currículo y de la vida cotidiana del centro a través del análisis crítico del entorno natural y humano en el que nos hallamos inmersos.
F. La producción de materiales aptos (informes, talleres, maquetas, etc.) para utilizarse en otros ámbitos de la educación ambiental.

V.2. PLAN GENERAL DEL TRABAJO POR MÉTODO DE PROYECTOS

La actividad se plantea como un trabajo en equipo en la que sus componentes son los únicos y verdaderos autores del trabajo, asumiendo cuantas responsabilidades sean necesarias. El docente actúa como un orientador situado en segundo plano, pero que a la vez será el encargado de calificar cada una de las tareas. Su labor debe centrarse en enseñar a planificar; ayudar a buscar, filtrar y organizar la información; asesorar en la utilización del material de campo o laboratorio; y a presentar adecuadamente los resultados. Realizará para ello dos acciones fundamentales: revisar y sugerir.

En el desarrollo de la actividad se consideran las siguientes etapas:

A. Presentación de la actividad

Se dedica una sesión inicial a exponer los aspectos generales del plan de trabajo: constitución de los grupos, filosofía de la actividad, formas de presentar los

trabajos, plazos, calificación, etc. En este momento se ha de aclarar que el tipo de trabajo que nos ocupa consta de tres partes (proyecto, actuación y memoria), que se apoyan unas en otras y que ninguna de ellas es más importante que las demás.

Se considera fundamental que los participantes estén motivados con el trabajo a realizar. Con esta finalidad se utilizan los siguientes "reclamos":

a. Un buen trabajo es susceptible de ser presentado a reuniones científicas, publicaciones y convocatorias de premios educativos, en los que ya se han logrado buenos resultados en años precedentes (ver cuadro nº 22)
b. Se rompe con la dinámica habitual de las clases.
c. Se tiene en cuenta su opinión en la calificación del trabajo en función del grado de consecución de los objetivos por ellos fijados.
d. Pueden disponer de los medios que existen en el IES: biblioteca, aulas de informática y de audiovisuales, material de fotografía y vídeo, laboratorio, teléfono, reprografía, correo electrónico, etc.
e. Cuentan con la ayuda de uno o dos profesores/as (a los que solicitan su colaboración) para cada grupo.
f. Tienen un espacio reservado en las *Jornadas de Medio Ambiente* del centro para exponer trabajos, realizar presentaciones, talleres, etc.

Año 2000
Publicación de *La basura cuenta su historia* en *Aula Verde*.

Año 2001
Primer Premio de Andalucía en la Campaña *Pon Verde tu Aula* de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía por el trabajo *Gestión de un espacio natural: La Corregidora.*

Año 2002
Mención de Honor del *Premio de Medio Ambiente* de la Diputación Provincial de Jaén por el trabajo "Estudio cuantitativo del agua en Sabiote".
Primer Premio de Andalucía en la Campaña *Pon Verde tu Aula* de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía por el trabajo *Aguas mineromedicinales.*

Año 2005
Publicación de *Residuos Sólidos Urbanos* en *Aula Verde.*
Participación en la *IX Reunión Científica* celebrada en Trujillo.
Publicación del trabajo *¿Hay fósiles en nuestra zona?* en *MERIDIES.*
Participación en las *Jornadas de puertas abiertas* del Parque de las Ciencias de Granada con el taller *Investiga que algo queda*.

Año 2006
Participación en la *X Reunión Científica* celebrada en Cáceres.
Participación en la sesión inaugural de *Ciencia en el Aula*, organizada por el Parque de las Ciencias de Granada. Exposición de dos trabajos.
Primer Premio de Medio Ambiente de la Diputación de Jaén por el trabajo "Proyecto de Jardín Autóctono".

CUADRO Nº 22 Reconocimientos obtenidos por trabajos del alumnado del IES *Iulia Salaria* con la aplicación del programa.
FUENTE: Elaboración propia

Para facilitar la comprensión de todos estos aspectos, se facilita al alumnado un documento en el que aparecen detallados (Anexo IV).

B. Elección del tema de estudio

Su concreción y atractivo constituyen la clave del éxito. No debemos olvidar que las actuaciones que se pretenden planificar deben ser realizables por el grupo; por tanto no deben dejar de considerarse las circunstancias que le rodean a la hora de depurar las iniciativas que surjan en un principio. Lo deseable es que el objeto de investigación surja de los propios estudiantes, aunque se pueden

ofrecer unos listados como el del cuadro número veintitrés, o remitirles a la web del *Grupo de Innovación Educativa Iniciación al Trabajo Científico en EEMM* [1].

TEMAS PARA TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN	
AGUA	El agua en Sabiote: cantidad y calidad Aguas mineromedicinales en la comarca Diseño y construcción de dispositivos captadores del agua de lluvia Depuración de aguas Beneficios y perjuicios de la cloración de agua
ENERGÍA	La casa ecológica: bioconstrucción Historia del aprovechamiento energético en la comarca La energía solar en la depuración de aguas Tecnodiversidad El gasógeno Estudio del efecto blanqueante de la luz solar La iluminación eficiente: el aula piloto
MATERIALES Y RESIDUOS	Campañas sobre gestión de residuos Estudio de propiedades de la madera de olivo Los materiales tradicionales y sus artesanos El compostaje Usos del carbón activo Plantas descontaminantes Fabricación de jabones para diferentes usos Minas abandonadas
ENTORNO HUMANO Y CONSUMO	Vida rural, vida urbana y medio ambiente Sabiote: De la *Vía Salaria* a la globalización Mitos y leyendas populares sobre la alimentación La contaminación en el hogar Usos tradicionales y novedosos de las plantas aromáticas La evolución de la agricultura local Rocas que se emplean en la construcción Estudio de las dehesas Hábitos alimentarios en el IES Hábitos de ocio y tiempo libre Insonorización con bandejitas de supermercado El kéfir Los mitos de la coca cola Medida del gas de las bebidas

[1] http://www.meridies.info/meridies/trabajos/trabajos.htm

	Diseño de un jardín ecológico La contaminación mental Diseño de una "Ruta de las fuentes"
ENTORNO NATURAL	Los linderos: importancia, conservación y regeneración Uso y abuso de los pesticidas en los campos de Sabiote Los murciélagos de Sabiote Los invasores Estudio de viabilidad de la producción de productos de agricultura ecológica en el municipio Reintroducción de especies extinguidas en la zona Los vientos de nuestra zona: tradición y verdad Cambio en los usos del suelo: riesgos ambientales Fauna del suelo: nematodos Catálogo de especies en peligro en la comarca Las aves migratorias Pérdida de suelo fértil y desertificación. Jardín de rocas Exposición: la historia de la Tierra a través de los fósiles El uso del acuario para repoblación de ríos Estudio del paisaje local Nuestra huella ecológica Diseño y construcción de un invernadero-semillero Diseño de un plan de conservación y uso para la Corregidora Las vistas panorámicas desde Sabiote
VARIOS	A la búsqueda del límite Cretácico-Terciario Mitos y leyendas populares sobre la reproducción y la herencia de los caracteres (genética) Creación de un foro científico

CUADRO Nº 23. Temas propuestos para los trabajos del alumnado.
FUENTE: Elaboración propia.

La decisión queda plasmada en una *Ficha de Inscripción* (ANEXO IV) que entregan al profesor. En este documento se hacen constar, además, los nombres de los componentes, una primera aproximación a los objetivos generales, el tipo de trabajo (investigación, organización de campañas, construcción de maquetas…) y los recursos que prevén *grosso modo*. En un breve plazo, el profesor se entrevistará con cada grupo para perfilar el trabajo y solicitarles el proyecto.

C. Proyecto

La autoplanificación incluye los objetivos (concretos, realizables), las etapas, los plazos, el reparto de tareas, la forma en que se va recopilar la información necesaria, la detección de necesidades, los aspectos de presentación de los trabajos, las colaboraciones y los materiales que se requieren, etc.

A cada componente del grupo se le asignará (por los propios grupos de trabajo) una función o un cargo determinados, como por ejemplo, encargado de biblioteca, coordinador de grupo, encargado del material gráfico, informático, etc.

En los documentos que se facilitan al alumnado se incluyen fichas de planificación que, a modo de tabla, se rellenan indicando el nombre de cada miembro del grupo, la tarea de la que se responsabiliza y la fecha de finalización de la misma.

Aunque hay variaciones en función del tipo concreto de trabajo, el esquema general de proyecto se resume en los siguientes puntos:

a. Justificación.
b. Objetivos.
c. Descripción de la actuación o actuaciones previstas.
d. Fases y tiempos de realización.
e. Materiales necesarios.

El plazo de entrega del proyecto, desde la entrevista inicial del grupo con el profesor, suele ser de dos semanas.

D. Revisión periódica

Debe consistir en un diálogo entre el grupo y el profesorado que colabora en el que se repasen los aspectos de la planificación sobre los que se esté trabajando y en una reorientación de los mismos si fuese necesario. Es habitual solicitar a los grupos la entrega de una memoria intermedia, o de un diario de reuniones con una doble finalidad: la propiamente informativa y la toma de conciencia del avance real del trabajo.

E. Evaluación de los resultados y conclusiones: la memoria

Al finalizar el plazo establecido, se exige la entrega de un documento de memoria respecto de las actuaciones realizadas por el grupo. La evaluación debe tomar como referencia los objetivos y considerar el mayor número de circunstancias posibles en torno a su realización. Resulta muy adecuado terminar con una serie de propuestas de mejora para un futuro.

En los trabajos de investigación científica, se insistirá en adecuar el esquema de memoria al de un artículo de esta índole, ya que además, este es el formato exigido en las reuniones científicas y en las revistas como Meridies.

En el cuadro que se muestra a continuación se muestra la plantilla de calificación que se utiliza habitualmente. Resulta especialmente adecuada ya que informa al alumnado sobre aspectos concretos de su trabajo.

EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
AUTORES/AS:		
DIARIO	(1 punto)	
MEMORIA		
- PRESENTACIÓN	(1,5 puntos)	
- ESTRUCTURA	(1 punto)	
- PROFUNDIDAD DE CONTENIDOS	(1 puntos)	
- ADECUACIÓN AL PROYECTO o Cumplimiento de objetivos	(2 puntos)	
o Desarrollo del programa	(1,5 puntos)	
- EXPRESIÓN ESCRITA U ORAL	(1 punto)	
- BIBLIOGRAFÍA	(1 punto)	
FALTA DE PUNTUALIDAD	(- 2 puntos)	
ORIGINALIDAD	(+/-2 puntos)	
NOTA (de 0 a 10)		_____

CUADRO Nº 24. Plantilla de calificación de trabajos.
FUENTE: Elaboración propia.

F. Difusión de la experiencia

Un trabajo de investigación debe ser difundido a la comunidad. Para ello, se pueden utilizar los cauces disponibles:

a. Exposición oral y/o de pósters durante las *Jornadas de Medio Ambiente* del IES *Iulia Salaria*.
b. Participación en *reuniones científicas* o en *congresos* de jóvenes investigadores, como las que se celebran anualmente en Cáceres, la *Exporecerca* de Barcelona, el certamen del INJUVE-MEC, y *Expo*

Science Europe. En 2006 está prevista la celebración de dos nuevos eventos en Logrosán (Cáceres), y en Rota (Cádiz).

c. Publicación de trabajos en revistas como *Meridies* y *Aula Verde*.
d. Difusión a través de los encuentros que organiza la *red de ecoescuelas*.
e. Participación en eventos como las *jornadas de puertas abiertas* del Parque de las Ciencias de Granada.
f. Participación en convocatorias de premios para trabajos escolares, como *Pon verde tu aula*, los *Premios de Medio Ambiente* de la Diputación de Jaén, los premios del *Colegio San Viator*, los del INJUVE-MEC, etc.

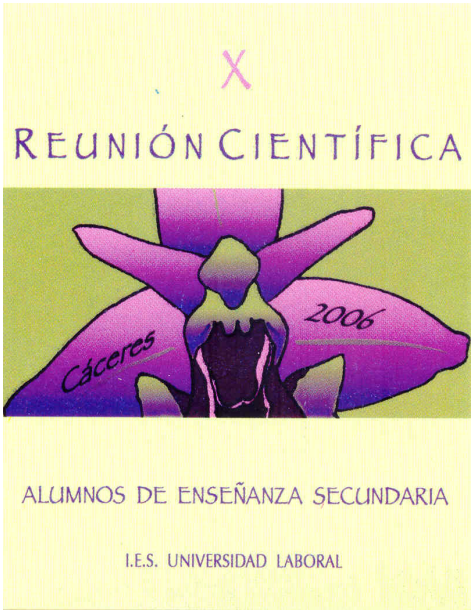


FIGURA Nº 8. Logotipo de la X Reunión Científica de Cáceres
FUENTE: www.meridies.info

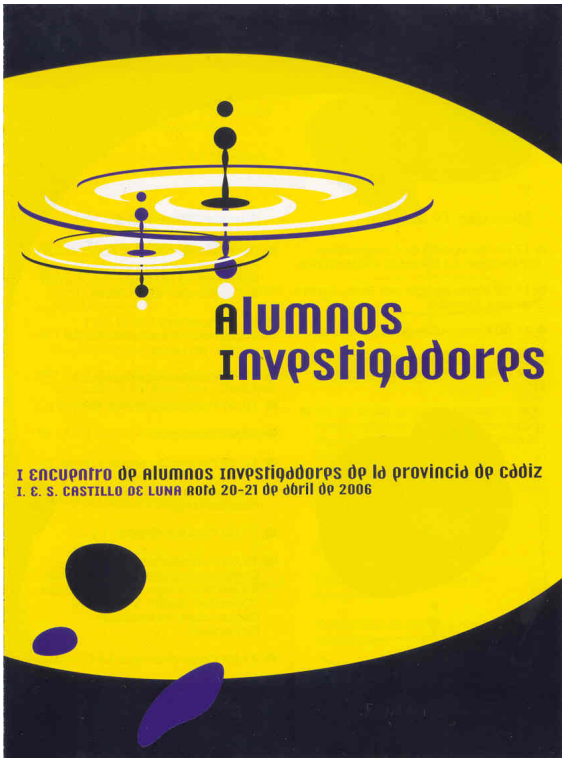


FIGURA Nº 9. Cartel del I Encuentro de Alumnos Investigadores de Cádiz.
FUENTE: www.alumnosinvestigadores@alumnosinvestigadores.com

V.3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS POR EL ALUMNADO DEL GRUPO EXPERIMENTAL.

V.3.1. Trabajos realizados durante el curso 2003/04

V.3.1.1. Trabajos realizados en la asignatura Biología y Geología de Tercer Curso de ESO

- Evolución de la agricultura local en los últimos 100 años

Estudio bibliográfico y de encuestas a agricultores acerca de las transformaciones experimentadas en las prácticas agrícolas. Incluye una reflexión de las repercusiones medioambientales de estos cambios.

- Artesanía

Estudio bibliográfico y de encuestas a artesanos locales sobre la importancia pasada y actual de sus oficios. Se realiza una valoración ambiental desde el punto de vista de los materiales y técnicas empleados. Completan su trabajo organizando una exposición de muestras en las *Jornadas del Medio Ambiente*.

- Contaminación mental

En este trabajo se analiza la influencia de la publicidad en los hábitos de consumo a través del estudio de anuncios en revistas juveniles. Concluye con una reflexión sobre el uso irracional de los recursos.

- El alcohol

Trabajo bibliográfico y de encuestas sobre el papel del alcohol en el ocio y tiempo libre de la juventud local. Concluyen con la realización de un *contraanuncio*.

- La Corregidora

Un grupo de alumnas de tercero prepara un taller de educación ambiental para sus compañeros de primero durante las *Jornadas de Medio Ambiente*. El lugar elegido para las actividades es el cercano paraje de La Corregidora, del que realizan un estudio de campo preliminar identificando los valores ambientales de la zona.

- Maqueta de un volcán

Proyecto y realización de una maqueta de un volcán. El material empleado para remedar la lava es una parafina coloreada, ya que se pretende simular la formación de rocas por consolidación magmática. Para esto último fue necesario un estudio experimental previo del punto de fusión de diversos materiales.

- Aves migratorias

Se identifican algunas de las aves migratorias presentes en la localidad y se elabora una ficha ornitológica de cada una para, posteriormente, realizar un estudio detallado de la colonia de avión común que comenzó a anidar en el edificio del IES: proceso de construcción de los nidos, épocas y plano de situación de los nidos.

V.3.1.2. Trabajos realizados en la asignatura Biología y Geología de Cuarto Curso de ESO

- Uso y abuso de los pesticidas en Sabiote

Trabajo bibliográfico y de encuestas (agricultores, vendedores, ecologistas…) sobre el empleo de insumos químicos agrícolas. A modo de conclusión preparan una presentación multimedia para difundir los resultados. Es de destacar la precaución con que se cotejan las diferentes opiniones obtenidas.

- Uso y abuso de los pesticidas

Investigación bibliográfica que concluye con el diseño y elaboración de un folleto informativo que se distribuye en las Jornadas de Medio Ambiente y se remite a las cooperativas agrarias de la localidad. En él se exponen los principales riesgos para la agricultura, la salud y el medio ambiente.

- Remedios caseros

En este trabajo se indaga en la población adulta sobre el empleo de diferentes remedios caseros. En una segunda fase, se entrevista a expertos (farmacéuticos, médicos, etc.) para intentar dilucidar la veracidad de tales remedios y se elabora una presentación multimedia con las conclusiones.

- Las aves migratorias

Trabajo bibliográfico sobre especies de aves migratorias presentes en el municipio.

V.3.2. Trabajos realizados durante el curso 2004/05

V.3.2.1. Trabajos realizados en la asignatura Biología y Geología de Tercer Curso de ESO

- Reproducción de peces en acuario

Aprovechando la donación de un acuario de quinientos litros al centro educativo, se realiza un proyecto de reproducción de especies piscícolas autóctonas (boga, barbo y trucha común) en cautividad, con la idea de repoblar aguas en las que estas especies escasean o han desaparecido.

- Evolución de la agricultura

Mediante entrevistas, visitas a museos y documentación, se realiza un estudio sobre los cambios operados en la agricultura local, y una valoración económica y medioambiental de los mismos.

- Cloración de aguas

En una primera parte documental, se indaga sobre las ventajas y desventajas de la cloración de aguas para consumo doméstico. La segunda parte del trabajo consiste en un estudio experimental sobre el tiempo de volatilización del cloro mediante análisis con ortotolidina.

- Cosmética natural

En este trabajo se exploran las posibilidades que existen de elaborar productos de cosmética utilizando ingredientes y procedimientos naturales. Se ensayan algunas recetas obtenidas en la bibliografía y se organiza un taller en las Jornadas de Medio Ambiente en el que se elaboran sales de baño, jabones y crema hidratante.

- El olivo

Trabajo bibliográfico sobre el cultivo tradicional y actual del olivo.

- *Mitos de la alimentación*

A través de entrevistas a personas mayores del pueblo, se recopilan dichos populares relacionados con cuestiones alimentarias. En una segunda fase, se intenta averiguar qué hay de cierto en ellos mediante consultas a expertos.

- Ruta de las fuentes

Sabiote es una localidad rica en fuentes con historia. En este trabajo se realiza un estudio bibliográfico sobre las mismas y una analítica comparada de las aguas. Con los resultados se diseña un itinerario y un folleto promocional que el Ayuntamiento está interesado en publicar.

- Especies en peligro de la comarca

Mediante entrevistas a ecologistas, cazadores y entendidos locales, se realiza una lista roja de las especies en peligro de la comarca. Con los datos obtenidos se diseña un apartado para la *web* del IES.

- Una centrifugadora para el instituto

Hay numerosos experimentos que no se han podido realizar por carecer de centrifugadora en el laboratorio, por lo que un grupo de alumnos diseña y construye una maqueta que funciona en determinadas condiciones.

- Remedios medicinales naturales

Trabajo de encuestas a la población con la idea de recopilar remedios tradicionales que se están perdiendo.

- Aves migratorias

Tras un primer estudio documental, se realiza un censo de cernícalo primilla (castillo de Sabiote) y de avión común (IES). Con los datos disponibles del año anterior, se realiza un seguimiento del número de nidos.

V.3.2.2. Trabajos realizados en Cuarto Curso de ESO

El desarrollo de estos trabajos se enmarca en diferentes asignaturas: *Biología y Geología; Los Métodos de la Ciencia*; y *Ámbito Científico-Tecnológico* (Diversificación Curricular).

- Los mitos de la Coca Cola

La idea de investigar si ciertas creencias populares sobre esta bebida son ciertas, surge de una pregunta realizada en clase, durante el curso anterior, cuando se explicaba la digestión de los alimentos. Dado que el profesor no conocía las respuestas, propuso realizar una investigación. De esta forma, se diseñaron experimentos para comprobar la veracidad de ideas como el poder de descomponer la carne y de limpiar el óxido de hierro.

- ¿Hay fósiles en nuestra zona?

En término municipal de Sabiote está localizado sobre materiales mesozoicos y terciarios. La existencia de ignitas en una localidad cercana inspiraron la búsqueda de evidencias fósiles de dinosaurios y de la capa de hollín que atestigua el probable impacto cometario que marcó el límite Cretácico-Terciario. Con ayuda del mapa geológico y el GPS se realizaron búsquedas sistemáticas con resultados diferentes a los esperados.

Este trabajo fue publicado en la revista MERIDIES de 2005.

- Microfauna del suelo

Estudio comparativo de nematofauna en tres suelos de la localidad: encinar, olivar sin tratamiento químico y olivar con tratamiento de pesticidas. Para el correcto empleo de las técnicas experimentales se recibió asesoramiento de una Doctora de la Universidad de Jaén.

- Plan de Uso y Gestión del paraje de La Corregidora

La proximidad de un pequeño paraje con vestigios de bosque mediterráneo sirven de excusa para diseñar un plan al modo de los documentos rectores de los parques naturales. Realizado por alumnado del programa de diversificación, incluye un estudio de campo, la realización de un herbario y entrevistas a vecinos y autoridades, entre otras actuaciones.

V.3.3. Trabajos realizados durante el curso 2005/06

Todos los trabajos del curso 05/06 se desarrollaron durante el primer trimestre, en las asignaturas *Biología y Geología; Los Métodos de la Ciencia*; y *Ámbito Científico-Tecnológico* (Diversificación).

- Elaboración de pasta de dientes de romero

En este trabajo se ha investigado cómo se puede elaborar, con procedimientos e ingredientes naturales, una pasta de dientes de propiedades específicas frente a la caries. Se ha escogido como principio activo el romero (*Rosmarinus officinalis*), la planta medicinal y aromática más frecuente de Sabiote. Se ha buscado información para conocer los ingredientes y se ensayaron varias recetas hasta dar con la acertada. Para asegurarse de que el sabor del preparado iba a ser del agrado de la mayoría de las personas, se organizó una cata con alumnos del centro, quienes valoraron cada una de las fórmulas. Se apuntan además algunas observaciones sobre el posible tiempo de caducidad del producto de cara a un estudio posterior.

- Fermentación natural de la lactosa

En este trabajo, se ha investigado el tiempo que tarda en desaparecer totalmente la lactosa de la leche fermentada (kéfir, leche búlgara y yogur), variando los factores que influyen en el proceso. Para ello se utilizan tres métodos: la fermentación a temperatura controlada, la prueba de Fehling y la medición de pH. El objetivo ha sido averiguar las condiciones adecuadas para degradar esa lactosa lo antes posible, y que las personas que tengan intolerancia a este disacárido puedan tomar kéfir, leche búlgara y yogur fabricándolos ellos mismos con las debidas garantías.

- Genética humana

El trabajo se basa en el estudio, en la población, de caracteres hereditarios en seres humanos como el grupo sanguíneo, el factor Rh y otros rasgos fenotípicos. Con los datos obtenidos, de ochenta y una personas, se ha pretendido averiguar si los caracteres dominantes son siempre más frecuentes que sus homólogos recesivos y si existen diferencias destacables con los datos de otras poblaciones españolas. Por último, se presenta cómo sería un sabioteñ@ promedio.

- Proyecto de un jardín autóctono

El jardín más usual en España es un jardín importado de otros países, que ha promovido la utilización de especies vegetales con poca capacidad de adaptación a nuestras condiciones ambientales, lo que conlleva un gasto excesivo de recursos ecológicos y económicos. La idea de convertir en un jardín autóctono el que tenemos junto al instituto, surgió a comienzos de curso como respuesta a la escasez de agua que estamos teniendo en estos últimos años. En este trabajo se describen los pasos seguidos para realizar el proyecto de reforma, incluyendo el estudio de las especies presentes en la actualidad, la realización de planos y maquetas a escala, la selección de las especies autóctonas y las gestiones para conseguirlas. En un breve plazo de tiempo se procederá a la plantación y reforma propiamente dicha.

Capítulo VI:
Resultados y Discusión

CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VI.1. RESULTADOS Y ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS RESULTADOS

Los estadísticos descriptivos no hacen más que reflejar la naturaleza de los datos aportados por los alumnos consultados; en ese sentido, dicha naturaleza está determinada por ellos y contribuyen a que conozcamos cómo se ha comportado la muestra. Sabemos, en general, qué opinión sustenta el alumnado que ha participado en la consulta, qué distanciamiento hay con respecto a la opinión de la media y cuánto se desvía de la media cada una de las opiniones, así, posteriormente, valoraremos las frecuencias y porcentajes de las opciones elegidas.

En la estadística descriptiva realizaremos un análisis de la media, la moda y la desviación típica de las opiniones presentadas por los alumnos, además de sopesar los datos aportados por las frecuencias y porcentajes que proporciona el alumnado de la muestra suministradora de datos, al elegir las distintas opciones de respuesta con respecto a cada uno de los setenta y dos ítems válidos de los que consta el cuestionario. En definitiva, es función de la investigación descriptiva presentar los datos que han sido observados, y en realidad, los únicos elementos que manipula el investigador son sus métodos de observación y descripción y el modo en el que analiza las relaciones entre ellas.

La media y la moda son dos medidas de tendencia central; la media es un promedio aritmético y nos permite conocer la media aritmética de todas las puntuaciones; sin embargo, el hecho de que sea tan sensible a los valores extremos, aconseja no utilizarla como promedio, ya que la situación aludida es causa de que una distribución sea oblicua o asimétrica, por lo que –partiendo de la media- calculamos la moda, es decir, la expresión de la opción más elegida, entre las propuestas, por los encuestados. Para los datos básicamente simétricos apenas hay diferencias entre la media y la moda, pero esta última resulta de gran utilidad cuando la desviación típica es alta. Además, utilizamos una medida

de dispersión o de varianza, la desviación típica o estándar, que resulta muy útil para describir la extensión o dispersión de las elecciones realizadas.

Con las frecuencias comprobamos la tendencia de las opiniones de los alumnos de la muestra suministradora de datos respecto a las distintas opciones de elección, con el fin de distinguir lo que es fundamental de aquellos ítems que no son tan prioritarios.

En cada una de las cuatro tablas de resultados (pretest en grupo experimental, pretest en grupo control, postest en grupo experimental y postest en grupo control), se realizarán a continuación, en primer lugar, el análisis y discusión de los resultados de la media, moda y desviación típica, y seguidamente, el análisis y discusión de porcentajes y frecuencias.

En todos los casos han sido eliminados cuatro ítems del cuestionario original; dos de ellos, (nº 63 y nº 74) a causa del estudio de fiabilidad, y otros dos (nº 40 y nº 70), por incidencias en el proceso de aplicación.

VI.1.1. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos del grupo experimental en situación pretest

VI.1.1.1. Análisis y discusión de los resultados, considerando la media, moda y desviación típica del grupo experimental en situación pretest

En la Tabla número once se pueden observar los valores calculados de media, moda y desviación típica, así como el intervalo de variación obtenido al restar y sumar a la media la desviación típica en casa caso, obtenidos tras la aplicación del CACMA al grupo experimental en situación pretest.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	1,39	1	,710	,680-2,100
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	1,34	1	,598	,742-1,938
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	3,56	4	,659	2,901-4,219
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	3,73	4	,504	3,226-4,234
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	2, 84	3	,745	2,095-3,585
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	2,16	2	,670	1,490-2,830
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	2,34	2	,771	1,569-3,111
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	2,08	2	,914	1,166-2,994
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	1,53	1	,699	,831-2,229
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	2,74	4	1,061	1,679-3,801
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	3,36	4	,793	2,567-4,153
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	3,51	4	,641	2,869-4,151
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	2,52	3	,940	1,580-3,460
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales.	3,03	3	,888	2,142-3,918
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	2,24	2	,934	1,306-3,174
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	2,65	3	,839	1,811-3,489

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	2,79	2	,963	1,827-3,753
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	2,39	2	,963	1,427-3,353
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	2,21	2	,991	1,219-3,201
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	1,99	1	1,019	,931-3,009
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	1,68	1	,926	,754-2,606
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando.	1,90	1	1,071	,829-2,971
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	3.47	4	,897	2,573-4,367
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente.	3,25	4	,937	2,313-4,187
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza.	1,45	1	,575	,875-2,025
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	3,18	4	,839	2,341-4,019
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras.	3,18	4	,872	2,308-4,052
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	1,45	1	,851	0,599-2,301
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	1,38	1	,726	0,654-2,106
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	3,42	4	,722	2,698-4,142
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	3,40	4	,634	2,766-4,034
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	1,51	1	,841	,669-2,351

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	2,86	3	1,051	1,809-3,911
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	1,95	1	,944	1,006-2,894
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	1,62	1	.918	,702-2,538
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	3.43	4	,664	2,766-4.094
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	3,56	4	,734	2,826-4,294
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás.	1,75	1	,934	,816-2,684
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas.	1,84	1	1,123	,717-2,963
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	3.53	4	,736	2,794-4,266
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo .	1,64	1	,799	0,841-2,439
43	Odio las clases de ciencias.	1,44	1	,702	,738-2,142
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	3,44	4	,659	2,781-4,099
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	3,25	4	,871	2,379-4,121
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	1,44	1	,721	,719-2,161
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos.	1,57	1	,785	,785-2,355
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal.	1,32	1	,640	,680-1,960

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	2,44	3	1,106	1,334-3,546
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	2,57	2	,884	1,686-3,454
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	3,54	4	,780	2.760-4,320
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	1,45	1	,643	,807-2,093
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	2,26	2	,929	1,331-3,189
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	1,44	1	,702	,738-2,142
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	2,96	3	,922	2,038-3.882
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	2,18	2	1,073	1,107-3,253
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	3,01	3	,908	2,192-4,008
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	2,46	3	,909	1,551-3,369
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	2.57	3	,984	1,586-2,570
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	2,65	3	,937	1,713-3,587
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas.	2,80	3	,805	1,995-3,605
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	2,07	2	,957	1,113-3,027
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente.	2,11	2	,938	1,172-3,048

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora	1,99	2	,939	1,051-2,929
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	1,87	1	,890	0,980-2,760
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	2,30	3	,988	1,312-3,288
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente.	2,25	2	,975	1,275-3,225
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	2,74	3	,880	1,860-3,620
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	3,07	3	,884	2,186-3,954
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza.	3,15	4	,881	2,269-4,031
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza.	2,00	2	,854	1,116-2,854
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	2,00	2	,854	1,146-2,854
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	1,90	2	,825	1,075-2,725

TABLA Nº 11 Media, moda, desviación típica e intervalo de variación del grupo experimental en situación pretest.
FUENTE: Elaboración propia.

En un primer análisis de los datos, podemos observar que la media de las opiniones del grupo experimental en el pretest varía entre 1,32 para el ítem número cuarenta y ocho, y 3,73 del cuarto, lo que pone de manifiesto una gran heterogeneidad en las respuestas si tomamos en consideración que el CACMA es una escala Likert de cuatro tramos de opinión: 1 para el "*muy en desacuerdo"* (M.D.), 2 para el "*desacuerdo"* (A), 3 *para "el acuerdo"* (D) y 4 para el "*muy de acuerdo"* (M.A.).

Por tanto, debemos considerar como "*muy en desacuerdo"*, los valores inferiores a 1,60; como "*en desacuerdo"*, si están comprendidos entre 1,60 y 2,59;

interpretaremos que hay "*acuerdo"* si la media está entre 2,60 y 3,59; y por último, los valores iguales o mayores a 3,60 estarán indicando "*muy de acuerdo"*.

Un análisis más detallado de la media aplicando estos intervalos, muestra que del total de setenta y dos (72) cuestiones válidas, hay trece en las que existe completo desacuerdo (MD.), treinta quedan englobadas en la categoría "*desacuerdo"* (D), veintisiete equivaldrían a "*acuerdo"*, y tan sólo para un ítem, el número 4, hay completo acuerdo (M.A.). Agrupando estos resultados, se observa que para cuarenta cuestiones el alumnado del grupo experimental tiende en el pretest al desacuerdo más o menos acentuado, y al acuerdo en treinta y una de ellas.

En cuanto a la desviación típica, como se puede comprobar, oscila entre 0,504 y 1,123, destacando el hecho de que sólo siete ítems superan la unidad y que sólo tres bajan de 0,6 , de lo cual se puede inferir que los alumnos encuestados no manifiestan dispersión muy acentuada.

Otra característica a destacar es el hecho de que la desviación típica se comporta de un modo bastante similar en la totalidad de las respuestas, no apreciándose relación con los respectivos valores que toma la media, en parte porque el CACMA contiene aproximadamente tantos enunciados afirmativos como negativos sobre los mismos tópicos. El estudio pormenorizado de frecuencias puede confirmar este extremo y respaldar que el alumnado ha respondido con seriedad a las cuestiones.

Al examinar la moda se comprueba que el puntaje más frecuente es el 1 (MD), que aparece en veintidós ocasiones; no obstante hay un reparto bastante uniforme de este estadístico, ya que el 2 (D) está presente en diecisiete ítems, el 3 (A) en quince, y el 4 (MA) en dieciocho. Por tanto, podemos afirmar que existe dispersión en las frecuencias modales, siendo las opiniones extremas ligeramente más frecuentes.

Tanto para la tabla representativa que nos ocupa, como para las restantes, realizaremos un análisis en el que valoraremos los ítems orientados hacia el desacuerdo total ("muy en desacuerdo"); hacia un desacuerdo más mitigado ("desacuerdo"), o bien hacia opciones que comparten el desacuerdo profundo ("muy en desacuerdo") con el desacuerdo más mitigado ("desacuerdo"). En el otro extremo, realizaremos el mismo proceso que el expuesto, pero hacia el acuerdo y, por último, valoraremos la dispersión de las opiniones, atendiendo a la consideración de las cuatro opciones elegidas en proporciones similares, es decir, desde el "muy en desacuerdo" hasta el "muy de acuerdo".

Los alumnos manifiestan desacuerdo total ("muy en desacuerdo") respecto a que los problemas del medio ambiente son ajenos a ellos (ítem nº 1); a que no se ocupen del medio ambiente (ítem nº 2), y a que manifiesten pasividad ante los problemas ambientales (ítem nº 28); al igual que sucede cuando se sugiere al alumnado la posibilidad de explotar los recursos naturales sin precaución confiando en la aparición de alternativas en el futuro (ítem nº 25). También manifiestan desacuerdo total respecto a que la ciencia es cosa de genios solitarios y no para la gente "normal" (ítem nº 48). Ciertamente que estas valoraciones no son compartidas por la totalidad de los encuestados, pero no lo es menos que en todo ellos las opciones de respuesta se sitúan en torno a una moda de uno, y la desviación típica va desde 0,598 en el ítem número dos a 0,851 en el ítem número veintiocho, por tanto con escasa dispersión en las opiniones. En consecuencia, se pone de manifiesto el desacuerdo total de los alumnos consultados ante su posible inhibición en los problemas medioambientales y ante posibles circunstancias personales que motivasen dicho interés.

No hay opiniones consistentes que converjan con el "desacuerdo", tan sólo el ítem número seis, en el que los alumnos no consideran que las nuevas tecnologías puedan solucionar todos sus problemas, aunque en este caso el intervalo de media está comprendido entre 1,49 y 2,83, es decir, está comprendido entre el "desacuerdo" y el "acuerdo".

Los alumnos consultados prodigan más sus opiniones hacia el "total desacuerdo", pero con escasas diferencias respecto al "desacuerdo más mitigado"; por tanto, las opiniones quedan compartidas entre estas dos opciones. Entre los ítems más relevantes que se sitúan en estas dos franjas de opinión se hallan la desaprobación de los alumnos hacia que las tecnologías limpias no existirán nunca (ítem nº 8); a que se exagera mucho respecto a los problemas ambientales (ítem nº 9); y a que la concienciación sobre los problemas ambientales no los elimina (ítem nº 15). Tampoco consideran que los problemas medioambientales y la situación del Tercer Mundo tengan una relación directa (ítem nº 19). Sigue existiendo una distribución de opiniones entre el desacuerdo y el desacuerdo absoluto ("muy en desacuerdo") respecto al hecho de que los beneficios económicos primen ante la preservación de la naturaleza, así se pone de manifiesto en las opiniones de los encuestados respecto a que "el desarrollo económico está por encima de la preservación de la naturaleza" (ítem nº 20); de que el beneficio económico es más importante que los daños que se puedan causar al medio ambiente (ítem nº 21), o que es más importante el beneficio que se pueda obtener de la naturaleza que su degradación. En este mismo sentido se siguen prodigando ítems cuyo contenido es rechazado por los alumnos, tales como que hay que obtener todo el provecho que se pueda sacar de la naturaleza, aunque se vaya degradando (ítem nº 22), o la intención de movilizarse sólo en el caso de que un problema ambiental les afectase directamente (ítem nº 32).

Pero no sólo encontramos opiniones tendentes al "desacuerdo" (o "desacuerdo atenuado") cuando se pregunta a los sujetos sobre cuestiones de medio ambiente. También aparecen valoraciones de esta índole cuando se les sugiere la pesadez del aprendizaje de las ciencias (ítem nº 42) o el rechazo hacia las clases de estas asignaturas (ítem nº 43), opiniones que parecen mostrarse coherentes con el rechazo a que la sociedad pudiese prescindir de la ciencia y de los científicos (ítem nº 46), o de los conocimientos que ésta nos proporciona (ítem nº 47). Relacionado con lo anterior, es de destacar un cierto grado de desacuerdo con la idea de que la ciencia sea cosa de ricos (ítem nº 52) y que, por tanto, ningún pobre pueda dedicarse a ella (ítem nº 54).

Respecto al "acuerdo", aunque hay opiniones mayoritarias de los alumnos, hemos de afirmar que por consideración del intervalo de media, tan sólo se puede aceptar que hay un ítem con puntuación mayoritariamente en el "acuerdo", esta opinión hace referencia a que los alumnos tienen la plena seguridad de que en poco tiempo habrá tecnologías que no contaminen el medio ambiente, juicio recogido en el ítem nº 5.

Los alumnos manifiestan opiniones acentuadamente afirmativas ("muy de acuerdo") hacia el hecho de considerar su colaboración muy importante en la protección del medio ambiente (ítem nº 3); evidentemente, el ítem nº 4, que refleja un juicio similar, como es estar convencido de que todo podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra, se valora en este mismo sentido. De forma análoga a los juicios anteriores, se manifiesta acuerdo total ("muy de acuerdo") en la disposición a participar en la defensa de la naturaleza (ítem nº 31).

Aunque con una mayor dispersión en la consistencia de los juicios emitidos por los encuestados, las opiniones que se encuentran entre el "acuerdo" y el "muy de acuerdo" hacen referencia a que todas las especies estamos condenadas a desaparecer (ítem nº 10) y paradójicamente al convencimiento de que es posible conservar todas las especies y parajes de la Tierra (ítem nº 11) si todos hiciésemos un esfuerzo (ítem nº 12). Otras opiniones que podríamos calificar de "acuerdo mitigado" hacen alusión a la necesidad de tener en cuenta los daños que causamos a la naturaleza cuando obtenemos beneficios de ella (ítem nº 23), y a que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente (ítem nº 24), pareceres que concuerdan con su visión de que es posible el progreso de la humanidad en general sin dañar a la naturaleza (ítem nº 26), y de la ciencia en particular (ítem nº 72), aunque no lo estamos haciendo así (ítem nº 27). En este mismo intervalo de opinión tendente al acuerdo, el alumnado manifiesta su disposición a participar en campañas medioambientales (ítem nº 30) y considera que puede contribuir personalmente a la preservación de la naturaleza (ítem nº 36), afirmando que merece la pena esforzarse por ello (ítem nº 37). Encontramos opiniones con valoraciones similares que denotan una

actitud favorable hacia las clases de ciencias (ítem nº 41), hacia las mejoras que la ciencia ha introducido en la calidad de vida (ítem nº 44) y hacia las personas que se dedican a ella (ítem nº 45), entre otras cosas, porque las consideran normales y comunicativas (ítem nº 51).

Por ultimo, aquellas opiniones en las que las cuatro opciones elegidas aparecen en proporciones similares, es decir, aquellas que van desde el "muy en desacuerdo" hasta el "muy de acuerdo" son, por ejemplo, la número cinco, en la que se pone en duda la posibilidad de que las tecnologías avancen sin menoscabar la naturaleza (ítem nº 7), y las que especulan con la posibilidad de evitar situaciones medioambientales adversas gracias a la información de la población (ítem nº 13), a la educación ambiental (nº 14) o a la solidaridad con los más desfavorecidos (ítem nº 16). Tampoco existe entre los encuestados una opinión definida, lo que se traduce en una elevada dispersión, a la hora de asociar los problemas del Tercer Mundo con los de la naturaleza (ítem nº 17), ni con la crisis del medio ambiente (ítem nº 18). Otras declaraciones en las que se aprecia gran dispersión en las puntuaciones, son aquellas en las que se interpela sobre la intención de unirse a grupos ecologistas con el fin de defenderse ante la instalación de un vertedero cerca de casa (ítem nº 33), de una fábrica contaminante (ítem nº 34), e incluso, de una central nuclear (ítem nº 35). Este elevado grado de indefinición en la opinión generalizada de la muestra se pone de manifiesto, también, en cuestiones muy relacionadas con las anteriores, por ejemplo cuando se alude al carácter local o privado del uso de los recursos (ítem nº 38) y al idealismo que subyace ante conductas como la separación de residuos sólidos urbanos (ítem nº 39).

También aparecen opiniones muy dispersas en la mayoría de cuestiones referidas a la ciencia, de modo que, por ejemplo, no hay una tendencia definida de aceptación o rechazo ante el tópico del científico solitario y genial (ítem nº 49) o ante la idea de que quienes se dedican a la ciencia se relacionen con la élite social (ítem nº 53) y lleven una vida alejada del lujo (ítem nº 55). La opinión del alumnado tampoco se orienta en una dirección preferente cuando se cuestiona que los científicos no se dejan llevar por las modas e ideas del momento (ítem

nº 56), o cuando se menciona la posible influencia de éstas en su trabajo (ítem nº 59); resultados éstos que concuerdan con la dispersión de respuestas que se obtienen, de forma muy similar, en los ítems cincuenta y siete y cincuenta y ocho, que hacen referencia a la neutralidad de la ciencia. Profundizando en la naturaleza del trabajo científico y, en particular, de sus métodos, seguimos viendo amplios intervalos de dispersión ante la idea de que existe un método científico rígido (ítem nº 60),y de que si se aplica de forma exhaustiva, encontraremos soluciones a todos los problemas (ítem nº 61), aunque tampoco se pronuncian con claridad cuando se afirma que cada científico tiene su forma de trabajar (ítem nº 62).

No es de extrañar, que la vaguedad en las concepciones del grupo en cuanto a la ciencia, y la propia complejidad conceptual de la trama medioambiental en sí misma, dé como resultado, igualmente, una gran dispersión en las opciones de respuesta ante las cuestiones que las relacionan. De este modo, no hay una tendencia clara a la hora de exonerar a la ciencia del deterioro ambiental (ítem nº 64), de la contaminación (ítem nº 66), o de los problemas ambientales en sentido amplio (ítem nº 67), como tampoco se muestra seguridad ante la idea de que la naturaleza se seguiría degradando aún sin la existencia del conocimiento científico (ítem nº 65). La idea de progreso, asociada a la ciencia, también obtiene un elevado grado de respuestas compartidas entre las cuatro opciones, como en la cuestiones sesenta y siete y sesenta y ocho, de formulación muy similar, o en la sesenta y nueve, que incorpora el componente del desarrollo tecnológico. Igual sucede cuando se pide opinión acerca de la posibilidad de compatibilizar el avance de la ciencia con la conservación del medio ambiente (ítem nº 71) o con el respeto a la naturaleza (ítem nº 73), o cuando se apunta la posibilidad de que el conocimiento científico pueda resolver los problemas medioambientales (ítem nº 75) y al deterioro de la naturaleza (ítem nº 76).

VI.1.1.2. Análisis y discusión de frecuencias y porcentajes obtenidos del grupo experimental en situación pretest.

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	57	10	10	0
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente	55	19	2	1
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	0	7	20	50
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	0	2	17	58
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	4	16	45	12
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar	11	44	21	1
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	12	29	34	2
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	21	37	11	8
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo	43	29	3	2
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	11	20	20	23
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra	2	9	25	41
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción	0	6	26	45
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada	12	25	28	12
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales	5	14	32	26
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	18	27	22	7
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos	8	21	38	10

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza	7	24	24	22
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente	15	25	24	10
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente	22	26	20	9
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	32	22	15	8
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	42	16	11	4
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando	38	19	10	10
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos	4	9	11	53
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente	6	6	23	36
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza	45	29	3	0
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza	2	15	27	33
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras	4	10	28	31
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales	56	11	6	4
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo	58	10	8	1
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales	2	4	29	39
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza	0	6	34	37
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos	51	14	8	3

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa	11	13	25	25
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo	32	21	20	4
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo	45	23	2	7
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza	0	7	28	39
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza	2	5	18	52
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás	40	21	11	5
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas	42	13	8	1
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias	2	5	20	50
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo	40	24	9	2
43	Odio las clases de ciencias	50	18	6	1
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	0	7	29	41
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste	2	15	20	38
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos	51	16	7	1
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos	45	22	8	2
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal	57	13	4	1
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando	21	15	24	15

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo	8	29	27	12
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas	3	4	17	50
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos	43	25	3	1
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes	17	30	21	8
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia	50	18	6	1
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes	5	18	27	25
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento	23	32	7	15
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	5	15	29	26
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento	12	25	28	9
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento	15	15	34	12
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa	10	20	31	14
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas	4	21	36	14
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo	25	28	16	7
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente	22	30	16	7
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora	26	34	9	8
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos	31	27	13	4

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay	20	23	25	9
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente	20	27	21	7
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos	6	24	31	16
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente	4	15	29	28
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza	4	12	28	31
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza	1	8	31	36
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica	23	33	15	4
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza	25	36	10	4

TABLA Nº 12. Frecuencia de respuestas válidas del grupo experimental en situación pretest para cada ítem.
FUENTE: Elaboración propia.

Una vez tabulados los resultados del grupo experimental, se ha procedido al cálculo de porcentajes de respuestas válidas de las cuatro alternativas: 1 para el *muy en desacuerdo* (MD), 2 para el desacuerdo (A), 3 para el acuerdo (D) y 4 para el *muy de acuerdo* (MA). Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	74,0	13,0	13,0	0
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	71,4	24,7	2,6	1,3
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	0	9,1	26,0	64,9
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	0	2,6	22,1	75,3

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	5,2	20,8	58,4	15,6
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	14,3	57,1	27,3	1,3
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	15,6	37,7	44,2	2,6
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	27,3	48,1	14,3	10,4
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	55,8	37,7	3.9	2,6
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	14,9	27,0	27,0	31,1
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	2,6	11,7	32,5	53,2
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	0	7.8	33,8	58,4
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	15,6	32,5	36,4	15,6
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales.	6.5	18,2	41,6	33,8
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	24,3	36,5	29,7	9,5
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	10,4	27,3	49,4	13,0
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	9,1	31,2	31,2	28,6
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	20,3	33,8	32,4	13,5
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	28,6	33,8	26,0	11,7
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	41,6	28,6	19,5	10,4

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	57,5	21,9	15,1	5,5
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando.	49,4	24,7	13,0	13,0
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	5,2	11,7	14,3	68,81
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente.	8,5	8,5	32,4	50,7
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza .	58,4	37,7	3,9	0
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	2,6	19,5	35,1	42,9
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras.	5,5	13,7	38,4	42,5
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	72,7	14,3	7,8	5,2
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	75,3	13,0	10,4	1,3
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	2,7	5,4	39,2	52,7
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	0	7,8	44,2	48,1
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	67,1	18,4	10,5	3,9
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	14,9	17,6	33,8	33,8
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	41,6	27,3	26,0	5,2
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	58,4	29,9	2,6	9,1
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	0	9,5	37,8	52,7

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	2,6	6,5	23,4	67,5
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás	51,9	27,3	14,3	6,5
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas	56,8	17,6	10,8	14,9
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	2,6	6,5	26,0	64,9
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo.	53,3	32,0	12,0	2,7
43	Odio las clases de ciencias.	66,7	24,0	8,0	1,3
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	0	9,1	37,7	53,2
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste	2,7	20,0	26,7	50,7
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	68,0	21,3	9,3	1,3
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos.	58,4	28,6	10,4	2,6
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal	76,0	17,3	5,3	1,3
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	28,0	20,0	32,0	20,0
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	10,5	38,2	35,5	15,8
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	4,1	5,4	23,0	67,6
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	61,3	33,3	4,0	1,3
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	22,4	39,5	27,6	10,5
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	66,7	24,0	8,0	1,3
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	6,7	25,0	35,0	33,3

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento	29,9	41,6	9,1	19,5
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	6,7	20,0	38,7	34,7
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	16,2	33,8	37,8	12,2
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	19,7	19,7	44,7	15,8
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	13,3	26,7	41,3	18,7
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas	5,3	28,0	48,0	18,7
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	32,9	36,8	21,1	9,2
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente.	29,3	40,0	21,3	9,3
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	33,8	44,2	11,7	10,4
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	41,3	36,0	17,3	5,3
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	26,0	29,9	32,5	11,7
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente.	26,0	35,1	27,3	11,7
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	7,8	31,2	40,3	20,8
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	5,3	19,7	38,2	36,8
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza.	5,3	16,0	37,3	41,3
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza	1,3	10,5	40,8	47,4

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	30,7	44,0	20,0	5,3
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	33,3	48,0	13,3	5,3

TABLA Nº 13. Porcentajes de respuestas válidas del grupo experimental en situación pretest.
FUENTE: Elaboración propia.

Se describen, en primer lugar, aquellas cuestiones con las que el alumnado del grupo experimental no se identifica, manifestándose "muy en desacuerdo" (opción 1) o en una clara "tendencia al desacuerdo" (opciones 1 y 2 sumadas). Así, en lo que se refiere a la conservación del medio ambiente, hay opiniones que se identifican con "muy en desacuerdo" respecto a que los problemas del medio ambiente no sean su problema (74%) y a que tengan *demasiadas cosas en qué pensar para tener que ocuparse del medio ambiente* (71,4%). La tendencia al desacuerdo (suma de MD con D), puede apreciarse ante la idea de que se esté exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo (93,5 %); y ante aquellas afirmaciones que corresponden a una visión puramente de mercado anteponiendo el desarrollo económico (70,2 %), el beneficio material (79,4 %) y la explotación desmedida (74,1 %) a los daños que se puedan producir a la naturaleza. Se constata a su vez esta misma opinión tendente al desacuerdo, en cuanto a que se puedan explotar sin medida los recursos naturales con la confianza de que en el futuro existirán otras fuentes de riqueza (96,1 %) e innovadoras tecnologías completamente limpias (75,3%) para las cuales no exista ningún problema imposible de solucionar (71 %).

En cuanto a lo que podríamos llamar "intención de conducta ambiental" (ítems comprendidos entre el nº 28 y el nº 39), el alumnado declara estar "muy en desacuerdo", es decir, que manifiesta un rechazo total, ante la idea de permanecer pasivos (72,7 %) o de que *no se cuente con ellos* a la hora de hacer

frente a los problemas ambientales (75%), rechazando incluso el supuesto de que fuese sólo por cuestiones que les afectasen personalmente a ellos o a sus seres queridos (67,1%). No obstante, el nivel de discrepancia que existe como "tendencia al desacuerdo" (supera el 70% sumados MD y D), se atenúa cuando se introduce el componente de factibilidad en las acciones que se puedan desarrollar (como sucede en los ítems 34 y 35, de similar contenido), o cuando se alude al idealismo y a la transposición de lo local a lo global.

El grupo experimental se muestra "muy en desacuerdo" (76%) con el mito del científico como genio solitario, mientras que encontramos tendencia al desacuerdo (del 85 % al 95% sumados MD y D) en aquellas sentencias que muestran rechazo hacia el aprendizaje y las clases de ciencias, en la actitud hacia la ciencia, así como en aquellas cuestiones que hacen referencia al elevado poder adquisitivo de los científicos, o a su supuesta impermeabilidad a ser influidos por las ideas *de moda*, aunque en menor grado (71,5% en el ítem nº 56).

La "tendencia al desacuerdo" (MD más D) se muestra también, aunque de forma más moderada por efecto de una mayor dispersión, cuando se valora la posible relación entre ciencia y deterioro medioambiental; así un 69,3 % rechaza que la ciencia sea responsable del deterioro del medio ambiente, un 78 % se muestra disconforme con la idea de que *con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora*; y un 77,3% descarta que no existe relación entre la contaminación y los avances científicos. En torno a un 80% opina, en las cuestiones 75 y 76, que la ciencia nunca solucionará los problemas ambientales.

El grupo experimental muestra también, en situación pretest, opiniones favorables, que en su mayoría se corresponden con los ítems de signo opuesto (afirmativo-negativo) a los que acabamos de comentar, lo cual nos está indicando que la escala ha sido cumplimentada con equidad en el juicio por los alumnos encuestados. Así, el 75,3 % está "muy de acuerdo" en que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza y muestra una marcada

"tendencia al acuerdo" (90,9 % sumando A y CA) en que su colaboración es importante en la protección del medio ambiente.

Resulta llamativo que el alumnado no esté totalmente de acuerdo (más de un 70 % de CA) con ninguna otra cuestión, aunque sí se aprecie tendencia al acuerdo (suma de CA más A) en varias. Así por ejemplo, un 74 % asume el mito tecnológico cuando afirma estar seguro de que dentro de poco existirán tecnologías completamente limpias. En una línea de pensamiento afín con lo anterior, muestran tendencia al acuerdo en que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra (85,5%), contando con el esfuerzo común (92,2 %) y con la ayuda de la educación ambiental (75,4 %). Por otra parte, hay una opinión mayoritariamente favorable (83,1 % de A más CA), hacia la idea de que no podemos explotar la naturaleza sin tener en cuenta los daños que causamos. No obstante, resulta llamativo comprobar cómo, mientras existe la creencia de que *es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza* (78%), se tiene conciencia de que la manera que tenemos de explotar a la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras (80,9 %) y piensan que éstas nos lo reprocharán en el futuro (83,1 %).

La "tendencia al acuerdo" (suma de CA y A), se constata también, en cuanto a la disponibilidad personal para colaborar en campañas medioambientales (91,9 %), y para actuar en defensa de la naturaleza (92,3 %), aunque para ello tuviesen que unirse a grupos ecologistas en el supuesto de que no les gustasen (67,6 %). La intención de participación en pro de la naturaleza se ve respaldada por la creencia de que es posible la conservación con su esfuerzo personal y prescindiendo de algunas comodidades (90,5%) y el convencimiento de que merece la pena esforzarse (90,9%).

El alumnado del grupo experimental, se encuentra *muy bien* durante las clases de ciencias (90,9%), y posee una valoración positiva sobre la ciencia, ya que un 90,9% cree que la calidad de vida ha mejorado gracias a ésta y siente admiración por quienes se dedican a labores científicas (77,4%). Se confirma también la tendencia al acuerdo (90,6%) al considerar a *los* científicos como

personas normales y comunicativas, en contraposición, como ya hemos visto, de la idea del individuo solitario y raro.

Se puede constatar (73,4%) la tendencia a creer en el mito de la neutralidad de la ciencia, aunque en una sola de las cuatro cuestiones que se refieren él, *que la ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie*, por lo que la interpretación de este resultado debe ser especialmente cautelosa.

La idea de que la ciencia pueda avanzar sin dañar al medio ambiente está presente en un 78,6% en el ítem 72 y en un 88,2% en el número 73, ambos de formulación muy similar.

Existe un número considerable de cuestiones que ha mecido una valoración heterogénea, al estar sus porcentajes a caballo entre el "acuerdo" y el "desacuerdo" manifestado por el alumnado, y en ningún caso, hay una de las cuatro opciones de respuesta que supere el 35%. En este nivel de opinión se sitúan cuestiones tales como la nº 7 "por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza", y la nº 10 "todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano" con un marcado carácter hipotético. Tampoco existe un criterio definido (puntuaciones muy repartidas) en la importancia que se concede a la información y a la concienciación en temas ambientales. Del mismo modo, resulta evidente, por la dispersión en los cuatro ítems (del 16 al 19) que aluden a esta cuestión, la falta de tendencias de opinión claras respecto a que la pobreza (subdesarrollo) y los problemas medioambientales estén relacionados.

Las valoraciones del alumnado, aparecen igualmente repartidas, respecto a la imagen que poseen de los científicos como seres solitarios, cuando se hace referencia al trabajo de estos en equipo, y cuando se les relaciona con estatus sociales elevados. En cuanto a concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, (ítems 48 a 62) la opinión del grupo se halla también muy dividida, y salvo en las cuestiones ya comentadas anteriormente, no parece existir un convencimiento

firme sobre la forma de vida de los científicos, ni sobre la rigidez o flexibilidad de su metodología de trabajo.

Se considera significativa la falta de consenso alguno entre los encuestados, en cuanto a la incompatibilidad de los avances científicos con el deterioro ambiental, como se pone de manifiesto en las respuestas que los alumnos de grupo experimental dan a los ítems comprendidos entre el sesenta y siete y el setenta y uno, y que matizaría en parte las moderadas tendencias al acuerdo y al desacuerdo ya comentadas en cuestiones de la misma índole.

VI.1.2. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos del grupo control en situación pretest

VI.1.2.1. Análisis y discusión de los resultados, considerando la media, moda y desviación típica del grupo control en situación pretest

En la Tabla Nº 14 se pueden observar los valores calculados de media, moda y desviación típica, así como el intervalo de variación obtenido al restar y sumar a la media la desviación típica en casa caso, obtenidos tras la aplicación del CACMA al grupo control en situación pretest.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	1,30	1	,686	,614-1,986
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	1,54	1	,712	,828-2,252
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	3,53	4	,657	2,873-4,187
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	3,75	4	,630	3,120-4,380
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	2,97	3	,751	2,219-3,721

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	1,81	2	,740	1,070-2,550
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	2,75	3	,898	1,852-3,648
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	1,94	1	,867	1,073-2,807
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	1,78	1	,970	,810-2,750
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	2,82	4	1,163	1,657-3,983
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	3,19	4	,921	2,269-4,111
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	3,35	3	,680	2,670-4,030
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	2,43	3	,812	1,618-3,242
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales.	3,24	3	,720	2,520-3,960
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	2,27	3	,930	1,340-3,200
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	2,32	3	1,013	1,307-3,333
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	2,77	3	,986	1,784-3,756
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	2,46	2	1,023	1,437-3,483
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	2,10	3	,900	1,200-3,000
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	1,75	1	,926	,824-2,676

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	1,39	1	,706	,684-2,096
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando	1,76	1	1,003	,757-2,763
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	3,41	4	,986	2,424-4,396
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente..	2,97	4	1,093	1,877-4,063
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza.	1,33	1	,655	,675-1,985
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	3,38	4	,793	2,587-4,173
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras.	3,25	4	,884	2,366-4,134
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	1,23	1	,598	,632-1,828
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	1,29	1	,682	,608-1,972
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	3,39	4	,791	2,599-4,181
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	3,51	4	,638	2,872-4,148
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	1,73	1	,902	,828-2,632
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	2,57	3	1,140	1,430-3,710
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	1,58	1	,942	,638-2,522
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	1,43	1	,887	,543-2,317

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	3,41	4	,855	2,555-3,410
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza	3,72	4	,678	3,042-4,398
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás.	1,62	1	,821	,799-2,441
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas.	1,92	1	1,118	,802-3,038
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	3,36	4	,724	2,636-4,084
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo.	1,70	1	,806	,894-2,506
43	Odio las clases de ciencias.	1,56	1	,797	,763-2,357
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	3,49	4	,620	2,870-4,110
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	3,32	4	,840	2,480-4,16
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	1,27	1	,524	,746-1,794
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos.	1,44	1	,716	,724-2,156
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal.	1,33	1	,693	,637-2,023
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	2,20	1	1,067	1,133-3,267
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	2,69	3	,950	1,740-3,640
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas..	3,59	4	,760	2,830-4,350
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	1,32	1	,611	,709-1,931
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	2,22	2	,961	1,259-3,181

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	1,66	1	,846	,814-2,506
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	3,01	3	,913	2,097-3,923
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	1,99	1	1,026	,964-3,016
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	3,38	4	,722	2,658-4,102
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	2,18	3	,908	1,272-3,088
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	2,56	3	1,006	1,554-3,566
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	2,91	4	1,015	1,895-3,925
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas.	2,42	2	,886	1,534-3,306
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	2,36	2	1,087	1,273-3,447
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente.	2,37	2	,989	1,381-3,359
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	2,17	2	,880	1,290-3,050
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	1,72	1	,891	,829-2,611
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	2,01	1	,939	1,071-2,949
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente.	2,14	1	1,003	1,137-3,143
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	2,31	3	,892	1,418-3,202

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	3,16	4	,961	2,199-4,121
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza.	3,18	4	,844	2,336-4,024
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza.	3,66	4	,597	3,063-4,257
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	2,14	2	,916	1,224-3,056
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	1,89	2	,816	1,074-2,706

TABLA 14. Media, moda, desviación típica e intervalo de variación del grupo control en situación pretest.
FUENTE: Elaboración propia.

De una primera lectura de los datos se desprende, que la media de las opiniones del grupo control en el pretest varía entre 1,23 para el ítem número veintiocho, y 3,73 del número cuatro, lo que pone de manifiesto una gran heterogeneidad en las respuestas si tomamos en consideración que el CACMA es una escala Likert de cuatro tramos de opinión: 1 para el "*muy en desacuerdo"* (M.D.), 2 para el "*desacuerdo"* (A), 3 para el "*acuerdo"* (D) y 4 para el "*muy de acuerdo"* (M.A.).

Por tanto, debemos considerar como "*muy en desacuerdo"*, los valores inferiores a 1,60; como "*en desacuerdo"*, si están comprendidos entre 1,60 y 2,59; interpretaremos que hay "*acuerdo"* si la media está entre 2,60 y 3,59; y por último, los valores iguales o mayores a 3,60 estarán indicando "*muy de acuerdo"*.

Un análisis más detallado de la media aplicando estos intervalos, muestra que del total de setenta y dos (72) cuestiones válidas, hay trece en las que existe completo desacuerdo (MD.), treinta y una quedan englobadas en la categoría "*desacuerdo"* (D), veinticinco equivaldrían a "*acuerdo"*, y tres a completo acuerdo (M.A.). Agrupando estos resultados, se observa que para cuarenta y

cuatro cuestiones el alumnado del grupo control tiende en el pretest al desacuerdo más o menos acentuado, y al acuerdo en treinta y cuatro de ellas.

La desviación típica, toma valores comprendidos entre 0,524 y 1,163 ; trece ítems superan la unidad y sólo tres bajan de 0,6.

Otra característica a destacar es el hecho de que la desviación típica se comporta de un modo bastante similar en la totalidad de las respuestas, no apreciándose relación con los respectivos valores que toma la media, en parte porque el CACMA contiene aproximadamente tantos enunciados afirmativos como negativos sobre los mismos tópicos. El estudio pormenorizado de frecuencias puede confirmar este extremo y respaldar nuestro convencimiento de que el alumnado ha respondido con seriedad a las cuestiones.

Al examinar la moda se comprueba que el puntaje más frecuente es el 1 (MD), que aparece en veintisiete ocasiones; el 2 (D) está presente en nueve, el 3 (A) en quince, y el 4 (MA) en veintiuna. Por tanto, podemos afirmar que existe dispersión en las frecuencias modales, siendo las opiniones extremas ligeramente más frecuentes.

A continuación, realizaremos un análisis en el que valoraremos los ítems orientados hacia el desacuerdo total ("muy en desacuerdo"); hacia un desacuerdo más mitigado ("desacuerdo"), o bien hacia opciones que comparten el desacuerdo profundo ("muy en desacuerdo") con el desacuerdo más mitigado ("desacuerdo"). En el otro extremo, realizaremos el mismo proceso que el expuesto, pero hacia el acuerdo y, por último, valoraremos la dispersión de las opiniones, atendiendo a la consideración de las cuatro opciones elegidas en proporciones similares, es decir, desde el "muy en desacuerdo" hasta el "muy de acuerdo".

Los alumnos del grupo control, en el pretest, manifiestan desacuerdo total ("muy en desacuerdo") respecto a que los problemas del medio ambiente son ajenos a ellos (ítem nº 1), y a que no se ocupen del medio ambiente (ítem nº 2),

oponiéndose, claramente, a formas de explotación de los recursos naturales que consideran más importantes los beneficios económicos (ítem nº 21), y a las que confían en que, en el futuro, existirán otras fuentes de riqueza (ítem nº 25). De una manera coherente con lo anterior, se pone de manifiesto el desacuerdo total de los alumnos consultados, ante su posible inhibición ante los problemas medioambientales (ítem nº 28) y cuando se les necesite , expresamente, para salvar a la naturaleza (ítem nº 29). En un grado similar de oposición ("muy en desacuerdo"), los encuestados rechazan sentir odio hacia las clases de ciencias (ítem nº 43), menospreciar la ciencia (ítem nº 46), o no reconocer la importancia que tienen los conocimientos científicos para la humanidad (ítem nº 47). Así mismo, el rechazo es total ("muy en desacuerdo") frente a ciertas visiones estereotipadas sobre los científicos, como la vitola de que sean genios solitarios (ítem nº 48) y hacia la idea de que sean necesarias grandes inversiones económicas para poder experimentar (ítem nº 52).

Tan sólo el ítem número seis, en el que los alumnos descartan que las nuevas tecnologías puedan solucionar todos sus problemas, presenta un intervalo de media comprendido entre 1,070 y 2,550 , por lo que podría considerarse el único ítem cuya valoración coincide con el "desacuerdo" .

Las opiniones que se orientan hacia el total desacuerdo, pero con escasas diferencias, por su mayor desviación típica, respecto al "desacuerdo más mitigado" que comentábamos en el párrafo anterior, son numerosas. Por tanto, nos referiremos a continuación a las opiniones compartidas entre las opciones "muy en desacuerdo (MD) y "en desacuerdo (D). Este es el caso, sin ir más lejos, del ítem número ocho, según el cual, las tecnologías limpias son una quimera; o del número nueve, que afirma que la degradación del medio es un proceso natural, y que por tanto se exagera la importancia de estos temas. El alumnado manifiesta esta misma tendencia de opinión ante aquellos enunciados que anteponen el desarrollo económico a la conservación de la naturaleza (ítem nº 20), o simplemente, defienden la explotación, sin medidas ambientales, de los recursos naturales (ítem nº 22). Es evidente el enorme rechazo que suscitan, entre los encuestados, las expresiones en las que se da a entender que

mantendrían una actitud indiferente ante problemas medioambientales, en el caso de que no afectasen sólo a personas cercanas (ítem nº 32), pero también cuando se ejemplifica con situaciones concretas, como la instalación de una fábrica contaminante (ítem nº 34) o de una central nuclear (ítem nº 35). Obtienen similares valoraciones de desacuerdo los ítems que desprecian las acciones conservacionistas que trascienden lo propio (nº 38), y los que tildan de idealistas a quienes separan las basuras en casa para su posterior reciclaje (nº 39). También encontramos, en las respuestas recabadas en el grupo control, un evidente desacuerdo ante afirmaciones como que aprender ciencias es pesadísimo (ítem nº 42), ante aquellas que transmiten la idea de que los científicos son personas solitarias que se pasan la vida investigando (ítem nº 49), además de ser pobres (ítem nº 54). En cuanto a la relación que pueda existir entre ciencia y contaminación (ítem nº 66), las valoraciones obtenidas de estos alumnos, son contrarias a esta idea, como también lo son a que los científicos no puedan dar soluciones a los problemas ambientales (ítem nº 76).

Respecto al acuerdo mitigado ("acuerdo") , una vez considerado el intervalo de media, podemos ver que sólo tres ítems quedan englobados en esta categoría de respuesta: el número cinco, que hace referencia a que los alumnos tienen la plena seguridad de que en poco tiempo habrá tecnologías que no contaminen el medio ambiente, el número doce, que alude a la posibilidad de salvar de la extinción a todas la especies, y uno de los que muestran la disposición de los alumnos a participar en la defensa de la naturaleza (ítem nº 31).

El alumnado del grupo control sostiene opiniones acentuadamente afirmativas ("muy de acuerdo") hacia el hecho de considerar su colaboración muy importante en la protección del medio ambiente, opinión reflejada en dos ítems, el número tres y el número cuatro, ambos de redacción muy parecida. De forma análoga a los juicios anteriores, se manifiesta acuerdo total ("muy de acuerdo") en que merece la pena esforzarse para evitar perjudicar a la naturaleza (ítem nº 37). Por último, sólo se alcanza un grado de acuerdo similar ("muy de acuerdo") al expresar, los encuestados, su convencimientote que se pueden realizar avances científicos respetando, al mismo tiempo, la naturaleza (ítem nº 73).

Existen también, aunque con una mayor dispersión en la consistencia de los juicios, opiniones que se encuentran entre el "acuerdo" y el "muy de acuerdo"; hacen referencia a que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta el daño que causamos (ítem nº 23) y a que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente (ítem nº 24). Por otra parte, existe, entre el alumnado, el convencimiento de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza (ítem nº 26), y la seguridad de que la manera que tenemos de explotar los recursos no dejará nada aprovechable para las generaciones venideras (ítem nº 27). Estas opiniones se ven reforzadas por la disposición a participar en campañas medioambientales (ítem nº 30) y a contribuir personalmente, con su esfuerzo, a la preservación de la naturaleza (ítem nº 36). Por otra parte, los encuestados manifiestan encontrarse a gusto en las clases de ciencias (ítem nº 41) y sus valoraciones sobre la ciencia son positivas; así las puntuaciones a caballo entre el "acuerdo" y el "muy de acuerdo" se encuentran también en ítems, como el cuarenta y cuatro, en el que se pone de manifiesto la creencia de que los conocimientos científicos han mejorado la calidad de vida; y en otros, como el cuarenta y cinco, en el que los alumnos declaran sentir admiración hacia quienes se dedican a la ciencia. De la misma forma, muestran su aprobación ante la idea de que los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas (ítem nº 51), y ante el convencimiento de la objetividad del saber científico (ítem nº 57). Finalmente, encontramos valoraciones altas, compartidas entre el "acuerdo" y el "muy de acuerdo", cuando se plantea la posibilidad de que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente (ítem nº 71) y sin estropear la naturaleza (ítem nº 72).

Concluiremos este apartado, analizando aquellas opiniones en las que las cuatro opciones elegidas aparecen en proporciones similares, es decir, aquellas que van desde el "muy en desacuerdo" hasta el "muy de acuerdo". Son, por ejemplo, la número siete, en la que se pone en duda la posibilidad de que las tecnologías avancen sin degradar la naturaleza, la número diez, que aboga por la extinción como final plausible de todas las especies; y, aunque con valores desplazados hacia el "acuerdo", pero con un intervalo de media que invade la zona del

"desacuerdo", la número once, en la que se hace referencia a que es posible la conservación total. La falta de un a tendencia clara de opinión, se observa también, en las cuestiones relacionadas con la importancia, respecto a los problemas ambientales, de tener una población bien informada (ítem nº 13), de contar con más educación ambiental (ítem nº 14), o de que la población esté concienciada (ítem nº 15). Tampoco existe entre los encuestados una opinión definida, lo que se traduce en una elevada dispersión, a la hora de asociar la posible salida de la crisis ambiental con valores como la solidaridad (ítem nº 16), como tampoco los problemas del Tercer Mundo (ítem nº 17), ni el subdesarrollo (ítem nº 18), son relacionados con los de la naturaleza, incluso cuando no se especula con el sentido de la posible relación (ítem nº 19). Se aprecia gran dispersión en las puntuaciones, igualmente, cuando se sugiere la posibilidad de unirse a grupos ecologistas con el fin de defenderse ante la instalación de un vertedero cerca de casa (ítem nº 33). También aparecen opiniones repartidas entre el acuerdo y el desacuerdo, ante el convencimiento de que todos los científicos trabajan en grupo (ítem nº 50), se relacionan con la élite social (ítem nº 53) y llevan una vida alejada del lujo (ítem nº 55). La opinión del alumnado tampoco se orienta en una dirección preferente cuando se cuestiona que los científicos no se dejan llevar, en su trabajo, por las modas e ideas del momento (ítem nº 56), por la política (ítem nº 58), o por las formas de pensar reinantes (ítem nº 59). Profundizando en la naturaleza del trabajo científico y, en particular, de sus métodos, seguimos viendo amplios intervalos de dispersión de opinión ante la idea de que existe un método científico riguroso (ítem nº 60),y de que si se aplica de forma exhaustiva, encontraremos soluciones a todos los problemas (ítem nº 61), no obstante, tampoco se pronuncian con claridad cuando se afirma que cada científico tiene su forma de trabajar (ítem nº 62). La centralidad y dispersión en las opciones de respuesta, se ve reflejada ante el planteamiento de eximir a la ciencia del deterioro ambiental (ítem nº 64), o de los problemas ambientales en sentido amplio (ítem nº 67), como tampoco se muestra seguridad ante la idea de que la naturaleza se seguiría degradando aún sin la existencia del conocimiento científico (ítem nº 65). La idea de que el desarrollo de la ciencia ha traído consigo los problemas ambientales (ítem nº 68), también obtiene un elevado grado de respuestas compartidas entre las

cuatro opciones, al igual que sucede cuando se alude, expresamente a la tecnología (ítem nº 69), y a la creencia de que la investigación nunca los podrá resolver.

VI.1.2.2. Análisis y discusión de frecuencias y porcentajes obtenidos del grupo control en situación pretest.

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	64	7	7	1
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	46	23	10	0
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	1	4	26	48
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	2	2	10	65
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	2	17	41	19
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	30	33	15	0
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	9	17	38	15
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	29	29	18	3
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	40	23	9	7
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	18	7	25	29
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	5	12	25	37
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	1	6	36	36
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	12	25	38	4

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales	0	13	34	32
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	21	21	32	5
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	21	21	26	10
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	9	22	26	22
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	15	29	19	16
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	25	24	27	3
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	39	28	5	7
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	56	17	4	2
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando.	43	20	8	8
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	8	4	14	52
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente.	12	11	22	33
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza .	60	13	5	1
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	2	9	24	43
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras.	4	11	25	39
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	67	7	4	1
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	64	9	4	2

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales..	3	6	27	43
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	1	3	30	45
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	41	22	12	4
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	20	15	23	21
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	52	14	7	6
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	61	7	6	5
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	5	4	24	46
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	2	4	8	65
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás.	44	24	8	3
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas.	41	14	13	11
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	2	5	33	37
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo.	38	30	8	3
43	Odio las clases de ciencias.	48	20	9	2
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	0	5	29	43
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	4	7	28	40
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	61	15	3	0

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos	52	17	7	1
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal.	60	15	1	3
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	26	23	18	12
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo	10	20	31	16
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	2	7	12	58
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	58	19	0	2
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	20	27	21	8
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	43	23	10	3
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	8	8	38	25
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	30	27	9	10
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	2	5	33	39
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	22	24	28	4
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	14	21	27	15
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	9	17	25	28
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas.	12	31	27	9
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	21	22	19	15

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente.	17	28	22	12
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	19	31	22	5
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	41	23	11	4
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	28	25	19	5
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente.	26	23	21	8
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	16	27	28	6
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	7	9	26	35
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza.	3	13	30	33
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza.	1	2	20	56
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	21	33	18	7
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	29	32	16	2

TABLA Nº 15. Frecuencia de respuestas válidas del grupo control en situación pretest para cada ítem.
FUENTE: Elaboración propia.

Una vez tabulados los resultados del grupo experimental, se ha procedido al cálculo de porcentajes de respuestas válidas de las cuatro alternativas: 1 para el *muy en desacuerdo* (MD), 2 para el desacuerdo (A), 3 para el acuerdo (D) y 4 para el *muy de acuerdo* (MA). Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	81,0	8,9	8,9	1,3
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	58,2	29,1	12,7	0
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	1,3	5,1	32,9	60,8
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	2,5	2,5	12,7	82,3
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	2,5	21,5	51,9	24,1
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	38,0	41,8	19,0	0
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	11,4	21,5	48,1	19,0
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	36,7	36,7	22,8	3,8
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	50,6	29,1	11,4	8,9
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	22,8	8,9	31,6	36,7
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	6,3	15,2	31,6	46,8
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	1,3	7,6	45,6	45,6
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	15,2	31,6	48,1	15,1
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales	0	16,5	43,0	40,5
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	26,6	26,6	40,5	6,3
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	26,9	26,9	33,3	12,8
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	11,4	27,8	32,9	27,8

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	19,0	36,7	24,1	20,3
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	31,6	30,4	34,2	3,8
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	49,4	35,4	6,3	8,9
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	70,9	21,5	5,1	2,5
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando.	54,4	25,3	10,1	10,1
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	10,3	5,1	17,9	66,7
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente.	15,4	14,1	28,2	42,3
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza .	75,9	16,5	6,3	1,3
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	2,6	11,5	30,8	55,1
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras.	5,1	13,9	31,6	49,4
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	84,8	8,9	5,1	1,3
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	81,0	11,4	5,1	2,5
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	3,8	7,6	34,2	54,4
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	1,3	3,8	38,0	57,0
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	51,9	27,8	15,2	5,1
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	25,3	19,0	29,1	26,6

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	65,8	17,7	8,9	7,6
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	77,2	8,9	7,6	6,3
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	6,3	5,1	30,4	58,2
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	2,5	5,1	10,1	82,3
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás.	55,7	30,4	10,1	3,8
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas.	51,9	17,7	16,5	13,9
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	2,5	6,3	41,8	46,8
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo.	48,1	38,0	10,1	3,8
43	Odio las clases de ciencias.	60,8	25,3	11,4	2,5
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	0	6,5	37,7	55,8
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	5,1	8,9	35,4	50,6
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	77,2	19,0	3,8	0
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos.	67,5	22,1	9,1	1,3
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal	75,9	19,0	1,3	3,8
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	32,9	29,1	22,8	15,2
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	13,0	26,0	40,2	20,8
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	2,5	8,9	15,2	73,4
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	73,4	24,1	0	2,5

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes	26,3	35,5	27,6	10,5
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	54,4	29,1	12,7	3,8
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	10,1	10,1	48,1	31,6
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	39,5	35,5	11,8	13,6
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	2,5	6,3	41,8	49,4
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	28,2	30,8	35,9	5,1
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	18,2	27,3	35,1	19,5
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	11,4	21,5	31,6	35,4
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas.	15,2	39,2	34,2	11,4
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	27,3	28,6	24,7	19,5
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente.	21,5	35,4	27,8	15,2
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	24,7	40,3	28,6	6,5
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos	51,9	29,1	13,9	5,1
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	36,4	32,5	24,7	6,5
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente.	33,3	29,5	26,9	10,3

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN PRETEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos	20,8	35,1	36,4	7,8
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	9,1	11,7	33,8	45,5
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza.	3,8	16,5	38,0	41,8
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza.	1,3	2,5	25,3	70,9
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	26,6	41,8	22,8	8,9
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	36,7	40,5	20,3	2,5

TABLA Nº 16. Porcentajes de respuestas válidas del grupo control en situación pretest.
FUENTE: Elaboración propia.

Comenzaremos el análisis de frecuencias y porcentajes, comentando aquellas cuestiones con las que el alumnado que constituye el grupo control no se identifica, manifestándose "muy en desacuerdo" (opción 1) o en una clara "tendencia al desacuerdo" (opciones 1 y 2 sumadas), como por ejemplo, respecto a que los problemas del medio ambiente no sean su problema (81% de MD) y a que estén demasiado ocupados para tener que pensar en el *medio ambiente* (87,3 % de MD y D sumados). La "tendencia al desacuerdo" (suma de MD con D), puede apreciarse también frente a la creencia de que no existen problemas imposibles de solucionar por la tecnología (79,8 %) y ante la idea de que las tecnologías limpias son una quimera (73,4 %); además, existe una clara oposición a que se esté exagerando mucho respecto a los problemas ambientales , porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo (79,7 % de MD más D). Los alumnos no piensan que el desarrollo de la economía esté por encima de los daños que se puedan causar a la naturaleza (84,8 % de MD más D), ni que el beneficio económico sea más importante, cuando se utiliza un recurso natural, que sus efectos sobre el medio (70,9 % de MD); como también se oponen a que se deba explotar la naturaleza sin evaluar los daños que se puedan producir (79,7 % de MD más D sumados), aún con la confianza de que

en el futuro se puedan encontrar alternativas (75,9 % de MD). De manera coherente con los juicios expresados anteriormente, el alumnado rechaza contundentemente mostrar pasividad ante los problemas ambientales (84,8 % de MD) y a la hora de "salvar a la naturaleza" (81 % de MD), y aunque en menor medida (79,7 de MD y D sumados), también rechazan que sólo se movilizarían en el caso hipotético de que un problema les afectase directamente a ellos o a sus seres queridos. La creencia de que no se pueda hacer nada para evitar la instalación de una fábrica contaminante en las cercanías a sus domicilios, es descartada por el grupo (83,5 % de MD y D sumados), de la misma manera que no aceptan la idea de no protestar si se tratase de una central nuclear (77,2 % de MD); por otra parte, tampoco creen que la preocupación por los recursos naturales no deba trascender los límites de lo particular (86,1 % de MD y D sumados) y rechazan que se pueda calificar de idealistas a quienes practican la separación de residuos en casa (69,6 % de MD y D sumados).

Por otra parte, el grupo se muestra contrario a que aprender ciencias sea pesado (86,1 % de MD y D sumados), y descarta albergar sentimientos de odio hacia las clases de esta asignatura (86,1 % de MD más D). El desacuerdo es manifiesto a su vez, frente a la idea de que se pueda vivir sin la ciencia (77,2 % de MD), y ante la afirmación de que la humanidad no necesita el conocimiento científico (89,6 % de MD más D). Los alumnos también rechazan que la ciencia sea cosa de genios solitarios y no para la gente normal (75,9 % de MD), la necesidad de tener riquezas para poder experimentar (73,4 %), y el convencimiento de que ningún pobre pueda dedicarse a estas tareas (83,5 % de MD y D sumados). Además, es evidente el desacuerdo con que los científicos sean ajenos a las modas o a las ideas del momento (75% de MD y D sumados).

Los encuestados niegan la existencia de relación alguna entre la contaminación y los avances científicos (81 % de MD y D sumados), y se oponen a la posibilidad de que los científicos den soluciones a los problemas ambientales.

En cuanto a las opiniones favorables, hemos de destacar que, por lo general, se presentan en los ítems que afirman lo contrario que aquellas cuestiones que han obtenido respuestas desfavorables, lo cual es un importante aval de la veracidad con que los alumnos han cumplimentado el cuestionario.

La colaboración personal en la protección del medio ambiente, se considera muy importante para el grupo (93,7% de MA y A sumados), que a su vez se muestra convencido de poder contribuir a la conservación de la naturaleza (82,3 % de MD). Una clara mayoría (76 % de MA y A sumados) confía además en que dentro de poco tiempo se habrán desarrollado tecnologías inocuas para el medio ambiente. Otra idea que recibe un amplio respaldo en los resultados es el convencimiento de que se pueden conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra (78,4 % de MA y A sumados), si todos hiciésemos un esfuerzo (91,2 % de MA y A sumados); y la educación ambiental se contempla como posible solución de la crisis ambiental (83,5 % de MA y A sumados). También existe una clara tendencia al acuerdo (MA y A sumados), ante el convencimiento de que no podemos explotar la naturaleza sin tener en cuenta los daños que causamos (84,6 %), y ante la previsión de que las generaciones futuras nos reprocharán nuestra inadecuada gestión de los recursos naturales (70,5 %), porque el alumnado se muestra convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar al medio ambiente (85,9 % de MA más A), aunque no es esa la realidad (81,0 % de MA más A). Por otra parte, se aprecia, entre los encuestados, disposición a colaborar en campañas medioambientales (88,6 % de MA y A sumados) y a participar en la defensa de la naturaleza (95,0 % de MA y A sumados); y creen que con su esfuerzo personal y prescindiendo de algunas comodidades pueden contribuir a la preservación de la naturaleza (88,6 % de MA y A sumados), porque piensan que merece la pena (82,3 % de MA).

El alumnado asegura encontrarse *muy bien* durante las clases de ciencias (88,6 % de MA y A sumados), y hace una valoración positiva de la ciencia, ya que cree que la calidad de vida ha mejorado gracias a ésta (93,5 % de MA y A sumados) y siente admiración por quienes se dedican a labores científicas (86 % de MA y A sumados). Por otra parte, el grupo se muestra "muy de acuerdo" (73,4 %) en

considerar a los científicos como personas normales y comunicativas, y hay un importante respaldo ante la visión de la ciencia como saber objetivo, impermeable a las influencias externas (91,2 % de MA y A sumados).

La creencia de que la ciencia puede avanzar sin dañar al medio ambiente es respaldada por el alumnado (79,3 % de MA y A sumados), lo cual se confirma en los resultados obtenidos para los otros dos ítems parecidos (79,8 % de MA y A sumados) y 70,9 de MA.

En las restantes cuestiones, aunque podrían advertirse moderadas tendencias, el hecho de que existan porcentajes similares comprendidos entre el "acuerdo" y el "desacuerdo", nos hace considerar, como en los restantes análisis que se realizan en esta investigación, que en estos casos, no hay un estado claro de opinión en lo manifestado por el alumnado. Esta situación se advierte, especialmente, en algunos ítems que implican la realización de predicciones de futuro, como por ejemplo, cuando se afirma que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza, y cuando se asegura que todas las especies estamos condenadas a desaparecer en algún momento. Otras cuestiones en las que aparece un evidente reparto en las opciones de respuesta elegidas por el alumnado, afirman que los problemas ambientales no existen en los países que gozan de una buena educación ambiental, o que su solución requiere, previamente, la solidaridad con los desfavorecidos. No se aprecia que los alumnos relacionen la problemática del Tercer Mundo, y el subdesarrollo, como parte de la crisis medioambiental. Tampoco existe un criterio definido, con frecuencias similares en las cuatro opciones, en cuanto a la posibilidad de unirse a grupos ecologistas para defender intereses particulares.

Las valoraciones del alumnado aparecen igualmente muy repartidas, respecto a la imagen que poseen de los científicos como seres solitarios, cuando se hace referencia al trabajo de estos en equipo, y cuando se alude sus relaciones con personas de alto status político y social. Otro tanto sucede con las cuestiones que giran en torno a la posible influencia de la política en el trabajo científico, y a la rigidez de sus métodos.

Por último, hay una significativa falta de consenso, entre los encuestados, tanto al responsabilizar a los avances científicos del deterioro ambiental, como al considerarlos parte de la solución.

VI.1.3. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos del grupo experimental en situación postest

VI.1.3.1. Análisis y discusión de los resultados de la media, moda y desviación típica del grupo experimental en situación postest

En la tabla diecisiete se pueden observar los valores calculados de media, moda y desviación típica, así como el intervalo de variación obtenido al restar y sumar a la media la desviación típica en casa caso, obtenidos tras la aplicación del CACMA al grupo experimental en situación postest

Análisis y discusión de los resultados, considerando la media, moda y desviación típica del grupo experimental en situación postest					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	1,15	1	,455	.695-1.605
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	1,27	1	,593	.677-1,863
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	3,77	4	,422	3,348-4,192
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	3,87	4	,371	3.499-4,241
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	2,96	3	,854	2,106-3,814
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	1,95	2	,714	1,236-2,664
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	2,20	3	,883	1,317-3,083
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	1,89	1	,920	,970-2,810
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	1,53	1	,798	,732-2,328
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	2,34	1	1,096	1,244-3,436
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	3,37	4	,835	2,535-4,205
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	3,70	4	,607	3,093-4,307
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	2,40	2	1,085	1,315-3,485
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales.	2,95	3	,932	2,018-3,882
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	2,18	2	,958	1,222-3,138
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	2,54	3	1,010	1,530-3,550

Análisis y discusión de los resultados, considerando la media, moda y desviación típica del grupo experimental en situación postest					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	2,47	2	1,096	1,374-3,566
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente	2,38	2	1,029	1,351-3,409
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	2,18	2	,984	1,196-3.164
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	1,46	1	,797	.663-2,257
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	1,38	1	,666	,714-2,046
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando.	1,71	1	1,002	,708-2,712
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	3,34	4	1,024	2.316-4,364
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente	3,22	4	1,070	2,150-4,290
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza.	1,34	1	,597	,743-1,937
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	3,28	4	,851	2,429-4,131
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras.	3,11	4	1,013	2,097-4,123
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	1,15	1	,483	.667-1,633
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	1,18	1	,500	0,680-1,680
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	3,57	4	,570	3,000-4,140
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	3,62	4	,538	3,082-4,158
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	1,37	1	,719	,651-2,089

Análisis y discusión de los resultados, considerando la media, moda y desviación típica del grupo experimental en situación postest					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	3,01	4	1,056	1,954-4,066
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	1,67	1	,944	,726-2,614
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	1,35	1	,848	,502-2,198
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	3,44	4	,716	2,724-4,316
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	3,75	4	,669	3.081-4.419
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás.	1,43	1	,796	,634-2,226
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas.	1,47	1	,860	,610-2,330
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias..	3,55	4	,787	2,763-4,337
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo .	1,51	1	,788	,722-2,298
43	Odio las clases de ciencias.	1,45	1	,770	,680-2,220
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	3,54	4	,678	2,862-4,218
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	3,40	4	,917	2,483-4,317
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	1,35	1	,641	,709-1,991
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos	1,44	1	,695	,745-2,135
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal..	1,12	1	,360	,760-1,480
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	2,06	1	1,061	,999-3,121

Análisis y discusión de los resultados, considerando la media, moda y desviación típica del grupo experimental en situación postest					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	2,42	3	1,051	1,369-3,471
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	3,81	4	,485	3,325-4,295
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	1,23	1	,508	,722-1,378
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	1,91	1	,989	,921-2,899
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	1,36	1	,602	,758-1,962
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	3,13	4	1,005	2,125-4,135
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	2,00	1	1,151	,849-3,151
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie..	3,18	4	,864	2,316-4,044
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	2,42	2	,991	1,429-3,411
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento	2,65	4	1,121	1,529-3,771
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	2,70	3	1,077	1,623-3,777
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas.	2,71	3	,913	1,797-3,623
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	2,00	1	1,166	1,834-4,166
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente.	2,22	2	1,040	1,180-3,260
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	2,04	1	,979	1,061-3,019
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	1,95	1	,966	,984-2,916

Análisis y discusión de los resultados, considerando la media, moda y desviación típica del grupo experimental en situación postest					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	2,29	2	1,024	1,266-3,314
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente.	2,21	2	1,017	1,193-3,227
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	2,63	2	1,070	1,560-3,700
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	3,26	4	,785	2,475-3,260
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza.	3,22	4	,912	2,308-4,132
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza	3,54	4	,678	2,862-4,218
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	1,96	2	,834	1,126-2,794
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	1,83	1	,859	,971-2,689

TABLA Nº 17. Media, moda, desviación típica e intervalo de variación del grupo experimental en situación postest.
FUENTE: Elaboración propia.

La media de las valoraciones obtenidas del grupo experimental en el postest está comprendida entre un mínimo de 1,12 en el ítem número cuarenta y ocho, y un máximo de 3,87 en el número cuatro, por lo que nos encontramos de nuevo ante una gran heterogeneidad en las puntuaciones.

Como en análisis anteriores, al tener en cuenta la moda, procedemos a ajustar la escala de opinión, de manera que debemos considerar como "*muy en desacuerdo"*, los valores inferiores a 1,60; como "*en desacuerdo"*, si están comprendidos entre 1,60 y 2,59; interpretaremos que hay "*acuerdo"* si la media está entre 2,60 y 3,59; y por último, los valores iguales o mayores a 3,60 estarán indicando "*muy de acuerdo"*.

Aplicando este criterio, podemos comprobar que el grupo está *muy en desacuerdo* en diecinueve de las setenta y dos cuestiones, *en desacuerdo* en veinticinco, *de acuerdo* en veintidós y *muy de acuerdo* en seis. Si agrupamos las medias de las respuestas en dos únicos polos de opinión, cuarenta y una valoraciones corresponderían al desacuerdo y las treinta y una restantes al acuerdo; por lo que se aprecia un cierto equilibrio entre ambas tendencias con ligero predominio al desacuerdo.

Al observar el comportamiento de la desviación típica, encontramos que toma su valor mínimo (0,360) en el ítem sesenta y ocho, mientras que la mayor dispersión de respuesta corresponde al ítem número sesenta y dos con un valor de 1,166. Existen valores inferiores a 0,6 en doce ítems y superiores a 1 en veintiuno.

Por otra parte, sigue sin apreciarse una pauta de relación directa entre los valores de la media y los de la desviación típica debido probablemente, como se ha comentado, a la existencia de ítems afirmativos y negativos para cada dimensión.

Un primer examen de la moda nos permite apreciar que la opción 1 ("*muy en desacuerdo"*) es la más frecuente, ya que aparece en una treintena de ítems, seguida de la opción 4 ("*muy de acuerdo"*) que lo hace en veintitrés, lo cual nos indica una elevada polarización de las respuestas. Las modas intermedias, esto es, 2 ("*en desacuerdo"*) y 3 ("*de acuerdo"*) aparecen en tan sólo doce y siete ítems respectivamente.

El análisis pormenorizado de las respuestas orientadas hacia el desacuerdo total ("muy en desacuerdo"), nos permite comprobar el fuerte rechazo, por parte del alumnado, a considerarse ajenos a los problemas del medio ambiente (ítem nº 1) y a no tener que ocuparse de ellos (ítem nº 2), lo que viene claramente indicado por la existencia de unos valores de media y de desviación típica llamativamente bajos. Aunque con valores no tan extremos, debemos considerar que la opinión del grupo es manifiestamente contraria ("muy en desacuerdo") a

anteponer el desarrollo económico a la conservación de la naturaleza (ítem nº 20), a que primen los beneficios económicos frente al uso racional de los recursos naturales (ítem nº 21) y a no observar las debidas precauciones de cara al posible agotamiento de éstos en el futuro (ítem nº 25). Por otra parte, la intención de conducta del alumnado, hace ver que existe desacuerdo total ante la idea de mantenerse pasivos en cuanto a los problemas ambientales (ítem nº 28), y en la defensa de la naturaleza (ítem nº 29), aún en el caso de que estas acciones no tuviesen como beneficiarios inmediatos a personas cercanas a ellos (ítem nº 32). Ante el supuesto de que construyesen una central nuclear cerca de su pueblo (ítem nº 35), los alumnos de este grupo, se muestran igualmente "muy en desacuerdo", pero además, lo están cuando se les sugiere la idea de parcelar la gestión de los recursos naturales (ítem nº 38), hecho este que consideramos fundamental como rasgo de la mentalidad ecológica. Pero no sólo encontramos esta fuerte oposición en cuestiones relacionadas con el ámbito del medio ambiente, sino que sucede otro tanto en ítems como el número cuarenta y dos, en el que se afirma que aprender cosas de ciencias es pesadísimo, y en el número cuarenta y tres, donde se expresa un grado máximo de rechazo hacia las clases de ciencias. Aparecen este mismo tipo de opiniones adversas cuando se minusvalora a la ciencia y a los científicos (ítem nº 46), cuando se afirma que sus conocimientos no son necesarios para la humanidad (ítem nº 47), o cuando se ofrece la visión de que la ciencia no es para gente normal, sino sólo para genios solitarios (ítem nº 48). Este fuerte rechazo ante la forma de entender la ciencia como una actividad elitista, se extiende al terreno económico, descartando que sea necesario ser rico para poder experimentar de forma científica (ítem nº 52), y que los pobres no puedan dedicarse a la ciencia (ítem nº 54).

Al ponderar los estadísticos calculados, no podemos encuadrar, de forma tajante, ningún ítem cuya respuesta mayoritaria coincida con un desacuerdo mitigado (opción nº 3, "desacuerdo"), ya que el intervalo que toma la media como punto central se extiende, de forma patente, hacia otras opciones.

Sí que existen numerosas cuestiones en las que se aprecia un desacuerdo profundo, es decir, respuestas que comparten las opciones "muy en desacuerdo" y "en desacuerdo", como, por ejemplo, la número seis, en la que la tecnología se describe como la panacea ante los problemas ecológicos, o como la número ocho, que alude a la imposibilidad de que existan tecnologías absolutamente limpias. Igual valoración se obtiene ante la idea de que se exagera la gravedad de la crisis ambiental porque la degradación es un proceso natural (ítem nº 9). Muy en relación con lo anterior, está la fuerte oposición del alumnado a que debamos aprovecharnos de la naturaleza a toda costa, a pesar de que ésta se degrade (ítem nº 22), a que no se pueda evitar la instalación de industrias contaminantes en las cercanías (ítem nº 34), o a que deban ser tildados de idealistas quienes practican la separación de residuos en casa (ítem nº 39). Sigue existiendo una distribución de opiniones compartidas entre el "muy en desacuerdo" y el "desacuerdo" frente a la idea de que los científicos se relacionen con "gente importante" (ítem nº 53), y, de especial importancia para el objeto de la investigación, en los dos últimos ítems del cuestionario, el setenta y cinco, que niega la posibilidad de que la ciencia pueda resolver los problemas medioambientales, y el setenta y seis, que afirma que los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.

Respecto al "acuerdo", la consideración del intervalo de media, nos obliga a aceptar que no hay ningún ítem cuya opción de respuesta mayoritaria pueda encuadrarse, netamente, en esta categoría, aunque sí compartida con otras.

Ahora bien, el grupo de alumnos que nos ocupa, expresa opiniones marcadamente favorables ("muy de acuerdo"), cuando se le sugiere que su propia colaboración es importante en la protección medioambiental (ítem nº 3) y asegura estar convencido de que todos podemos colaborar, cada cual a su modo, en la protección de la naturaleza (ítem nº 4). La misma valoración merecen, entre el alumnado, algunas cuestiones muy relacionadas con las anteriores, esto es, abunda la idea de que se podría salvar de la extinción a todas las especies (ítem nº 12), y afirman estar dispuestos a colaborar en campañas medioambientales (ítem nº 30), así como a participar en la defensa de la

naturaleza (ítem nº 31), siendo conscientes de que la conservación del planeta supone prescindir de comodidades (ítem nº 36) y realizar un esfuerzo (ítem nº 37). También existe un grado máximo de acuerdo ("muy de acuerdo"), en estos alumnos y alumnas, a la hora de manifestar que se encuentran muy bien durante las clases de ciencias (ítem nº 41), al tiempo que muestran la mayor consideración hacia los conocimientos científicos, ya que, gracias a ellos, ha mejorado la calidad de vida de las personas (ítem nº 44), y lejos de considerar a quienes se dedican a la ciencia, como "gente solitaria y rara", les encuentran normales y comunicativos (ítem nº 51). Por último, destacamos, dentro de los ítems valorados con el mayor grado de acuerdo, el número setenta y tres, en el que el alumnado afirma estar convencido de que los avances científicos se pueden compatibilizar con el respeto al medio natural.

Como ya se ha comentado, hay opiniones que, por su dispersión, se encuentran entre el "acuerdo" y el "muy de acuerdo". Así, el alumnado se declara convencido de que es posible la conservación de todas las especies y parajes naturales de la Tierra (ítem nº 11); pero aún va más allá, porque la opinión favorable se mantiene cuando se hace referencia a la posibilidad de compatibilizarla con el progreso (ítem nº 26), y nos exhorta a tener en cuenta los daños ambientales, que se puedan producir como resultado de la explotación de los recursos naturales (ítem nº 23). Pero a juzgar por las respuestas obtenidas, los alumnos diferencian bastante bien entre lo que creen posible, como ya hemos comentado, y lo probable, ya que, dada nuestra forma de gestionar la naturaleza, no piensan que quede "nada aprovechable" para las generaciones venideras (ítem nº 27), cosa que aquellas nos reprocharán (ítem nº 24). En esta misma línea de profundo acuerdo ("muy de acuerdo" compartido con "acuerdo"), los sujetos encuestados afirman sentir admiración hacia las personas que se dedican a la ciencia (ítem nº 45), cuyas vidas consideran normales en cuanto a exclusividad socioeconómica (ítem nº 55). Por último, existen opiniones igualmente favorables, hacia la objetividad del conocimiento científico (ítem nº 57) y en dos ítems muy similares (setenta y uno y setenta y dos) que expresan la posibilidad de que la ciencia avance sin menoscabo de la calidad ambiental.

Mención aparte merece la valoración heterogénea, con un intervalo de media muy amplio, que se ha obtenido en varios ítems, ya que la dispersión alcanza tal extensión que resulta difícil deducir tendencias claras. Esto sucede, por ejemplo, cuando se sugiere al alumnado la posibilidad de que dentro de poco tiempo existan tecnologías "completamente limpias" (ítem nº 5), y cuando se afirma que nunca podremos evitar producir daños a la naturaleza (ítem nº 7). Tampoco existe en el grupo, una opinión definida, en torno a que la crisis ambiental pueda deberse, fundamentalmente, en la población humana, a la falta de información (ítem nº 13), de educación ambiental (ítem nº 14) o de concienciación (ítem nº 15); ni se tiene una idea clara sobre las relaciones entre la pobreza (ítem nº 16), los problemas del Tercer Mundo (ítem nº 17), o el subdesarrollo (ítem nº 18), con el medio ambiente. También se constata dispersión de opinión, aunque en menor grado, cuando se sugiere la posibilidad de unirse a grupos ecologistas, aunque no se sea proclive a ellos, para defenderse ante un problema local (ítem nº 33). En este caso, hemos de reconocer, como ya se comentó en la validación del cuestionario, que la dispersión de opinión puede deberse a una poco adecuada redacción del ítem, ya que en las otras cuestiones diseñadas para esta misma idea, se encuentran tendencias claras, y coincidentes, en las respuestas. Otras cuestiones con opiniones dispersas aluden al carácter solitario de los científicos (ítem nº 49) y a que realizan su trabajo con el concurso de un equipo (ítem nº 50). La creencia de que las personas que se dedican a la ciencia sean impermeables a las modas e ideas del momento (ítem nº 56), y de que lo sea el resultado de su trabajo (ítem nº 59), con independencia de las ideas políticas reinantes (ítem nº 58), han sido valoradas, igualmente, con puntuaciones que se caracterizan por una desviación típica grande, en torno a la unidad. Otro tanto sucede con los resultados obtenidos para las cuestiones relacionadas con la rigidez metodológica de la ciencia (ítem nº 60), con su sobredimensionada utilidad (ítem nº 61), y con la posibilidad de que cada científico pueda tener una forma propia de trabajar (ítem nº 62). Por último, encontramos juicios que se caracterizan por la dispersión cuando se sugiere al alumnado, en el ítem número sesenta y cuatro, que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro ambiental, y en otros ítems de formulación similar como los tres siguientes;

aunque se introduzcan matices de progreso (ítem nº 68) o el componente tecnológico (ítem nº 69).

VI.1.3.2. Análisis y discusión de frecuencias y porcentajes obtenidos del grupo experimental en situación postest.

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	70	6	3	0
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	63	12	3	1
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	0	0	18	61
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	0	1	8	70
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	3	21	31	24
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	21	42	15	1
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	21	24	31	3
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	33	27	14	5
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	50	18	9	2
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	23	21	20	15
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	3	9	23	44
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	1	3	15	60
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	20	23	19	16

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales.	7	15	32	25
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	20	25	14	10
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	15	21	28	15
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza..	19	22	20	18
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	17	30	17	15
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	21	34	13	11
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	55	15	6	3
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	57	14	8	0
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando.	46	18	7	8
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos	9	5	15	50
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente	10	8	16	45
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza.	56	20	2	1
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	4	8	28	38
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras	6	18	16	39
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	71	4	4	0
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	69	6	4	0

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	0	3	28	48
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	0	2	26	51
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	59	13	5	2
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	11	10	25	33
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	46	19	8	6
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	64	8	1	6
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	2	4	29	42
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	2	4	6	67
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás.	57	13	6	3
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas.	56	14	4	5
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	3	5	16	53
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo.	50	17	8	2
43	Odio las clases de ciencias.	53	15	7	2
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	0	8	20	50
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	5	8	16	49
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	58	13	7	0

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos.	52	19	6	1
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal.	70	7	1	0
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	32	18	19	9
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	19	21	24	14
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	0	3	9	66
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	63	12	3	0
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	35	20	16	6
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	55	18	5	0
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	7	13	20	37
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	36	21	6	15
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	3	14	27	34
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	15	28	21	13
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	16	18	20	23
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	15	14	27	21
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas.	7	26	28	17
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	37	16	9	14

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente.	23	27	16	12
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	28	25	17	7
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	33	21	19	5
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	19	30	15	13
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente.	23	25	19	10
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	14	22	21	21
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente	2	10	31	34
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza.	4	13	22	38
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza.	2	2	26	48
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	24	36	13	4
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	32	31	11	4

TABLA Nº 18. Frecuencia de respuestas válidas del grupo experimental en situación postest para cada ítem.
FUENTE: Elaboración propia.

Una vez tabulados los resultados del grupo experimental, se ha procedido al cálculo de porcentajes de respuestas válidas de las cuatro alternativas: 1 para el *muy en desacuerdo* (MD), 2 para el desacuerdo (A), 3 para el acuerdo (D) y 4 para el *muy de acuerdo* (MA).

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	88,6	7,6	3,8	0
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	79,7	15,2	3,8	1,3
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	0	0	22,8	77,2
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	0	1,3	10,1	88,6
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	3,8	26,6	39,2	30,4
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	26,6	53,2	19,0	1,3
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza..	26,6	30,4	39,2	3,8
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	41,8	34,2	17,7	6,3
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	63,3	22,8	11,4	2,5
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	29,1	26,6	25,3	19,0
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	3,8	11,4	29,1	55,7
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	1,3	3,8	19,0	75,9
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	25,6	29,5	24,4	20,5
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales.	8,9	19,0	40,5	31,6
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	25,3	44,3	17,7	12,7
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	19,0	26,6	35,4	19,0
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	24,1	27,8	25,3	22,8

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	21,5	38,0	21,5	19,0
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	26,6	43,0	16,5	13,9
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	69,6	19,0	7,6	3,8
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	72,2	17,7	10,1	0
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando.	58,2	22,8	8,9	10,1
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	11,4	6,3	19,0	63,3
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente.	12,7	10,1	20,3	57,0
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza.	70,9	25,3	2,5	1,3
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	5,1	10,3	35,9	48,7
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras.	7,6	22,8	20,3	49,4
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	89,9	5,1	5,1	0
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	87,3	7,6	5,1	0
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	0	3,8	35,4	60,8
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	0	2,5	32,9	64,6
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	74,7	16,5	6,3	2,5
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	13,9	12,7	31,6	41,8

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	58,2	24,1	10,1	7,6
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	81,0	10,1	1,3	7,6
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	2,6	5,2	37,7	54,5
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	2,5	5,1	7,6	84,8
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás.	72,2	16,5	7,6	3,8
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas.	70,9	17,7	5,1	6,3
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	3,9	6,5	20,8	68,8
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo.	64,9	22,1	10,4	2,6
43	Odio las clases de ciencias.	68,8	19,5	9,1	2,6
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	0	10,3	25,6	64,1
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	6,4	10,3	20,5	62,8
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	74,4	16,7	9,0	0
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos.	66,7	24,4	7,7	1,3
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal	89,7	9,0	1,3	0
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	41,0	23,1	24,4	11,5
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	24,4	26,9	30,8	17,9
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	0	3,8	11,5	84,6
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	80,8	15,4	3,8	0

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	45,5	26,0	20,8	7,8
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia	70,5	23,1	6,4	0
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	9,1	16,9	26,0	48,1
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	46,2	26,9	7,7	19,2
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	3,8	17,9	34,6	43,6
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	19,5	36,4	27,3	16,9
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	20,8	23,4	26,0	29,9
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	19,5	18,2	35,1	27,7
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas	9,0	33,3	35,9	21,8
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	48,7	21,1	11,8	18,4
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente.	29,5	34,6	20,5	15,4
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	36,4	32,5	22,1	9,1
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	42,3	26,9	24,4	6,4
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	24,7	39,0	19,5	16,9
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente	29,9	32,5	24,7	13,0

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	17,9	28,2	26,9	26,9
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	2,6	13,0	40,3	44,2
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza	5,2	16,9	28,6	49,4
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza.	2,6	2,6	33,3	61,5
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	31,2	46,8	16,9	5,2
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	41,0	39,7	14,1	5,1

TABLA Nº 19. Porcentajes de respuestas válidas del grupo experimental en situación postest.
FUENTE: Elaboración propia

Como en análisis anteriores, los datos obtenidos para cada ítem, en forma de frecuencias y porcentajes, permiten valorar el estado de opinión del grupo experimental en el postest de forma pormenorizada.

Hay numerosas cuestiones con las que el alumnado del grupo experimental no se identifica en absoluto, manifestándose "muy en desacuerdo" (opción 1) o evidenciando "tendencia al desacuerdo" (opciones 1 y 2 sumadas). Así, existe una posición claramente "*muy en desacuerdo"* (MD), y muy polarizada, ante la posibilidad de no mostrar interés ante la crisis ambiental, como se deja entrever en las dos primeras cuestiones, con un 88,6% y un 79,7% respectivamente.

Existe tendencia al desacuerdo (suma de MD y D) al considerar que no existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar (79,8%), y que éstas nunca podrán ser absolutamente limpias con la naturaleza (76%). El alumnado también muestra un rechazo evidente (MD más D) ante la idea de que se está exagerando mucho respecto los problemas ambientales (86,1%), y en menor medida (69,6% sumados MD y D), a que exista una relación directa entre

los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo, aunque no es así en otros ítems que versan sobre la misma cuestión, por lo que posiblemente, no se deban extraer conclusiones, a este respecto, sin las debidas reservas.

Sí es evidente un alto grado de desacuerdo cuando se afirma que el beneficio económico que podamos obtener de un recurso natural sea más importante que sus efectos sobre el medio ambiente (72,2% de MD) y cuando se alude a que es posible explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza (70,9% de MD), lo que denota un claro rechazo a planteamientos desarrollistas basados en la explotación a ultranza de la naturaleza. En este mismo sentido, destacamos la tendencia al desacuerdo (suma de MD y D) en que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza (88,6%) y en que debamos sacar todo el provecho que podamos de ella aunque se vaya degradando" (81%).

Si en los párrafos anteriores se interpreta el desacuerdo hacia ciertos tópicos relacionados con la conservación del medio ambiente, en lo referente a intención de conducta, encontramos respuestas coherentes con lo manifestado allí, como queda patente en dos de los porcentajes máximos obtenidos en todo el cuestionario, el 89,9% y el 87,3% de "muy en desacuerdo" con que *no pienso hacer nada ante los problemas ambientales"* (nº 28) y *para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo* (nº29) respectivamente. En esta misma línea de intención de conducta, destacamos los porcentajes de "muy en desacuerdo" (MD) frente a planteamientos de tipo localista, como los que sugieren que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en las cercanías (81%), que sólo estarían dispuestos a movilizarse algún problema del medio ambiente les afectase directamente (74,7%), que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales sin meterse en el terreno de los demás (72,2%), y que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza practicando la separación de residuos sólidos urbanos (70,9%). La predisposición a actuar con convencimiento en el éxito se confirma con el rechazo (82,3% sumados MD y D) a que no se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de su localidad.

También existe, en las respuestas del grupo, una marcada tendencia al desacuerdo (MD más D) cuando se realizan afirmaciones de rechazo hacia el estudio de la ciencia (87% en el ítem nº 42) o hacia las clases de ciencias (88,3% en el nº 43).

La valoración que se realiza de la ciencia, como actividad humana, muestra un claro rechazo hacia posiciones contrarias a ésta (74,4% de MD en el ítem nº 46 y 91,1% de MD más D en el ítem nº 47). Así mismo se constata que el grupo está "muy en desacuerdo" con que la ciencia sea una disciplina para *genios solitarios* y no para *gente normal* (89,7%). Un nivel parecido de oposición se observa en los ítems que hacen alusión a la elevada capacidad económica necesaria para hacer experimentos (80,8% de MD), al convencimiento de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia (70,5% de MD) y a que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes (71,5,% de MD más D). Por otra parte, se pone de manifiesto entre el alumnado, su desacuerdo (73,1%) ante la idea de que los científicos sean inmunes en su trabajo a las modas o las ideas del momento, evidenciando así un cierto rechazo hacia el mito de la neutralidad de la ciencia.

Por último, hay dos cuestiones más, las dos últimas, en las que resulta evidente la tendencia al desacuerdo (78% y 80,7% respectivamente), hecho muy destacable en un postest, ya que ambas hacen alusión a la imposibilidad de que la ciencia pueda dar repuesta a los problemas medioambientales y al deterioro de la naturaleza.

Pero el grupo se ha mostrado también "muy de acuerdo" en un elevado número de cuestiones. Así, por ejemplo, un 77,2 % (100% si se suma con el 22,8 % de A) considera que su colaboración es importante en la protección del medio ambiente, un 88,6% piensa que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza y un 75,9% cree que incluso salvaríamos de la extinción a todas las especies. Estas ideas se ven respaldadas por la "tendencia al acuerdo" (84,8% de MA y A sumados) en que se puedan conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra (nº 11).

En cuanto a los diferentes factores implicados en la conservación, existe "tendencia al acuerdo" (MA más A) en destacar la educación ambiental (72,1%) y la explotación racional de los recursos (77,3%). Y aunque existe convencimiento de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza (84,6%), se observa que la manera que tenemos de explotar sus recursos no dejará nada para las generaciones venideras (69,7%), lo cual nos reprocharán (77,3 %).

En lo que se refiere a *intención de conducta ambiental*, un 84,8% se declara "*muy de acuerdo"* en que *merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza* y hay una evidente tendencia al acuerdo (MA más A) en estar siempre dispuestos a *colaborar en campañas medioambientales* (96,2%) y a *participar en la defensa de la naturaleza* (97,5%). Esta posición se ver reforzada ante la posibilidad de tener que colaborar con grupos ecologistas *aunque no les gusten* (73,4%), aún a costa de su *esfuerzo personal* y de *prescindir de ciertas comodidades* (92,2%).

Por otra parte, el grupo manifiesta encontrarse muy bien durante las clases de ciencias (89,6% sumados MA y A) y piensa que el conocimiento científico ha mejorado la calidad de vida de las personas (89,7% de MA y A) además de reconocer que siente admiración por quienes se dedican a la ciencia (83,3% de MA y A).

La concepción hacia la ciencia más arraigada entre el alumnado es que los científicos no son gente solitaria y rara sino personas normales y comunicativas (84,6% de MA) y existe tendencia al acuerdo (74,1% de MA y A sumados) en que llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes. Esto último también sucede (78,2% de MA y A) con la idea de que la ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.

Por último, se han encontrado opiniones tendentes al acuerdo en la idea de que la ciencia pueda avanzar sin dañar al medio ambiente (84,7%), lo que es lo mismo, respetando la naturaleza (94,8 %) y sin estropearla (78%).

Existe un cierto número de ítems en los cuales no es posible apreciar tendencias al acuerdo o al desacuerdo con los criterios porcentuales que se han seguido hasta ahora (superar el 70%). En algunos casos, los restantes ítems que se diseñaron conforme al tópico en cuestión, indican claramente cuál es el pensamiento del alumnado al respecto ya que todos se orientan en el mismo sentido. Esto sucede, por ejemplo, cuando se afirma que la tecnología no logrará evitar los daños a la naturaleza, que todas las especies desaparecerán algún día, y que la falta de información en la población es la causa de los problemas ambientales. Otro tanto ocurre en las cuestiones que se refieren al hecho de que los científicos, y por extensión, su producción, se dejen influenciar por las ideas en boga. Pero hay casos en que la dispersión afecta a la totalidad de ítems que corresponden a un mismo tópico, por lo que debemos entender que la pluralidad de opiniones, en torno a esas cuestiones, es la característica que define al grupo. Nos referimos concretamente a los planteamientos de carácter ético, social, y ambiental referidos al Tercer Mundo (ítems 16, 17,18 y 19); al carácter único e inmutable del método científico (aunque como ya se ha comentado, en este tópico hay una cierta ambigüedad que viene dada por el grado de definición del término *método*) y a la posible relación entre ciencia y deterioro ambiental (ítems 64 a 69).

VI.1.4. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos del grupo control en situación postest

VI.1.4.1. Análisis y discusión de los resultados, considerando la media, moda y desviación típica del grupo control en situación postest

En la tabla veinte se pueden observar los valores calculados de media, moda y desviación típica, así como el intervalo de variación obtenido al restar y sumar a la media la desviación típica en casa caso, obtenidos tras la aplicación del CACMA al grupo control en situación postest.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	1,26	1	,551	,709-1,811
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	1,53	1	,702	,828-2,232
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	3,57	4	,618	2,912-4,188
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	3,76	4	,608	3,153-4,368
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	2,83	3	,839	1,991-3,669
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	2,00	2	,673	1,327-2,673
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	2,54	3	,855	1,685-3,395
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	2,03	1	,966	1,064-2,996
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	1,59	1	,803	,787-2,393
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	2,51	3	1,149	1,361-2,51
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	3,17	3	,778	2,392-3,948
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	3,37	3	,608	2,762-3,978
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	2,51	3	,721	1,789-3,231
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales.	3,09	3	,640	2,450-3,730
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	2,26	2	,854	1,406-3,114
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	2,49	2	,921	1,569-3,411

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	2,48	3	,860	1,620-3,340
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	2,36	2	,962	1,398-3,322
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	2,29	2	,830	1,460-3,120
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	1,64	1	,799	,841-2,439
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	1,34	1	,579	,761-1,919
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando.	1,53	1	,757	,773-2,287
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	3,41	4	,978	2,432-4,388
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente.	3,29	4	,935	2,355-4,225
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza.	1,21	1	,524	,686-1,734
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	3,36	4	,713	2,647-4,073
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras.	3,37	4	,746	2,624-4,116
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	1,30	1	,693	,607-1,993
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	1,25	1	,680	,570-1,930
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	3,38	4	,748	2,632-4,128
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	3,38	4	,711	2,669-4,091
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	1,55	1	,703	,847-1,550

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	2,72	3	1,053	1,667-3,773
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	1,49	1	,774	,716-2,264
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	1,19	1	,512	,678-1,702
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	3,47	4	,683	2,787-3,770
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	3,65	4	,707	2,943-4,357
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás.	1,45	1	,684	,766-2,134
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas	1,49	1	,774	,716-2,264
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	3,36	3	,674	2,686-4,034
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo.	1,66	1	,722	,938-2,382
43	Odio las clases de ciencias.	1,47	1	,644	,826-2,114
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	3,42	3	,622	2,798-4,042
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	3,26	3	,789	2,471-4,049
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	1,51	1	,874	,636-2,384
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos.	1,49	1	,692	,798-2,182
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal.	1,33	1	,641	,689-1,971

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	2,15	3	,911	1,239-3,061
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	2,71	3	,830	1,880-3.540
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	3,47	4	,824	2,646-4,294
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	1,36	1	,584	,776-1,944
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	2,35	2	,842	1,508-3,192
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	1,50	1	,745	,755-2,245
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	3,04	3	,813	2,227-3,853
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	1,89	1	,865	1,025-1,890
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	3,28	3	,723	2,557-4,003
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	2,29	3	,818	1,472-3,108
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	2,60	3	,899	1,701-3,499
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	2,72	3	,903	1,817-3,623
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas.	2,21	2	,810	1,400-3,020
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	2,29	2	,911	1,379-3,201
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente.	2,24	2	,898	1,342-3,138

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, CONSIDERANDO LA MEDIA, MODA Y DESVIACIÓN TÍPICA DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**Media**	**Moda**	**σ**	**Intervalo media-σ, media + σ**
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	2,11	2	,848	1,262-2,958
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	1,83	1	,900	,930-2,730
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	2,28	2	,944	1,336-3,224
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente.	2,27	2	1,038	1,232-3,308
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	2,39	2	,886	1,504-3,276
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	3,19	3	,771	2,419-3,961
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza	3,15	3	,865	2.285-3,150
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza.	3,57	4	,619	2,951-4,189
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	2,16	2	,772	1,388-2,932
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	2,09	2	,774	1,316-2,864

TABLA Nº 20. Media, moda, desviación típica e intervalo de variación del grupo control en situación postest.
FUENTE: Elaboración propia.

De una primera lectura de los datos se desprende, que la media de las opiniones del grupo control en el pretest varía entre 1,19 ,del ítem número treinta y cinco, y 3,65 ,del número treinta y siete, lo que revela una gran heterogeneidad en las respuestas, teniendo en cuenta, como ya se ha comentado, que el CACMA es una escala Likert de cuatro tramos de opinión: 1 para el "*muy en desacuerdo"* (M.D.), 2 para el "*desacuerdo"* (A), 3 para el "*acuerdo"* (D) y 4 para el "*muy de acuerdo"* (M.A.).

Por tanto, debemos considerar como "*muy en desacuerdo"*, los valores inferiores a 1,60; como "*en desacuerdo"*, si están comprendidos entre 1,60 y 2,59; interpretaremos que hay "*acuerdo"* si la media está entre 2,60 y 3,59; y por último, los valores iguales o mayores a 3,60 estarán indicando "*muy de acuerdo"*.

Un análisis más detallado de la media aplicando estos intervalos, muestra que del total de setenta y dos (72) cuestiones válidas, hay diecinueve en las que existe completo desacuerdo (MD.), veintiséis quedan englobadas en la categoría "*desacuerdo"* (D), veinticinco equivaldrían a "*acuerdo"*, y dos a completo acuerdo (M.A.). Agrupando estos resultados, se observa que para cuarenta y cinco cuestiones el alumnado del grupo control tiende en el pretest al desacuerdo más o menos acentuado, y al acuerdo en veintisiete.

La desviación típica, toma valores comprendidos entre 0,512, del ítem número treinta y cinco y 1,149; tres ítems superan la unidad y cinco bajan de 0,6.

Al examinar la moda se comprueba que el puntaje más frecuente es el 1 (MD), que aparece en veinticuatro ocasiones; el 2 (D) está presente en quince, el 3 (A) en veintiuna, y el 4 (MA) en doce. Por tanto, podemos afirmar que existe dispersión en las frecuencias modales, siendo las opiniones que tienden al "muy en desacuerdo" las más frecuentes, y las que caracterizan el "muy de acuerdo" las menos frecuentes.

Como ya se ha hecho con otras tablas de resultados, realizaremos un análisis en el que valoraremos los ítems orientados hacia el desacuerdo total ("muy en desacuerdo"); hacia un desacuerdo más mitigado ("desacuerdo"), o bien hacia opciones que comparten el desacuerdo profundo ("muy en desacuerdo") con el desacuerdo más mitigado ("desacuerdo"). En el otro extremo, realizaremos el mismo proceso que el expuesto, pero hacia el acuerdo y, por último, valoraremos la dispersión de las opiniones, atendiendo a la consideración de las cuatro opciones elegidas en proporciones similares, es decir, desde el "muy en desacuerdo" hasta el "muy de acuerdo".

Los alumnos del grupo control, en el postest, manifiestan desacuerdo total ("muy en desacuerdo") respecto a que los problemas del medio ambiente sean asumidos como algo suyo (ítem nº 1), y a que no se piensen ocupar del medio ambiente (ítem nº 2); estas opiniones son coherentes con el rechazo que muestran ante la creencia de que sea exagerada la alarma desencadena por la crisis ecológica (ítem nº 9). La oposición del alumnado también es máxima cuando se les enfrenta a cuestiones en las que se realizan planteamientos economicistas, como anteponer el desarrollo económico a la naturaleza (ítem nº 20), los beneficios derivados del uso de un recurso al impacto ambiental que este supone (ítem nº 21), o el provecho, en sentido amplio, a la degradación (ítem nº 22). Pero el grupo no sólo se muestra "muy en desacuerdo" con esos planteamientos, sino que éstos se ven reforzados, ya que no creen que se deba confiar en futuras, y por tanto desconocidas, fuentes de riqueza. En consecuencia, estos alumnos y alumnas manifiestan una intención de conducta contraria a la pasividad en cuanto a los problemas ambientales (ítem nº 28) y descartan su no colaboración para salvar a la naturaleza (ítem nº 29), ni tan siquiera en el caso de que únicamente fuese por el interés propio (ítem nº 32). En un grado similar de oposición ("muy en desacuerdo"), los encuestados rechazan la creencia de que no se pueda hacer nada para evitar la instalación de una industria contaminante en la proximidad a su domicilio (ítem nº 34), o de que sea mejor no protestar la decisión de ubicar una central nuclear en su pueblo (ítem nº 35). El desacuerdo total de los encuestados es también evidente ante creencias localistas (ítem nº 38) y ante aquellas que desprecian la separación doméstica de los diferentes tipos de basura (ítem nº 39). Que el aprendizaje de las ciencias les resulte pesado (ítem nº 42), o la existencia en ellos de odio hacia estas clases (ítem nº 43), son cuestiones con las que el grupo se muestra también "muy en desacuerdo", cosa que sucede, por otra parte, cuando se desprecia la utilidad de la ciencia para la humanidad (ítem nº 47) y cuando se hace referencia a que esta forma de conocimiento es sólo cosa de genios solitarios (ítem nº 48). El rechazo del alumnado también es total ("muy en desacuerdo") hacia la idea de que sean necesarias grandes inversiones económicas para poder experimentar (ítem nº 52) y ante afirmaciones sobre los

científicos, como que éstos no puedan ser pobres (ítem nº 54) y que sean inmunes a las modas e ideas del momento (ítem nº 56).

Únicamente los dos últimos ítems han obtenido unas puntuaciones acordes con lo que podríamos llamar desacuerdo mitigado, es decir, en torno a la opción "en desacuerdo" y con poca desviación. Las mencionadas cuestiones hacen referencia a la creencia de que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica (ítem nº 75) y a que los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza (ítem nº 76).

Los ítems que comparten el desacuerdo profundo ("muy en desacuerdo") con el desacuerdo más mitigado ("desacuerdo"), son también escasos en esta tabla de resultados; tal es el caso del número cuarenta y seis, que desprecia a la ciencia y a quienes se dedican a ella y el sesenta y seis, que descarta la existencia de relación alguna entre ciencia y contaminación.

Los juicios que se orientan hacia el "acuerdo", con escasa dispersión, aluden al convencimiento de que es posible la conservación total de la naturaleza (ítem nº 11), y a que, con el esfuerzo colectivo, se puede evitar la extinción de todas las especies (ítem nº 12); ideas que son reforzadas al pensar que se puede lograr el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza (ítem nº 27). Otros ítems que comparten la valoración de "acuerdo", en este grupo, muestran que el alumnado se encuentra muy bien en las clases de ciencias (ítem nº 41); que creen en la influencia de la ciencia en la mejora de la calidad de vida humana (ítem nº 44) y en la objetividad de esta forma de conocimiento, que no admite influencias externas (ítem nº 57).

El alumnado del grupo control se muestra en totalmente de acuerdo ("muy de acuerdo") hacia el hecho de considerar su colaboración muy importante en la protección del medio ambiente, opinión reflejada en dos ítems, el número tres y el número cuatro, ambos de redacción muy parecida. En consonancia con lo anterior, el acuerdo es máximo ("muy de acuerdo") en que pueden contribuir a

preservar la naturaleza (ítem nº 36) y en merece la pena esforzarse para evitar perjudicarla (ítem nº 37).

Existen también, aunque con una mayor dispersión de los juicios, opiniones que se encuentran entre el "acuerdo" y el "muy de acuerdo"; hacen referencia a que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta el daño que causamos (ítem nº 23) y a que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente (ítem nº 24). Por otra parte, los encuestados manifiestan que la manera que tenemos de explotar los recursos no dejará nada aprovechable para las generaciones venideras (ítem nº 27) y muestran su disposición a colaborar siempre en campañas medioambientales (ítem nº 30) y a participar en la defensa de la naturaleza. Las opiniones a caballo entre el "acuerdo" y el "muy de acuerdo" se encuentran también en ítems, como el cuarenta y cinco, en el que los alumnos declaran sentir admiración hacia quienes se dedican a la ciencia, y muestran, igualmente, su aprobación ante la idea de que los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas (ítem nº 51). Finalmente, encontramos valoraciones de esta índole, compartidas entre el "acuerdo" y el "muy de acuerdo", cuando se plantea la posibilidad de que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente (ítem nº 71) y respetando la naturaleza (ítem nº 73).

Concluiremos este apartado, como casos anteriores, analizando aquellas opiniones en las que las cuatro opciones elegidas aparecen en proporciones similares, es decir, aquellas que van desde el "muy en desacuerdo" hasta el "muy de acuerdo". Así, no existe una opinión de grupo, claramente definida ante la perspectiva de que en un futuro cercano (ítem nº 5), o más a largo plazo (ítem nº 8) existan tecnologías absolutamente limpias, porque "nunca podremos evitar los daños a la naturaleza" (ítem nº 7). La dispersión en las respuestas, es evidente también, cuando se afirma que todas las especies tienden a la extinción (ítem nº 10), y cuando se especula con posibles soluciones para la crisis ambiental, esto es, las de tipo tecnológico (ítem nº 6), y las que se sustentan en la información de la sociedad (ítem nº 13), en la educación ambiental (ítem nº 14) o en la conciencia ciudadana (ítem nº 15). Tampoco existe entre los

encuestados una opinión grupal definida, a la hora de asociar la posible salida de la crisis ambiental con valores como la solidaridad (ítem nº 16); como tampoco los problemas del Tercer Mundo (ítem nº 17), ni el subdesarrollo (ítem nº 18), son relacionados con los de la naturaleza, incluso cuando no se especifica la posible relación (ítem nº 19). Se aprecia gran dispersión en las puntuaciones, igualmente, cuando se sugiere la posibilidad de unirse a grupos ecologistas con el fin de defenderse ante la instalación de un vertedero cerca de casa (ítem nº 33). La visión que los alumnos tienen sobre el hecho de que los científicos sean solitarios (ítem nº 49) o de que trabajen en grupo (ítem nº 50), tampoco se caracteriza por una opción de respuesta determinada, como sucede ante la afirmación de que éstos formen parte de la élite social (ítem nº 53) o de que lleven una vida alejada del lujo (ítem nº 55). La opinión del alumnado tampoco se orienta en una dirección preferente cuando se cuestiona que los científicos no se dejan llevar, en su trabajo, por la política (ítem nº 58), o por las formas de pensar del momento (ítem nº 59).En cuanto a las características de los métodos empleados por la ciencia, seguimos viendo amplios intervalos de dispersión de opinión ante la idea de que existe un método riguroso (ítem nº 60), y de que si se aplica de forma exhaustiva, encontraremos soluciones a todos los problemas (ítem nº 61); tampoco se pronuncian de forma homogénea, cuando se afirma que cada científico tiene su forma de trabajar (ítem nº 62). La centralidad y dispersión en las opciones de respuesta, se ve reflejada ante el planteamiento de eximir a la ciencia del deterioro ambiental (ítem nº 64 o, de los problemas ambientales en general (ítem nº 67), como tampoco se muestra seguridad ante la idea de que la naturaleza se seguiría degradando aún sin la existencia del conocimiento científico (ítem nº 65). La idea de que el desarrollo de la ciencia ha traído consigo los problemas ambientales (ítem nº 68), también obtiene un elevado grado de respuestas compartidas entre las cuatro opciones, al igual que sucede cuando se alude, expresamente a la tecnología (ítem nº 69), y a la creencia de que la investigación nunca los podrá resolver. Por último, se observan opiniones entre el acuerdo y el desacuerdo, ante la afirmación de que la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza (ítem nº 72).

VI.1.4.2. Análisis y discusión de frecuencias y porcentajes obtenidos del grupo control en situación postest.

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	60	12	4	0
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	45	22	9	0
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	1	2	26	47
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	2	1	10	63
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	4	22	33	17
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	17	42	17	0
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	10	23	35	8
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	27	27	15	7
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	44	21	9	2
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	22	11	25	18
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra	3	8	27	37
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	0	5	38	33
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	7	26	40	3
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales.	0	12	44	19
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	16	28	28	4

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos..	11	27	26	11
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	10	27	30	8
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	14	33	17	12
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	14	30	28	4
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	39	27	6	3
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	54	18	4	0
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando	47	19	9	1
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	7	5	13	49
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente.	7	4	25	40
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza.	64	8	4	0
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	1	7	30	36
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras	1	9	27	39
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	61	9	4	2
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	63	8	1	3
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	1	9	26	40
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	2	4	33	37

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	43	23	9	0
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	13	16	26	21
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	50	17	7	2
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	64	9	1	1
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	1	5	27	43
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	2	4	12	57
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás.	47	24	2	2
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas.	51	14	10	1
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	1	5	34	33
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo.	37	28	11	0
43	Odio las clases de ciencias.	46	23	6	0
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	1	2	35	35
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	3	7	33	33
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	48	18	4	5
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos.	44	22	5	1
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal.	56	17	1	2

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	22	24	25	4
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	5	23	32	12
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	3	7	17	49
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	51	22	1	1
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	11	31	24	6
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	47	18	8	1
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	5	8	41	21
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	28	27	14	3
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	2	6	37	31
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	15	25	33	2
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	8	25	27	12
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	7	23	30	16
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas.	13	38	19	5
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	14	31	19	8
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente.	16	32	20	7
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	20	26	24	2

FRECUENCIA DE LAS DISTINTAS OPCIONES DE RESPUESTA VÁLIDAS, PARA CADA ÍTEM, DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**MD**	**D**	**A**	**MA**
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	34	25	13	4
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	16	30	19	9
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas. del medio ambiente.	20	26	16	12
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	11	29	23	8
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	2	10	34	28
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza.	4	11	30	30
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza.	1	2	25	47
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	14	38	20	3
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	16	39	17	3

TABLA Nº 21. Frecuencia de respuestas válidas del grupo control en situación postest para cada ítem.
FUENTE: Elaboración propia.

Una vez tabulados los resultados del grupo experimental, se ha procedido al cálculo de porcentajes de respuestas válidas de las cuatro alternativas: 1 para el *muy en desacuerdo* (MD), 2 para el desacuerdo (A), 3 para el acuerdo (D) y 4 para el *muy de acuerdo* (MA). Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
1	Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	78,9	15,8	5,3	0
2	Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	59,2	28,9	11,8	0
3	Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	1,3	2,6	34,2	61,8

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
4	Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	2,6	1,3	13,2	82,9
5	Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	5,3	28,9	43,4	22,4
6	No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	22,4	55,3	22,4	0
7	Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	13,2	30,3	46,1	10,5
8	Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	35,5	35,5	19,7	9,2
9	Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	57,9	27,6	11,8	2,6
10	Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	28,9	14,5	32,9	23,7
11	Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	4,0	10,7	49,3	36,0
12	Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	0	6,6	50,0	43,4
13	Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	9,2	34,2	52,6	3,9
14	Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales.	0	16,0	58,7	25,3
15	Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	21,1	36,8	36,8	5,3
16	Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	14,7	36,0	34,7	14,7
17	Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	13,3	36,0	40,0	10,7
18	El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	18,4	43,4	22,4	15,8
19	Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	18,4	39,5	36,8	5,3

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
20	Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	52,0	36,0	8,0	4,0
21	Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	71,1	23,7	5,3	0
22	Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando.	61,8	25,0	11,8	1,3
23	Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	9,5	6,8	17,6	66,2
24	Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente.	9,2	5,3	32,9	52,6
25	Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza.	84,2	10,5	5,3	0
26	Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	1,4	9,5	40,5	48,6
27	Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras.	1,3	11,8	35,5	51,3
28	No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	80,3	11,8	5,3	2,6
29	Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	84,0	10,7	1,3	4,0
30	Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	1,3	11,8	34,2	52,6
31	Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	2,6	5,3	43,4	48,7
32	Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	57,3	30,7	12,0	0
33	Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	17,1	21,1	34,2	27,6
34	No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	65,8	22,4	9,2	2,6
35	Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	85,3	12,0	1,3	1,3

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
36	Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	1,3	6,6	35,5	56,6
37	Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	2,7	5,3	16,0	76,0
38	Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás.	62,7	32,0	2,7	7,7
39	Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas.	67,1	18,4	13,2	1,3
41	Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	1,4	6,8	46,6	45,2
42	Aprender cosas de ciencias es pesadísimo.	48,7	36,8	14,5	0
43	Odio las clases de ciencias.	61,3	30,7	8,0	0
44	Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	1,4	2,7	47,9	47,9
45	Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	3,9	9,2	43,4	43,4
46	Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	64,0	24,0	5,3	6,7
47	La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos.	61,1	30,6	6,9	1,4
48	La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal.	73,7	22,4	1,3	2,6
49	Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	29,3	32,0	33,3	5,3
50	Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	6,9	31,9	44,4	16,7
51	Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	3,9	9,2	22,4	64,5
52	Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	68,0	29,3	1,3	1,3
53	Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	15,3	43,1	33,3	8,3
54	Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	63,5	24,3	10,8	1,4

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
55	Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	6,7	10,7	54,7	28,0
56	Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	38,9	37,5	19,4	4,2
57	La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	2,6	7,9	48,7	40,8
58	La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	20,0	33,3	44,4	2,7
59	Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	11,1	34,7	37,5	16,7
60	Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	9,2	30,3	39,5	21,1
61	Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas.	17,3	50,7	25,3	6,7
62	Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	19,4	43,1	26,4	11,1
64	Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente.	21,3	42,7	26,7	9,3
65	Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	27,8	36,1	33,3	2,8
66	No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	44,7	32,9	17,1	5,3
67	Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	21,6	40,5	25,7	12,2
68	Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente.	27,0	35,1	21,6	16,2
69	Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	15,5	40,8	32,4	11,3
71	Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	2,7	13,5	45,9	37,8
72	Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza.	5,3	14,7	40,0	40,0

PORCENTAJES DE RESPUESTAS VÁLIDAS DEL GRUPO CONTROL EN SITUACIÓN POSTEST					
Nº	**ÍTEM**	**% MD**	**% D**	**% A**	**% MA**
73	Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza.	1,3	2,7	33,3	62,7
75	Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	18,7	50,7	26,7	4,0
76	En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	21,3	52,0	22,7	4,0

TABLA Nº 22. Porcentajes de respuestas válidas del grupo control en situación postest.
FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de frecuencias y porcentajes, como ya se ha comentado, pretende identificar, de un modo exhaustivo, la forma en que se distribuyen las opiniones del alumnado. Así, y siguiendo la pauta establecida anteriormente, se comentarán en primer lugar aquellas cuestiones con las que el alumnado que constituye el grupo control no se identifica, manifestándose "muy en desacuerdo" (opción 1) o en una clara "tendencia al desacuerdo" (opciones 1 y 2 sumadas). Opiniones como que los problemas del medio ambiente no sean su problema (78,9% de MD) y a que no les preocupe el *medio ambiente* (88,1 % de MD y D sumados) son rechazadas mayoritariamente por el alumnado. Otro tanto sucede frente a la creencia de que no existen problemas imposibles de solucionar por la tecnología (77,7 % de MD y D sumados) y ante la idea de que las tecnologías limpias nunca llegarán a ser una realidad (70,1 %); por otra parte, existe una opinión claramente contraria a que se esté exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, argumentando que el proceso de degradación ambiental es completamente natural (85,5 % de MD más D). Al igual que en el pretest, los alumnos de este grupo no piensan que el desarrollo de la economía esté por encima de los daños que se puedan causar a la naturaleza (84,0 % de MD más D), ni que el beneficio económico sea más importante, cuando se utiliza un recurso natural, que sus efectos sobre el medio (71,1 % de MD). También se oponen a que se deba explotar la naturaleza sin evaluar los daños que se puedan causar (86,8 % de MD más D sumados), ni aún confiando que en el futuro se puedan encontrar alternativas (84,2 % de MD). Refiriéndose a su

propia intención de conducta, el alumnado rechaza contundentemente mostrarse pasivo ante los problemas ambientales (80,3 % de MD), y permanecer indiferente ante la necesidad de colaborar en la salvaguarda de los valores naturales (84,0 % de MD). De un modo menos acentuado, (90% de MD y D sumados), también descartan su tendencia a movilizarse sólo en el supuesto de que un problema les afectase directamente a ellos o a sus seres queridos. La creencia de que no se pueda hacer nada para evitar la instalación de una fábrica contaminante las cercanías, es también objeto de desacuerdo (88,2 % de MD y D sumados), de la misma manera que no aceptan la idea de resignarse sin protestar, si se tratase de una central nuclear (85,3 % de MD). Tampoco creen que la preocupación por los recursos naturales no deba trascender los límites de lo particular (94,7 % de MD y D sumados) y rechazan que se pueda calificar de idealistas a quienes practican la separación de residuos en casa (85,5 % de MD y D sumados).

La percepción del alumnado es contraria a que el aprendizaje de las ciencias sea pesado (84,6 % de MD y D sumados), y no reconoce albergar sentimientos de odio hacia las clases de esta materia (92,0 % de MD más D). El desacuerdo también es claro, frente a la idea de que se pueda vivir sin la ciencia (88,0 % de MD y D sumados), y ante la afirmación de que la humanidad no necesita el conocimiento científico (91,7 % de MD más D). Los alumnos descartan que la ciencia sea cosa de genios solitarios y no para la gente normal (73,7 % de MD), que sean la necesarias enormes sumas de dinero para poder experimentar (97,3 % de MD más D), y el convencimiento de que ningún pobre pueda dedicarse a estas tareas (87,8 % de MD y D sumados). El desacuerdo es también manifiesto con que los científicos sean ajenos a las modas o a las ideas del momento (76,4 % de MD y D sumados).

Los encuestados afirman no apreciar relación alguna entre la contaminación y los avances científicos (77,6 % de MD y D sumados), y descartan que la investigación científica pueda resolver la crisis ambiental (69,4 % de MD más D sumados) o dar soluciones al deterioro de la naturaleza (73,3 % de MD más D sumados).

En cuanto a las opiniones favorables hemos de destacar que, como en las demás tablas de resultados, se presentan en los ítems que afirman lo contrario que aquellas cuestiones que han obtenido respuestas desfavorables, lo cual es un importante aval de la veracidad con que los alumnos han cumplimentado el cuestionario.

Para proteger el medio ambiente, el grupo piensa que es muy importante su colaboración (96,0 % de MA y A sumados), y se muestra convencido de poder contribuir a la conservación de la naturaleza (82,9 % de MD). Existe también, entre ellos, el convencimiento de que se pueden conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra (85,3 % de MA y A sumados), gracias al esfuerzo de todos (93,4 % de MA y A sumados). Además, la educación ambiental se contempla como posible solución de la crisis ambiental (84 % de MA y A sumados) y existe una clara tendencia al acuerdo (MA y A sumados) con la creencia de que no podemos explotar la naturaleza sin tener en cuenta los daños que causamos (83,8 %), y con la afirmación de que las generaciones futuras nos reprocharán nuestra inadecuada gestión de los recursos naturales (70,5 %). Estas opiniones son coherentes con el convencimiento que manifiesta el alumnado, de que es posible el progreso de la humanidad sin provocar deterioro en el medio ambiente (89,1 % de MA más A). Por otra parte, se aprecia, entre los encuestados, disposición a colaborar en campañas medioambientales (86,8 % de MA y A sumados) y a participar en la defensa de la naturaleza (92,1 % de MA y A sumados), ya que muestran estar convencidos de que con su esfuerzo, y prescindiendo de comodidades, pueden contribuir a la preservación de la naturaleza (92,1 % de MA y A sumados), lo cual, para ellos, merece la pena (76,0 % de MA).

Los chicos y chicas del grupo control, se encuentran *muy bien* durante las clases de ciencias (91,8 % de MA y A sumados), valoran positivamente la ciencia por su contribución a la mejora de la calidad de vida humana (95,8 % de MA y A sumados) y siente admiración por quienes se dedican a tareas científicas (86,8 % de MA y A sumados). Por otra parte, la percepción que posee el grupo, acerca de los científicos, concuerda con una visión de éstos como personas normales y

comunicativas (89,9 % de MA y A sumados), alejadas del lujo y de las élites sociales (82,7 % de MA y A sumados). La ciencia se concibe, en estos alumnos, como un saber objetivo e inmune frente a influencias externas (89,5 % de MA y A sumados).

La creencia de que la ciencia puede avanzar sin dañar al medio ambiente es respaldada por el alumnado (83,7 % de MA y A sumados), idea que se mantiene en los otros dos ítems parecidos, el setenta y dos (79,8 % de MA y A sumados) y el setenta y tres (96,0 % de MA y A sumados).

Hay un buen número de ítems, para los cuales no se pueden advertir tendencias de opinión claramente asentadas en el grupo, ya que existen porcentajes similares en las diferentes opciones y además aparecen comprendidos entre el "acuerdo" y el "desacuerdo". Esta situación se advierte, fundamentalmente, en los mismos ítems que en el pretest de este grupo, como por ejemplo, cuando se afirma que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza, y cuando se asegura que todas las especies estamos condenadas a desaparecer en algún momento. Otras cuestiones en las que encontramos un reparto uniforme en las opciones de respuesta elegidas por el alumnado, afirman que los problemas ambientales son menores donde la población está bien informada, o incluso no existen en los países que gozan de una buena educación ambiental. No hay tampoco un reconocimiento expreso de la importancia de la solidaridad con los desfavorecidos como factor clave de la crisis ambiental, ni se aprecia que los alumnos relacionen la problemática del Tercer Mundo, y el subdesarrollo, como parte de la crisis medioambiental. La indefinición de la respuesta se aprecia también, con frecuencias similares en las cuatro opciones, ante la posibilidad de unirse a grupos ecologistas para defender intereses particulares.

Las valoraciones del alumnado aparecen igualmente muy repartidas, respecto a la imagen que poseen de los científicos como seres solitarios, cuando se hace referencia al trabajo de estos en equipo, y cuando se alude sus relaciones con personas de alto status político y social. Otro tanto sucede con las cuestiones que

giran en torno a la posible influencia de la política, o de las formas de pensar en boga, en el trabajo científico; y en torno a la rigidez de sus métodos, con etapas y protocolos de actuación inmodificables.

Por último, hay una significativa falta de consenso, entre los encuestados, en la mayor parte de las cuestiones cuyos enunciados tratan de responsabilizar a los avances científicos del deterioro ambiental.

VI.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS

En el análisis descriptivo caracterizábamos el estado de opinión, respectivamente, de los cuatro grupos de respuestas. El estudio pormenorizado de los mismos deja entrever, de modo intuitivo, la existencia de semejanzas y diferencias entre las opiniones de un mismo grupo, antes y después de la aplicación del programa pedagógico, y entre ambos grupos (control y experimental) en los dos momentos. Ahora bien, la constatación de la existencia o no de homogeneidad, debe ser puesta de manifiesto mediante pruebas estadísticas adecuadas que avalen la significatividad de las diferencias que encontramos entre los datos, contando así con un criterio objetivo, y de común aceptación, para decidir entre ambas posibilidades. Una vez seleccionada la prueba estadística más idónea, y después de su aplicación, haremos una interpretación global de los resultados obtenidos, para concluir con el análisis pormenorizado de estos resultados mediante la observación del grado de cumplimiento de las hipótesis de partida.

VI.2.1. Fundamentación del análisis comparativo.

Las características del diseño de la investigación condicionan la selección de la prueba estadística empleada para la realización de los contrastes. En nuestro caso, como se expone con mayor detalle en el capítulo IV, el diseño es de tipo cuasi-experimental con pretest-postest, razón por la cual el análisis comparativo

pertinente es una *prueba no paramétrica para dos grupos con sujetos relacionados*.

La literatura especializada recoge cinco pruebas para realizar contrastes no paramétricos (Jiménez y otros, 1998: 181). Descartamos la prueba de Mc Nemar por ser adecuada para un mismo grupo en dos momentos distintos, pero no para dos grupos. La prueba de Walsh y la prueba de aleatoriedad, son aplicables, únicamente, a muestras muy pequeñas; siendo además sus exigencias, próximas a las pruebas paramétricas. Así pues, de las dos pruebas, ambas de nivel ordinal de medida, que podemos utilizar, esto es, la prueba *de los signos* y la *T de Wilcoxon*, optamos por la segunda, por ser considerada más precisa que la primera.

La prueba de Wilcoxon se fundamenta en el supuesto de que, al haberse igualado los grupos mediante el emparejamiento inicial, las diferencias de las puntuaciones para las diferentes parejas deben repartirse por igual entre los primeros y los segundos miembros de cada pareja; en consecuencia, cuando se asignen los rangos a las diferencias entre parejas, las sumas de los rangos de los primeros miembros debe ser igual, o muy próxima, a la suma de los rangos de los segundos miembros de tales parejas; dicho de otro modo, habrá homogeneidad entre ambos grupos. Si no se produce esta situación, y si el diseño ha sido correcto, las diferencias medidas en la variable dependiente tendrían su origen en el efecto de la variable independiente. El estadístico de la prueba de Wilcoxon se representa por T, y se define como "*la menor suma de los rangos, positivos o negativos, asignados a las diferencias entre las puntuaciones de las parejas*" (Jiménez y otros, 1998: 192).

La distribución de T es peculiar cuando el tamaño de la muestra *n* es pequeño; pero a partir de $n = 25$ y a medida que su valor aumenta, la distribución de T se aproxima al modelo normal, por lo que deberemos calcular su valor de puntuaciones típicas (característico de la distribución normal) z_T a fin de asignar a los resultados su correspondiente probabilidad conforme a la hipótesis del azar. El nivel crítico (significatividad asintótica bilateral) nos indicará homogeneidad en

la muestra, si su valor es mayor que el habitual nivel de significación (α = 0,05); y pondrá de manifiesto la existencia de diferencias significativas en el caso contrario. Como es sabido, un nivel de significación de 0,05 refleja un nivel de confianza del 99,95 %.

VI.2.2. Resultados e interpretación del análisis comparativo.

El análisis comparativo entre los cuatro grupos de resultados, se ha realizado agrupando los ítems por dimensiones, de acuerdo con la formulación de las hipótesis de investigación. De este modo, se simplifica el proceso de manera notable, ya que pasamos de trabajar con setenta y dos variables dependientes a cinco. Por otra parte, hemos de tener en cuenta que, como se ha explicado con anterioridad, lo que pretendemos con este análisis es conocer la existencia o no existencia de diferencias significativas entre las muestras, y que posteriormente, se puede realizar un análisis pormenorizado de un modo más descriptivo sobre las posibles causas de la falta de homogeneidad en los resultados obtenidos, en cada caso, en cada una de las dimensiones.

VI.2.2.1. Resultados e interpretación del análisis comparativo entre el grupo control pretest y el grupo experimental pretest

PRUEBA DE LOS RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON PARA LOS GRUPOS CONTROL PRETEST Y EXPERIMENTAL PRETEST				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
TOTALIDAD DEL CUESTIONARIO	Rangos negativos	40	33,16	1326,50
	Rangos positivos	36	44,43	1599,50
	Empates	0		
	Total	76		
DIMENSIÓN I	Rangos negativos	33	36,29	1197,50
	Rangos positivos	42	39,35	1652,50
	Empates	1		
	Total	76		
DIMENSIÓN II	Rangos negativos	31	37,37	1158,50

PRUEBA DE LOS RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON PARA LOS GRUPOS CONTROL PRETEST Y EXPERIMENTAL PRETEST				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
	Rangos positivos	42	36,73	1542,50
	Empates	3		
	Total	76		
DIMENSIÓN III	Rangos negativos	24	28,54	685,00
	Rangos positivos	35	31,00	1085,00
	Empates	17		
	Total	76		
DIMENSIÓN IV	Rangos negativos	32	38,33	1226,50
	Rangos positivos	39	34,09	1329,50
	Empates	5		
	Total	76		
DIMENSIÓN V	Rangos negativos	32	36,13	1156,00
	Rangos positivos	36	33,06	1190,00
	Empates	8		
	Total	76		

TABLA Nº 23. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los grupos control pretest y experimental pretest.
FUENTE: Elaboración propia.

ESTADÍSTICOS DE CONTRASTE PARA LOS GRUPOS CONTROL PRETEST Y EXPERIMENTAL PRETEST. PRUEBA DE LOS RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON						
	TOTALIDAD	DIM. I	DIM. II	DIM. III	DIM. IV	DIM. V
Z	-,707(a)	-1,202(a)	-1,057(a)	-1,516(a)	-,296(a)	-,104(a)
Signific. asintótica (bilateral)	,480	,229	,291	,130	,767	,917

a Basado en los rangos negativos.

TABLA Nº 24. Estadísticos de contraste para los grupos control pretest y experimental pretest.
FUENTE: Elaboración propia.

En las tablas nº 23 y nº 24 se muestran los resultados obtenidos en la prueba de Wilcoxon para los grupos control pretest y experimental pretest. Como se puede apreciar, el nivel crítico (significatividad asintótica bilateral) supera el nivel de significación establecido ($\alpha = 0,05$), de lo cual se infiere la existencia de

homogeneidad en la totalidad del cuestionario y en las cinco dimensiones. Estos resultados tienen un interés especial, ya que nos informan de que no existían diferencias significativas, en los parámetros estimados, entre los grupos control y experimental al inicio de la investigación.

VI.2.2.2. Resultados e interpretación del análisis comparativo entre el grupo control pretest y el grupo control postest.

PRUEBA DE LOS RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON PARA LOS GRUPOS CONTROL PRETEST Y CONTROL POSTEST				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
TOTALIDAD DEL CUESTIONARIO	Rangos negativos	39	41,91	1634,50
	Rangos positivos	36	33,76	1215,50
	Empates	1		
	Total	76		
DIMENSIÓN I	Rangos negativos	38	38,76	1473,00
	Rangos positivos	35	35,09	1228,00
	Empates	3		
	Total	76		
DIMENSIÓN II	Rangos negativos	42	37,57	1578,00
	Rangos positivos	29	33,72	978,00
	Empates	5		
	Total	76		
DIMENSIÓN III	Rangos negativos	27	32,50	877,50
	Rangos positivos	36	31,63	1138,50
	Empates	13		
	Total	76		
DIMENSIÓN IV	Rangos negativos	36	40,68	1464,50
	Rangos positivos	37	33,42	1236,50
	Empates	3		
	Total	76		
DIMENSIÓN V	Rangos negativos	31	35,32	1095,00
	Rangos positivos	37	33,81	1251,00
	Empates	8		
	Total	76		

TABLA Nº 25. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los grupos control pretest y control postest.
FUENTE: Elaboración propia.

ESTADÍSTICOS DE CONTRASTE PARA LOS GRUPOS CONTROL PRETEST Y CONTROL POSTEST. PRUEBA DE LOS RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON						
	TOTALIDAD	DIM. I	DIM. II	DIM. III	DIM. IV	DIM. V
Z	-1,106(a)	-,674(a)	-1,721(a)	-,897(b)	-,628(a)	-,477(b)
Signific. asintótica (bilateral)	,269	,500	,085	,370	,530	,633

a Basado en los rangos positivos.
b Basado en los rangos negativos.

TABLA Nº 26. Estadísticos de contraste para los grupos control pretest y control postest. FUENTE: Elaboración propia.

Las tablas nº 25 y nº 26 reflejan los resultados obtenidos en la prueba de Wilcoxon para los grupos control pretest y y control postest. Como se puede apreciar, el nivel crítico (significatividad asintótica bilateral) supera el nivel de significación establecido (α = 0,05), de lo cual se infiere, al igual que en el caso anterior, la existencia de homogeneidad en la totalidad del cuestionario y en las cinco dimensiones.

VI.2.2.3. Resultados e interpretación del análisis comparativo entre el grupo control postest y el grupo experimental postest.

PRUEBA DE LOS RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON PARA LOS GRUPOS CONTROL POSTEST Y EXPERIMENTAL POSTEST				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
TOTALIDAD DEL CUESTIONARIO	Rangos negativos	43	36,55	1571,50
	Rangos positivos	29	36,43	1056,50
	Empates	4		
	Total	76		
DIMENSIÓN I	Rangos negativos	33	36,14	1192,50
	Rangos positivos	42	39,46	1657,50
	Empates	1		
	Total	76		
DIMENSIÓN II	Rangos negativos	34	26,97	917,00

	Rangos positivos	28	37,00	1036,00
	Empates	14		
	Total	76		
DIMENSIÓN III	Rangos negativos	39	37,95	1480,00
	Rangos positivos	32	33,63	1076,00
	Empates	5		
	Total	76		
DIMENSIÓN IV	Rangos negativos	39	31,18	1216,00
	Rangos positivos	29	38,97	1130,00
	Empates	8		
	Total	76		
DIMENSIÓN V	Rangos negativos	40	40,04	1601,50
	Rangos positivos	36	36,79	1324,50
	Empates	0		
	Total	76		

TABLA Nº 27. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los grupos control postest y experimental postest
FUENTE: Elaboración propia.

ESTADÍSTICOS DE CONTRASTE PARA LOS GRUPOS CONTROL POSTEST Y EXPERIMENTAL POSTEST. PRUEBA DE LOS RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON						
	TOTALIDAD	DIM. I	DIM. II	DIM. III	DIM. IV	DIM. V
Z	-1,446(a)	-1,229(b)	-,418(b)	-1,159(a)	-,263(a)	-,717(a)
Signific. asintótica (bilateral)	,148	,219	,676	,247	,793	,473

a Basado en los rangos positivos.
b Basado en los rangos negativos.

TABLA Nº 28. Estadísticos de contraste para los grupos control postest y experimental postest.
FUENTE: Elaboración propia.

En las tablas nº 27 y nº 28 se agrupan los resultados de la prueba de Wilcoxon para los grupos control postest y experimental postest. Los valores de significatividad asintótica bilateral superan, en todos los casos, el nivel de significación establecido ($\alpha = 0,05$), por lo que hay que aceptar la no existencia de diferencias, para los postest de ambos grupos, en la totalidad del cuestionario y en las cinco dimensiones.

VI.2.2.4. Resultados e interpretación del análisis comparativo entre el grupo experimental pretest y el grupo experimental postest.

PRUEBA DE LOS RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON PARA LOS GRUPOS EXPERIMENTAL PRETEST Y EXPERIMENTAL POSTEST				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
TOTALIDAD DEL CUESTIONARIO	Rangos negativos	49	40,77	1997,50
	Rangos positivos	27	34,39	928,50
	Empates	1		
	Total	77		
DIMENSIÓN I	Rangos negativos	46	40,91	1882,00
	Rangos positivos	27	30,33	819,00
	Empates	4		
	Total	77		
DIMENSIÓN II	Rangos negativos	47	35,50	1668,50
	Rangos positivos	25	38,38	959,50
	Empates	5		
	Total	77		
DIMENSIÓN III	Rangos negativos	36	30,89	1112,00
	Rangos positivos	27	33,48	904,00
	Empates	14		
	Total	77		
DIMENSIÓN IV	Rangos negativos	44	38,75	1705,00
	Rangos positivos	31	36,94	1145,00
	Empates	2		
	Total	77		
DIMENSIÓN V	Rangos negativos	35	35,54	1244,00
	Rangos positivos	38	38,34	1457,00
	Empates	4		
	Total	77		

TABLA Nº 29. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los grupos experimental pretest y experimental postest
FUENTE: Elaboración propia.

ESTADÍSTICOS DE CONTRASTE PARA LOS GRUPOS EXPERIMENTAL PRETEST Y EXPERIMENTAL POSTEST. PRUEBA DE LOS RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON						
	TOTALIDAD	DIM. I	DIM. II	DIM. III	DIM. IV	DIM. V
Z	-2,768(a)	-2,924(a)	-1,991(a)	-,713(a)	-1,481(a)	-,586(b)
Signific. asintótica (bilateral)	,006	,003	,046	,476	,139	,558

a Basado en los rangos positivos.
b Basado en los rangos negativos.

TABLA Nº 30. Estadísticos de contraste para los grupos experimental pretest y experimental postest.
FUENTE: Elaboración propia.

Las tablas nº 29 y nº 30 reflejan los resultados obtenidos en la prueba de Wilcoxon para los grupos experimental pretest y experimental postest. Como se puede apreciar, el nivel crítico (significatividad asintótica bilateral) supera el nivel de significación establecido habitualmente ($\alpha = 0,05$) para las dimensiones III, IV y V, de lo cual cabe colegir la existencia de homogeneidad en ellas. Sin embargo, los valores del nivel crítico son inferiores a 0,05 en la totalidad del cuestionario, en la dimensión I y en la dimensión II; en este caso, podemos afirmar que las diferencias son significativas.

Capítulo VII: Conclusiones, Implicaciones y Limitaciones

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES, IMPLICACIONES Y LIMITACIONES

En este último capítulo de la tesis se presentan las conclusiones de la investigación, de acuerdo con las hipótesis planteadas, y en torno a los objetivos formulados al inicio. Analizaremos en primer lugar si las hipótesis son aceptadas o no, para proceder a continuación a realizar una síntesis o generalización de las conclusiones. La investigación termina con una declaración de las posibles implicaciones y de las limitaciones que se desprenden del trabajo realizado.

VII.1. CONCLUSIONES

VII.1.1. Análisis de las hipótesis de la investigación.

Hipótesis 1.

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen sobre la ciencia y el medio ambiente, medidas a través del Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia y el Medio Ambiente (C.A.C.M.A.), previamente a la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.), a alumnos de Segundo Ciclo de Educación Secundaria Obligatoria.

Los resultados obtenidos en la prueba de Wilcoxon para la totalidad del cuestionario permiten la aceptación de esta hipótesis. No obstante, realizamos un análisis pormenorizado de las subhipótesis.

Subhipótesis 1.1.

Se acepta la no existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen respecto a la *conservación del medio ambiente* medida a través del C.A.C.M.A. previamente a

la aplicación del Programa Pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) a alumnos de Segundo Ciclo Educación Secundaria Obligatoria.

Subhipótesis 1.2.

Se acepta la no existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen respecto a la *intención de conducta ambiental* medida a través del C.A.C.M.A. . previamente a la aplicación del Programa Pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental"* (E.I.C.E.A.) a alumnos de Segundo Ciclo Educación Secundaria Obligatoria.

Subhipótesis 1.3.

Se acepta la no existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen respecto a la *actitud hacia la ciencia* medida a través del C.A.C.M.A. previamente a la aplicación del Programa Pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) a alumnos de Educación Secundaria Obligatoria..

Subhipótesis 1.4.

Se acepta la no existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen respecto a las *concepciones sobre la naturaleza de la ciencia* medida a través del C.A.C.M.A. previamente a la aplicación del Programa Pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) a alumnos de Educación Secundaria Obligatoria..

Subhipótesis 1.5.

Se acepta la no existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado de los grupos experimental y control tienen respecto a la *contribución de la ciencia a la solución de los problemas medioambientales* medida a través del C.A.C.M.A. previamente a la aplicación del Programa Pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) a alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.

Hipótesis 2

No existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a la ciencia y el medio ambiente, medidas a través del Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia y el Medio Ambiente (C.A.C.M.A.), antes y después de la aplicación del programa pedagógico *Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental* (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Como en el caso anterior, los resultados obtenidos en la prueba de Wilcoxon para la totalidad del cuestionario, permiten la aceptación de esta hipótesis. No obstante, realizamos un análisis pormenorizado de las subhipótesis.

Subhipótesis 2.1.

Se acepta la no existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a la *conservación del medio ambiente* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Subhipótesis 2.2.

Se acepta la no existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a la *intención de conducta ambiental* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Subhipótesis 2.3.

Se acepta la no existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a *actitud hacia la ciencia* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental"* (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Subhipótesis 2.4.

Se acepta la no existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a las *concepciones sobre la naturaleza de la ciencia* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Subhipótesis 2.5.

Se acepta la no existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo control tiene respecto a la *contribución de la ciencia a la solución de los problemas medioambientales* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) en el grupo experimental.

Hipótesis 3

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre la ciencia y el medio ambiente, medidas a través del Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia y el Medio Ambiente (C.A.C.M.A.), con posterioridad a la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Los resultados obtenidos en la Prueba de Wilcoxon para la totalidad del cuestionario, no permiten aceptar esta hipótesis. No obstante, se realiza a continuación el análisis pormenorizado de las subhipótesis.

Subhipótesis 3.1.

Se rechaza, ya que no existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre *conservación del medio ambiente*, medidas con el C.A.C.M.A. con posterioridad a la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Subhipótesis 3.2.

Se rechaza, ya que no existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre *intención de conducta ambiental*, medidas con el C.A.C.M.A. con posterioridad a la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Subhipótesis 3.3.

Se rechaza, ya que no existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre *actitud hacia la ciencia*, medidas con el C.A.C.M.A. con posterioridad a la

aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Subhipótesis 3.4.

Se rechaza, ya que no existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre *concepciones sobre la naturaleza de la ciencia*, medidas con el C.A.C.M.A. con posterioridad a la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Subhipótesis 3.5.

Se rechaza, ya que no existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto del grupo control sobre *contribución de la ciencia a la solución de los problemas medioambientales*, medidas con el C.A.C.M.A. con posterioridad a la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Hipótesis 4.

Existen diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a la ciencia y el medio ambiente, medidas a través del Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia y el Medio Ambiente (C.A.C.M.A.), antes y después de la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental*" (E.I.C.E.A.) al grupo experimental.

Los resultados obtenidos en la prueba de Wilcoxon para la totalidad del cuestionario, permiten la aceptación de esta hipótesis. No obstante, al realizar el

análisis pormenorizado de las subhipótesis, comprobamos que las diferencias no son significativas en todas las dimensiones que han sido objeto de estudio.

Subhipótesis 4.1.

Se acepta la existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a la *conservación del medio ambiente* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental"* al grupo experimental.

Subhipótesis 4.2.

Se acepta la existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a la *intención de conducta ambiental* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental"* al grupo experimental.

Subhipótesis 4.3.

Se rechaza la existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a la *actitud hacia la ciencia* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental"* al grupo experimental.

Subhipótesis 4.4.

Se rechaza la existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a las *concepciones sobre la naturaleza de la ciencia* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la

aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental"* al grupo experimental.

Subhipótesis 4.5.

Se rechaza la existencia de diferencias significativas en las percepciones que el alumnado del grupo experimental tiene respecto a la *contribución de la ciencia a la solución de los problemas medioambientales* medidas a través del C.A.C.M.A., antes y después de la aplicación del programa pedagógico "*Estrategias de Investigación Científica en Educación Ambiental"* al grupo experimental.

ACEPTACIÓN DE HIPÓTESIS	
Subhipótesis	**Aceptación**
1.1.	SÍ
1.2.	SÍ
1.3.	SÍ
1.4.	SÍ
1.5.	SÍ
2.1.	SÍ
2.2.	SÍ
2.3.	SÍ
2.4.	SÍ
2.5.	SÍ
3.1.	NO
3.2.	NO
3.3.	NO
3.4.	NO
3.5.	NO
4.1.	SÍ
4.2.	SÍ
4.3.	NO
4.4.	NO
4.5.	NO

TABLA Nº 31. Aceptación de hipótesis de la investigación.
FUENTE: Elaboración propia

VII.1.2. Síntesis y discusión de las conclusiones

En el epígrafe anterior nos hemos limitado a constatar la aceptación o rechazo de las hipótesis en función de los resultados obtenidos en la prueba de Wilcoxon. El criterio elegido para la realización de esta prueba de contraste, como ya se ha comentado, fue agrupar los setenta y dos ítems en las cinco categorías o dimensiones sobre las que gira nuestra investigación, y que han servido de base para la formulación de las hipótesis. Sin embargo, es lícito pensar, y sobre todo si se tienen en cuenta las características de la prueba de Wilcoxon, que la aceptación de los resultados obtenidos no está exenta de un examen más detallado de los ítems que consideramos representativos; dicho de otro modo, se puede realizar una síntesis de estos resultados con los procedentes del análisis descriptivo, con la finalidad de profundizar en nuestras conclusiones y de matizarlas, en la medida de lo posible.

Conclusión 1

No existen diferencias significativas inicialmente, para los aspectos que contempla el cuestionario, entre las respuestas de los grupos control y experimental, si bien las puntuaciones obtenidas por el alumnado del grupo control indican una mayor madurez de sus actitudes que las estimadas para el grupo experimental.

La importancia de contar con grupos homogéneos, en el pretest, es fundamental para evaluar la posterior evolución de las actitudes de los sujetos, y aporta solidez a las conclusiones.

Conclusión 2

No existen diferencias significativas, en las respuestas del grupo control, antes y después de la aplicación del programa didáctico al grupo experimental; dicho de

otro modo, se constata la permanencia de las actitudes, medidas con el CACMA, en el alumnado con el cual no se ha aplicado el programa EICEA.

Esta constatación tiene importantes implicaciones para la investigación, ya que nos está informando de la constancia de las actitudes medidas en el grupo de alumnos que cursa el programa de estudios habitual. Este hecho, unido a la homogeneidad inicial con el grupo experimental, nos va a permitir atribuir a la variable independiente cualquier variación significativa en los resultados obtenidos en el postest experimental, descartando, al mismo tiempo, la influencia de variables extrañas.

Conclusión 3

No existen diferencias significativas en los postest de ambos grupos, para las cinco categorías de actitudes medidas con el CACMA. No obstante, si tenemos en cuenta el valor tan bajo de significatividad asintótica obtenido para la totalidad del cuestionario (,148) podríamos interpretar que, utilizando un α menos restrictivo, cabría cuestionarse la afirmación precedente.

Conclusión 4

Existen diferencias significativas en los resultados totales obtenidos con el CACMA, en el grupo experimental, antes y después de la aplicación del programa pedagógico EICEA.

Podemos constatar, por tanto, que se ha producido un cambio, respecto a las actitudes hacia la ciencia y el medio ambiente, en el alumnado que ha cursado el programa EICEA. Del análisis descriptivo podemos inferir la naturaleza de este cambio, que refleja la evolución de los alumnos hacia una mayor madurez actitudinal.

Conclusión 5

Existen diferencias significativas en el grupo experimental, antes y después de la aplicación del programa pedagógico EICEA, medidas con el CACMA, en cuestiones relacionadas con la "conservación del medio ambiente".

En un examen más exhaustivo, con la ayuda del análisis descriptivo, podemos apreciar que los avances más significativos se han producido de la siguiente forma:

a) abandono de posturas de indiferencia hacia los problemas ambientales;
b) reconocimiento de la importancia de abordar estas problemáticas de forma colectiva;
c) identificación del carácter complejo de la crisis medioambiental;
d) relativización de la importancia de los distintos factores, especialmente, la educación ambiental y la información ciudadana, el subdesarrollo, y las soluciones tecnológicas;
e) rechazo ante planteamientos economicistas; y
f) convencimiento de la necesidad de gestionar la naturaleza con planteamientos racionales y sostenibles.

Conclusión 6

Existen diferencias significativas en el grupo experimental, antes y después de la aplicación del programa pedagógico EICEA, medidas con el CACMA, en cuanto a "intención de conducta ambiental".

El análisis descriptivo nos permite corroborar la consecución de evidentes avances, en el grupo que cursó el programa, en cuanto a la disposición del alumnado a participar, *con su esfuerzo personal*, en la solución de los problemas ambientales locales y globales, tanto si se formulan en sentido genérico como si se hace de modo particular.

VII.2. IMPLICACIONES

Resulta evidente que una investigación como la que nos ocupa, que recibe aportaciones desde campos muy distintos del conocimiento, puede tener a su vez, numerosas implicaciones que reviertan en los mismos.

En primer lugar, haremos alusión a la importancia que el desarrollo de actitudes tiene en cualquier ámbito de la educación, y a una constatación, demasiado frecuente en los diversos foros de educadores, de la dificultad que existe a la hora de implementar programas específicos para tal fin. Como ha quedado demostrado, la utilización de programas pedagógicos inspirados en la investigación-acción, como el *EICEA*, ha dado lugar al desarrollo de ciertas actitudes y creencias hacia la crisis medioambiental, que no se consiguen en el marco de la educación secundaria convencional. En un momento histórico en el que suceden continuos debates sobre políticas educativas centradas en el currículo y en la carga lectiva de las diferentes áreas, pensamos que la importancia del factor metodológico debería ser reivindicada.

Por su parte, el empleo de instrumentos pedagógicos holísticos, centrados en la investigación de la realidad en la que nos hallamos inmersos, integran la práctica totalidad de principios pedagógicos (trabajo en grupo, empleo de diversas formas del lenguaje, protagonismo en el aprendizaje, utilización de procedimientos científicos y de las nuevas tecnologías, atención a la diversidad, clima de aula, metacognición, etc.) que propugnan disciplinas como la Didáctica de las Ciencias y la Educación Ambiental. Ésta última, por su parte, parece haber confiado la enseñanza de los valores ambientales a centros específicos surgidos a tal fin, en los que frecuentemente se superponen las actividades en la naturaleza con los mensajes conservacionistas, sin un claro nexo entre ambos a la luz de quien tiene que aprender, y con grave riesgo de reproducir situaciones de *enseñanza ficción*.

Para el docente, la utilización de metodologías de enseñanza basadas en la investigación-acción, suponen una fuente inagotable de conocimiento, de intercambios, y de nuevas experiencias. El contacto del medio escolar con la realidad se produce así de forma dialéctica, dando lugar a un refuerzo social de la figura del docente, ya que los resultados del trabajo de aula revierten en el entorno. El creciente número de experiencias, en centros de Educación Secundaria Obligatoria, de parecida índole a la que se evalúa en esta investigación, así como la creación de cada vez más plataformas de intercambio (redes de centros, encuentros, congresos, publicaciones, etc.) que a menudo surgen de los propios docentes, revela la satisfacción profesional de quienes las llevan a cabo. La mejora, en el alumnado que cursa estos programas, de cuestiones como la autoestima, es una creencia generalizada, aunque tal vez debiera ser objeto de una investigación didáctica seria, al igual que su extrapolación al terreno de los docentes.

VII.3. LIMITACIONES

Al igual que sucede con las implicaciones, la naturaleza de las limitaciones que atañen a la presente investigación es muy variada, por lo que comentamos las más notables. Tal vez la limitación más importante sea la propiamente epistemológica, ya que el mismo concepto de actitud no tiene una definición clara y unánimemente aceptada, lo cual dificulta enormemente el diseño de una investigación sobre cambio actitudinal. En este sentido, hemos de destacar que apenas se han encontrado trabajos precedentes de carácter científico sobre este tema.

Encontramos también toda una serie de limitaciones metodológicas, algunas inherentes a las propias Ciencias Sociales y Humanas, como por ejemplo la dificultad de controlar todas las variables, o las propias que se derivan de la dificultad de medir actitudes. Para solventarlas en la medida de lo posible, se ha procedido a un cuidado diseño de la investigación, y a la combinación de análisis de tipo cuantitativo con otros de tipo cualitativo.

Ha resultado especialmente dificultoso encontrar personas dispuestas a colaborar como jueces en la validación del cuestionario; tanto es así que sólo un quince por ciento, aproximadamente, de los borradores entregados retornaron debidamente valorados.

Por otra parte, la colaboración del alumnado, en edad adolescente, en este tipo de investigaciones no siempre es todo lo seria que se desearía, lo cual nos ha llevado a descartar algunas de sus aportaciones. Por otra parte, en estos niveles educativos, hay un cierto número de alumnos que permanecen en las aulas contra su voluntad y que, cuando cumplen la edad de escolarización obligatoria, abandonan el centro de enseñanza, no siendo posible recopilar sus materiales.

El tratamiento de los resultados ha resultado largamente laborioso. Para investigaciones posteriores, contemplamos la posibilidad de ampliar el análisis comparativo ítem a ítem ya que, posiblemente, quedarían avalados por el contraste de hipótesis, ciertos matices importantes que intuimos en el análisis cualitativo, en particular la mejora de actitudes referentes al *papel de la ciencia en la solución de problemas ambientales* en el grupo experimental.

Una dificultad inherente a la metodología utilizada es que los temas de trabajo que trata cada grupo de alumnos son diferentes, mientras que el cuestionario CACMA debe ser el mismo para todos ellos, por lo que algunos ítems les resultan excesivamente alejados de su práctica.

Para finalizar, creemos que debería abordarse la mejora del programa *EICEA*, ya que los resultados obtenidos en las cuestiones relacionadas con la ciencia no han sido todo lo buenos que cabría esperar, o al menos no mucho mejores que los que se logran con la metodología convencional. A este respecto, pensamos que el programa EICEA sería más efectivo si incluyese un tratamiento teórico de la metodología científica y si se fomentase la autorreflexión sobre el proceso seguido en el trabajo de aula.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

AA.VV. (1987). *El aula sin fronteras. Premios Giner de los Ríos a la innovación educativa 1983/1986*. Madrid: MEC/Fundación Banco Exterior.

AA.VV. (1988). *Otros caminos de la enseñanza. Premios Giner de los Ríos a la innovación educativa. 1986/87* . Barcelona: Fundación Banco Exterior.

AA.VV. (1992). "Experiencias" *Aula Verde* 6. Pp. 4-7. Sevilla: Junta de Andalucía.

AA.VV. (1993a). "Experiencias" *Aula Verde* 7. Pp. 3-6.

AA.VV. (1993b). "Experiencias" *Aula Verde* 9. Pp. 4-5.

AA.VV. (1996a). "Censo y campaña de protección de aviones, vencejos y golondrinas". *Aula Verde* 13. Pp. 6.

AA.VV. (1996b). "Monográfico: educación ambiental en el medio urbano". *Aula Verde* 12. Pp. 3-17.

AA.VV. (1999). "Itinerarios didácticos por el patrimonio ambiental andaluz" *Medio Ambiente* 29. (encarte). Sevilla: Junta de Andalucía.

AA.VV. (2000a). *El medio ambiente. Colección material didáctico* . Sevilla: Junta de Andalucía.

AA.VV. (2000b). *Profesores de Educación Secundaria. Legislación Andaluza*. Sevilla: MAD.

AA.VV. (2001). *EDUCAM (I)* (CD ROM). Junta de Andalucía.

AA.VV. (2001). *Plan de Desarrollo Sostenible del Parque Natural de Sierra Mágina* . Sevilla: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

AA.VV. (2002a). *EDUCAM (II) Publicaciones de Educación Ambiental.* (CD ROM). Junta de Andalucía.

AA.VV. (2002b). *Río + 10* . Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.

AA.VV. (2003). *Estrategia andaluza de educación ambiental*. Madrid: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

AA.VV. (2004). *EDUCAM (IV) Publicaciones de Educación Ambiental.* (CD-ROM). Junta de Andalucía

ABRIL, A.M.; MUELA, F.J. & QUIJANO, R. (2002). "Herencia y genética: concepciones y conocimientos de los niños (1ª fase)" *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pp. 200-206. La Laguna: Universidad de La Laguna.

ACEBEL, Mª. C.; BRITO, V.; Y PRIETO, T. (2006). "Cuando los jóvenes opinan sobre educación ambiental" *Alambique-Didáctica de las Ciencias* 47. Pp. 95-101.

ACEVEDO, J. A. (2000). "Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de Educación Secundaria en Formación Inicial" *Bordón* 52 (1).

ACEVEDO, J. A. (2004). "Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía" *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1. Pp. 3-16.

ACEVEDO, J. A. Y OTROS (2003). "Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia" *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 2(3).

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A. Y MANASSERO, M.A. (2003). "Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas" *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 2(2).

ADÚRIZ-BRAVO, A. E IZQUIERDO, M. (2002). "Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma" *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 1(3).

AGUADED, S. & DÍAZ-GUERRA, A. (2001). "Valores y riesgos ambientales: una propuesta para la enseñanza secundaria" *Alambique.* 30. Pp. 9-17.

AJZEN, J. y FISHBEIN, M. (1980). *Understanding and predicting social behavior*. New Jersey: Prentice -Hall.

ALFARO, C. & CALVO, S. (1999). *Libro blanco de la educación ambiental en España.* En http://www.mma.es/educ/ceneam/pdf/blanco.pdf (2-9-03) . CENEAM-Ministerio de Medio Ambiente.

ALLPORT, G. (1935). "Attitudes" en C. Murchison. *A Handbook of Social Psychology*. 798-844. : Clark University.

ÁLVAREZ, P. (1995). *Repertorio Bibliográfico de Educación Ambiental* . Granada: Universidad de Granada. Instituto de Ciencias de la Educación.

ÁLVAREZ, P. (1997). *Formación inicial del Profesorado en Educación Ambiental: efectos de una metodología basada en el trabajo con problemas ambientales*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

ÁLVAREZ, P. & VEGA, P. (2002). "Formación inicial del profesorado en educación ambiental. ¿Para qué hacerla? Presentación de una estrategia metodológica" *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pp. 138-146. La Laguna: Universidad de La Laguna.

ÁLVAREZ, P. GARCÍA, J. Y FERNÁNDEZ, M. J. (2004). "Ideología ambiental del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria. Implicaciones didácticas y evidencias sobre la validez de un instrumento". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 3(3). Pp. . : .

ÁLVAREZ, P.; FUENTE, I.; GARCÍA,J & FERNÁNDEZ, M.J (1999). "Evaluación de actitudes ambientales en la ESO. Análisis de un instrumento". *Alambique.* 22. Pp. 77-86.

ÁLVAREZ, R. M. & GARCÍA, E. (1999). "Estrategia investigativa para enseñar el origen de las rocas detríticas. Un ejemplo práctico". *Alambique.* 22. Pp. 43-52.

ÁLVAREZ, S. M. & CARLINO, P. C. (2004). "La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en biología". *Enseñanza de las Ciencias* 22 (2). Pp. 251-262. : .

ANDRUIOLI, N. B. Y MUDRY, M. D. (2005). "Proyecto de investigación escolar: la genotoxicidad en los curriculos del ciclo de enseñanza media y superior". *Alambique* 45. Pp. 55-59. : .

ANGUERA, M. T. et al. (1995). *Métodos de investigación en Psicología*. Madrid: Editorial Síntesis.

ARRANZ MARTÍNEZ, P. (2001). "Innovación curricular: aulas inclusivas". *Anuario de Pedagogía* 3. Pp. 143-152. : Universidad de Zaragoza.

ARTARAZ, M. (2002). "Teoría de las tres dimensiones del desarrollo sostenible". *Ecosistemas* URL: http//www.aeet.org/ecosistemas/022/informe1.htm) .

AZNAR, V. & PEREIRO, C. (1999). "Una consultora de 3º de BUP: ¿construir un colector?" *Alambique.* 20. Pp. 29-36. .

BANET, E. (2000). "La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento biológico" En PERALES, F.J. & CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* . Pp. 449-478. Alcoy: Marfil.

BANET, E. & NÚÑEZ, F. (1996). "Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación". *Enseñanza de las Ciencias* 14(3). Pp. 261-278. Barcelona: UAB.

BANET, E., MARTÍNEZ, M.J. & PRO, A. (2001). "Alimentación, salud y consumo: una propuesta para su enseñanza en la educación secundaria obligatoria". *Alambique.* 30. Pp. 27-38.

BARAK, J. et al. (1997). "Understanding of energy in biology and vitalistic conceptions". *International Journal of Science Education* 19 (1). Pp. 21-30.

BARBERÁ, O. (1992). "El papel que desempeñan las teorías en la Biología". *Enseñanza de las Ciencias* 10 (1). Pp. 32-36. Barcelona: UAB.

BENARROCH, A. (2001). "Interculturalidad y enseñanza de las ciencias" *Alambique.* 29. Pp. 9-23. Barcelona: GRAÓ.

BENAYAS DEL ÁLAMO, J. (1992). *Paisaje y Educación Ambiental. Evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno*. Madrid: MOPT.

BENAYAS, J. (2004). "La ambientalización de los campus universitarios. El caso de la Universidad Autónoma de Madrid". *La educación ambiental en Andalucía. Actas del III Congreso Andaluz de educación ambiental.* Pp.117-122. Sevilla: Junta de Andalucía.

BENDALA, M. Y PÉREZ, J. A. (2004). "Educación ambiental: praxis científica y vida cotidiana. Descripción de un proyecto" *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1(3). Pp. 233-239.

BERZAL DE PEDRAZZINI, M. & BARBERÁ, O. (1993).”Ideas sobre el concepto biológico de población”. *Enseñanza de las Ciencias* 11 (2). Pp. 149-159. Barcelona: UAB.

BISQUERRA, R. (1987). *Introducción a la estadística aplicada a la investigación educativa. Un enfoque informático con los paquetes BMDP y SPSSX* . Barcelona: PPU.

BOLIVAR, A. (1995). *La evaluación de valores y actitudes* . Madrid: Anaya/Alauda.

BORREGO, M. J. et al. (1995). “La utilización de textos históricos en la enseñanza de la biología: un ejemplo aplicado al origen de los seres vivos”. *Alambique.* 6. Pp. 127-130.

BORSESE, A. Y ESTEBAN, S. (2005). “Química, educación ambiental y vida cotidiana: el ozono troposférico” *Enseñanza de las Ciencias* 23(2). Pp. 251-262.

BOYANO, F. J. (2000). “El teñido. Problema abierto para el ámbito científico-tecnológico” *Cuadernos de Pedagogía* 293. Pp. 87-89.

BRODY, M.J. (1994). “Student scienceknowledge related to ecological crises” *International Journal of Science Education* 16 (4). Pp. 421-435.

BURÓN, J. (1999). *Enseñar a aprender*. Bilbao: Ediciones Mensajero-Universidad de Deusto.

CAAMAÑO, A. (2006). “Proyectos de ciencias: entre la necesidad y el olvido” *Alambique* 48. Pp. 10-24.

CAAMAÑO, A. Y COROMINAS, J. (2004). “¿Cómo abordar con los estudiantes la planificación de los trabajos investigativos?” *Alambique.* 39. Pp. 52-63.

CABA COLLADO, M. (2001). "El grupo como instrumento y contexto para el desarrollo de habilidades y valores sociopersonales" *Bordón* 53 (1).

CALLEJO, M. L. & LLOPIS, C. (1992). *Planos y mapas. Actividades interdisciplinares para representar el espacio* . Madrid: Narcea-MEC.

CALVO, F. (1990). *Estadística aplicada. 2ª edición* . Bilbao: Deusto.

CAMACHO ROSALES, J. (1998). *Estadística con SPSS para Windows* . Madrid: Ra-Ma.

CAMPANARIO, J- M. (2004). "Científicos que cuestionan los paradigmas dominantes: Algunas implicaciones para la enseñanza de las ciencias". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 3(3).

CAMPANARIO, J.M. (1999). "La ciencia que no enseñamos". *Enseñanza de las Ciencias* 17(3). Pp. 397-410.

CAMPANARIO, J.M. (2000). "El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno". *Enseñanza de las Ciencias* 18(3). Pp. 369-380.

CAMPANARIO, J.M. & MOYA, A. (1999). "¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas". *Enseñanza de las Ciencias* 17(2). Pp. 179-192.

CAMPANARIO, J.M. & OTERO, J. C. (2000). "Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias". *Enseñanza de las Ciencias* 18 (2). Pp. 155-169.

CAMPANARIO, J.M.; MOYA, A. & OTERO, J.C. (2001). "Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad". *Enseñanza de las ciencias* 19 (1). Pp. 45-46.

CAMPILLO, M. (1998). *La educación ambiental como tema transversal en la escuela. Inventario de preocupaciones del profesorado de la Comunidad Autónoma de Murcia.* Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.

CANO, J. M. (2004). "La experiencia del IES Poeta García Gutiérrez de Chiclana: La educación ambiental en Andalucía". *Actas del III Congreso Andaluz de educación ambiental* . Pp. 112-116. Sevilla: Junta de Andalucía.

CANO, J. M. (2005). "La ecoauditoría en un centro educativo". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 2 (1). Pp. 56-63.

CANO, J.M. (2002). *La ecoescuela. Una fórmula para la educación ambiental*. Sevilla: Junta de Andalucía-CECJA.

CANO, M. I.; GARCÍA, M. A. & VACA, M. (1998). "El estudio de un solar: algo más que yerbas y bichos". *Alambique* 18. Pp. 63-74.

CARRERA GONZALO, M. J. (2000). *Evolucionar como profesor*. Granada: Comares.

CATALÁN, A. & CATANY, M. (1986). "Contra el mito de la neutralidad de la Ciencia: el papel de la Historia" *Enseñanza de las Ciencias* 4 (2). Pp. 163-166.

CHALMERS, A. F. (1994). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* (2ª edición). Madrid: Siglo XXI de España Editores.

CILIBERTI, N. & GALAWOSKY, L.R. (1999). "Las redes conceptuales como instrumento para evaluar el nivel de aprendizaje de los alumnos. Un ejemplo para el tema de dinámica". *Enseñanza de las Ciencias* 17(1). Pp. 17-29.

CODINA, J. C. (1988). "La materia. Una visión interdisciplinar en Diversificación Curricular". *Cuadernos de Pedagogía* 259. Pp. 31-35.

COLAS, M.P. (1986). "Corrientes metodológicas en la investigación educativa". *Cuestiones Pedagógicas* 3. Pp. 193-200.

COLAS, P. y BUENDÍA, L. (1994). *Investigación educativa* . Sevilla: Alfar.

COLL, C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Barcelona: Paidós.

COLL, C. Y OTROS (1992). *Los contenidos de la reforma*. Buenos aires: Santillana.

COLOM, A. J. (1995). "De la educación ambiental al cognitivismo sistémico". En ORTEGA & LÓPEZ 1995 *Educación Ambiental: cuestiones y propuestas* . Pp. 49-58. Murcia: Cajamurcia.

COLOM, A.J. (2000). *Desarrollo sostenible y educación para el desarrollo*. Barcelona: Octaedro.

CONDE, M.C.; SÁNCHEZ, S. & CORRALES, J.M. (2002). "Aportaciones de las experiencias de ecoauditorías en los centros educativos a la didáctica de las ciencias". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* . Pp. 337-345. La Laguna: Universidad de La Laguna.

CORNELL, J. B. (1982). *Vivir la naturaleza con los niños*. Barcelona: Ediciones 29.

CORRALES, J.M.; CONDE, M.C. & SÁNCHEZ, S. (2002). "Ecocentros: una experiencia de intervención en el campo de la Didáctica de las Ciencias". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* . Pp. 250-259. La Laguna: Universidad de La Laguna.

CORTEL, A. (1999). "El trabajo experimental". *Cuadernos de Pedagogía* 281. Pp. 60-63.

COYA, M. (2001). *La ambientalización de la Universidad*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

CUELLO, A. (2004). "Recursos para la educación ambiental en la ciudad". *La educación ambiental en Andalucía. Actas del III Congreso Andaluz de educación ambiental*. Pp.233-250. Sevilla: Junta de Andalucía.

DE CASTRO, R. (1999). "Internet. Un recurso para la educación ambiental". *Aula Verde* 19.

DE LA ROSA, B. & GONZÁLEZ, J.C. (1990). "Acercamiento pedagógico a los itinerarios en la naturaleza" *Cuestiones pedagógicas* 6-7. Pp. 179-188.

DE MIGUEL, A. & DE MIGUEL, I. (2002). *Nuestros hijos*. Madrid: Fundación Solidaridad.

DEL CARMEN, L. (2000). "Los trabajos prácticos" En PERALES, F.J. & CAÑAL, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Pp. 267-287. Alcoy: Marfil.

DEL CARMEN, L. (1999). "El estudio de los ecosistemas". *Alambique.* 20. Pp. 47-54.

DÉSAUTELS, J. & LAROCHELLE, M. (2003). "Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana". *Enseñanza de las Ciencias* 21 (1). Pp. 3-20.

DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. & JIMÉNEZ, M.P. (1999). "Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase". *Alambique.* 20. Pp. 9-16.

DOOB, L. (1947). "The behavior of attitudes". *Review Psichology* 54. Pp. 135-156.

DOOB, L. (1966). *Propaganda: its psichology and technique.* New York: Bobs-Merrill.

DREWES, A. & IULIANI, L. (2003). "El enfoque CTS por situaciones problema: una propuesta para el aprendizaje de contenidos de contaminación ambiental". *Alambique* 35. Pp. 90-99.

DREYFUS, A. (1995). "Biological knowledge as a prerequisite for the development of values and attitudes". *Journal of Biological Education* 29 (3). Pp. 215-219.

DRIVER, R. (1988). "Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en Ciencias". *Enseñanza de las Ciencias* 6 (2). Pp. 109-120.

DRIVER, R. (1986). "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos". *Enseñanza de las Ciencias* 4 (1). Pp. 3-15.

DRIVER, R. ; GUESNE, E. & A. TIBERGHIEN (1989). *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Madrid: MEC-Morata.

DUGGAN, S. & GOTT, R. (2002). "What sort of science education do we really need?". *International Journal of Science Education* 24 (7). Pp. 661-679.

EDUCADORES POR LA SOSTENIBILIDAD (2004). "Compromiso por una educación para la sostenibilidad". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1(3). Pp. I-II.

EICHLER, M. L. & FAGUNDES, L. C. (2004). "Conductas cognitivas relacionadas con el análisis de problemas ambientales". *Enseñanza de las Ciencias* 22 (2). Pp. 287-298.

ESCÁMEZ, J. (1989). "Actitudes en educación". *Filosofía de la educación hoy*. Pp. 525-539. Madrid: Dykinson.

ESCÁMEZ, J. Y ORTEGA, P. (1989). "La comunicación en la educación moral y el cambio de actitudes" En *Conceptos y Propuestas*, Vol V. Papers d' Educació Valencia: Nau Llibres.

ESCUDERO, J.C.; BUYOLO, T. & CABEZAS, J. (1995). "Introducción a la valoración del impacto agrícola en la didáctica de la educación ambiental". *Campo Abierto* 12. Pp. 83-101.

ESPINOSA, J. & ROMÁN, T. (1998). "La medida de las actitudes usando las técnicas de Likert y de diferencial semántico". *Enseñanza de las Ciencias* 16(3). Pp. 477-484.

ESTEBAN, G. (2000). *Análisis de indicadores de desarrollo de la educación ambiental en España.* Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

ESTEBAN, S. (2003). "La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias" *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 2(3).

ESTRADA, P.; FERRERAS, J. & URBANO, L. (1996). "Auditorías ambientales en los centros educativos". *Ciclos* 9. Pp. 3-6.

FAJARDO, M.B. & VARELA, C. (2002). "Educación medioambiental en la enseñanza reglada: recursos disponibles del Gobierno de Canarias". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pp. 329-336. La Laguna: Universidad de La Laguna.

FARELL, A. D. y OTROS (1985). "An evaluation of two formats of inteermediate level assessment os social skills". *Behavioral Assesment* 7. Pp. 165-171.

FERNÁNDEZ Y OTROS (2003). "El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia". *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 2(3).

FERNÁNDEZ, A. y OTROS (2000). "Vygotsky reconsiderado: una revisión integrativa" *Bordón* 52 (1). Pp. 17-27.

FERNÁNDEZ, I. Y OTROS (2002). "Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza". *Enseñanza de las Ciencias* 20 (3). Pp. 477-488.

FERNÁNDEZ, J. (2002). *Educación Ambiental en España (1800-1975)*. Madrid: Editorial Raíces-Caja de Madrid.

FERNÁNDEZ, J.; ELORTEGUI, N. &MORENO, T. (2000). "Actividades en torno a un taller de energías renovables". *Alambique.* 23. Pp. 27-36.

FERNÁNDEZ, L. Y LÓPEZ, J. (2005). "Un pan eterno, ¿ciencia o metafísica?". *Alambique* 45. Pp. 105-110.

FERNÁNDEZ, M. (2003). "Los organismos medioambientales globales ante la Cumbre de Río+10". *Ecosistemas* 2003/1. (Versión electrónica)

FERNÁNDEZ, R. (2005). "El ecologismo en el ecosistema social andaluz". *Medio Ambiente* 48.

FERNÁNDEZ, R. & CASAL, M. (1995). "La enseñanza de la ecología. Un objetivo de la educación ambiental". *Enseñanza de las Ciencias* 13 (3). Pp. 295-311.

FERNÁNDEZ, R. y otros (2003). "¿Qué miden las escalas de actitudes? Análisis de un ejemplo para conocer la actitud hacia los residuos urbanos". *Ecosistemas* 2003/2. (Versión electrónica).

FERNÁNDEZ, F. &MORENO, M. L. (1989). "Educación Ambiental y Diseño Curricular". *Enseñanza de las Ciencias* 7 (1). Pp. 21-26.

FINN, H.; MAXWELL, M. & CALVER, M. (2002). "Why does experimentation matter in teaching ecology?". *Journal of Biological Education* 36 (4). Pp. 158-162. Londres.

FISHBEIN, M. & AJZEN, J. (1981). "Attitudes and voting behavior: An aplication of the theory of reasoned acting" en G Stephenson y J Davis, *Progress in applied social psychology* . New York: Wiley and sons.

FISHBEIN, M. & AJZEN, J. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Roading. Mass. Adisoson-Wesley .

FISHBEIN, M. & AJZEN, J. (1975). *Beliof, attitude, intention and behavior*: Roading. Mass. Adisson -Wesley, p. 339 .

FOX, D.J. (1987). *El proceso de investigación en educación*. Pamplona: EUNSA.

FURIÓ, C.J. (2001). *Proyecto docente. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Valencia.

GAGLIARDI, R. (1986). "Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación". *Enseñanza de las Ciencias* 4. Pp. 30-36.

GALAGOWSKY, L.R.; BONÁN, L. & ADÚRIZ, A. (1998). "Problemas con el lenguaje científico en la escuela. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales". *Enseñanza de las Ciencias* 16(2). Pp. 315-321.

GALLEGO, J. L. (2002). Reponer la tierra: . Pp. . Barcelona: Plaza & Janés.

GALLEGOS, J.A. (1999). Reflexiones sobre la ciencia y la epistemología: *Enseñanza de las Ciencias* 17(2). Pp. 321-326. Barcelona: UAB.

GARCÍA RUSO, H. (1998). "La investigación-acción y la autonomía profesional del profesor". *Contextos educativos* 1. Pp. 155-162.

GARCÍA, E. & SEQUEIROS, L. (1995). "Educación ambiental para profesorado de secundaria". *Alambique.* 6. Pp. 33-41.

GARCÍA, A. (2005). "Relaciones CTS en el estudio de la contaminación atmosférica: una experiencia con estudiantes de secundaria". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 4(2).

GARCÍA, F. & GARCÍA, J.E. (1992). *Orientaciones didácticas para la educación ambiental en E. Secundaria*. Sevilla: Junta de Andalucía.

GARCÍA, F.F. (2004). "El tratamiento didáctico de los conflictos ambientales: La educación ambiental en Andalucía". *Actas del III Congreso Andaluz de educación ambiental*. Pp. 225-232. Sevilla: Junta de Andalucía.

GARCÍA, F.F. (1996). "Posibilidades de trabajo sobre el medio urbano". *Aula Verde* 12. Pp. 4-7. Sevila: Junta de Andalucía.

GARCÍA, J. (2002). "La auditoría ambiental como instrumento educativo. Una experiencia en la formación del profesorado". *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* 16. Pp. 99-112.

GARCÍA, J. & ROSALES, N. (1998). "¿Son coherentes las actitudes del profesorado ante la educación ambiental con su comportamiento docente?". *Didáctica de las Ciencia Experimentales y Sociales* 12. Pp. 65-77.

GARCÍA, J. E. (2001). "De los problemas científicos a los problemas socioambientales (y vuelta)". *Alambique.* 29. Pp. 25-33.

GARCÍA, J. M. (1995). "Riesgos naturales: las inundaciones". *Alambique.* 6. Pp. 51-58.

GARCÍA, J.; MARTÍNEZ, J. & LÓPEZ, B. (1995). "La visión que tiene el profesorado de ciclo superior de EGB de los intereses del alumnado en educación ambiental". *Alambique.* 6. Pp. 42-50.

GARCIA, J.E. (2000). "Educación ambiental y ambientalización del currículum". En PERALES, F.J. & CAÑAL, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Pp. 585-613. Alcoy: Marfil.

GARCÍA, J.E. & RIVERO, A. (1993). "La construcción de los conceptos de ecosistema e interacción ecológica: una propuesta de hipótesis de progresión para el tratamiento de contenidos ecológicos en la educación secundaria". *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra (IV congreso) . Pp. 167-168.

GARCÍA, S. & MARTÍNEZ, C. (2002). "¿Cambiaron las actividades prácticas en los textos escolares de educación obligatoria después de la reforma educativa?". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* . Pp. 416-425. La Laguna: Universidad de La Laguna.

GARCÍA-RODEJA, I. (1999). "El sistema Tierra y el efecto invernadero". *Alambique.* 20. Pp. 75-84.

GARRET, H.E. (1979). *Estadística en psicología y educación*. Buenos Aires: Paidos.

GAVIDIA, V. & CISTERNA, M.D. (2000). "Dimensión medioambiental de la ecología en los libros de texto de la educación secundaria obligatoria española". *Didáctica de las Ciencia Experimentales y Sociales* 14. Pp. 53-67.

GAVIDIA, V. & FERNÁNDEZ, J.J. (2001). ”Análisis de los trabajos prácticos de biología en los libros de texto de secundaria”. *Didáctica de las Ciencia Experimentales y Sociales* 15. Pp. 77-94.

GAVIDIA, V. & RODES, M.J. (1999). “Las actitudes hacia la salud”. *Alambique.* 22 oct. Pp. 87-96.

GIL PÉREZ, D. (1993). “Contribución de la Historia y de la Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación”. *Enseñanza de las Ciencias* 11 (2). Pp. 197-212.

GIL PÉREZ, D. & MARTÍNEZ TORREGROSA, J. (1999). “¿Cómo evaluar si se hace ciencia en el aula?”. *Alambique* 20. Pp. 17-27.

GIL, D. & VALDÉS, P. (1996). “La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo”. *Enseñanza de las Ciencias* 14(2). Pp. 155-163.

GIL, D. ; VILCHES, A. & GONZÁLEZ, M. (2002). “Otro mundo es posible: de la emergencia planetaria a la sociedad sostenible” *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* 16. Pp. 57-81.

GIL, D. y otros (1999). “¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?”. *Enseñanza de las Ciencias* 17(2). Pp. 311-320.

GIL, D.; CARRASCOSA, J. & MARTÍNEZ (2000). Una disciplina emergente y un campo específico de investigación: . Pp. 11-34. Alcoy: Marfil.

GIL, D.; CARRASCOSA, J.; FURIÓ, C. & MARTÍNEZ, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la enseñanza secundaria*. Barcelona: ICE/HORSORI.

GIL, D.; GAVIDIA, V.; VILCHES, A. & MARTÍNEZ. J. (1998). "La educación científica ante las actuales transformaciones científico-tecnológicas". *Didáctica de las Ciencia Experimentales y Sociales* 12. Pp. 43-63.

GIL, D.; VILCHES, A. Y OLIVA, J. M. (2005). "Década de la educación para el desarrollo sostenible. Algunas ideas para elaborar una estrategia global". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 2(1). Pp. 91-100.

GIL, J.A. (2003). *Métodos de investigación en educación. Volumen III Análisis multivariante*. Madrid: UNED.

GIMÉNEZ, I. & MADRID, A. (2000). "Laboratorio de biología y geología como optativa en la educación secundaria obligatoria". *Alambique.* 23. Pp. 37-44.

GIMÉNEZ, L. (1992). *La educación ambiental en la región de Murcia. Situación y perspectiva.* Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.

GIRALDELLI, M. A. & GHISOLFI, R. M. (2005). "Os métodos científicos como possibilidade de construçao de conhecimentos no ensino de ciências". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 4(3).

GIRARDET, H. (2001). *Creando Ciudades Sostenibles*. Valencia: Ediciones Tilde.

GOLEMAN, D. (2003). *Inteligencia emocional*. Barcelona: Kairós.

GÓMEZ, J.L. (1997). *La ruta del agua. Itinerarios didácticos*. Cartagena: Instituto Municipal de Educación.

GONZÁLEZ, C. et al. (2000). "Actitudes sobre el abastecimiento del agua. Influencia de la información en la propuesta de contenidos actitudinales"

Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Pp. 290-296. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

GONZÁLEZ, C.; GARCÍA, S. & MARTÍNEZ, C. (2002). "Análisis de los proyectos curriculares del área de ciencias de la naturaleza correspondientes a la ESO". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* . Pp. 824-831. Universidad de La Laguna.

GONZÁLEZ, F. (2001). "Biología para una nueva generación. Nuevos contenidos y nuevos continentes". *Alambique.* 29. Pp. 63-69.

GONZÁLEZ, J. C. (1997). "Verde que te quiero verde... Un análisis crítico de los modelos hegemónicos en la Educación Ambiental". *Bordón* 49(4).

GÖTSCHL, J. (1990). "Philosophical and scientific conceptions of nature and the place of the responsibility". *International Journal of Science Education* 12 (3). Pp. 288-296.

GOUGH, A. (2002). "Mutualism: a different agenda for environmental and science education". *International Journal of Science Education* 24(11). Pp. 1202-1215.

GOUGH, N. (2002). "Thinking/acting locally/globally: Western science and environmental education in a global knowledge economy". *International Journal of Science Education* 24(11). Pp. 1217-1237.

GRANA, R. C. (2001). *Educación ecológica y salud*. Buenos Aires: Espacio.

GRECA, I. M. & GONZÁLEZ,, E. M. (2002). "Comunidades de aprendizaje en desarrollo sustentable". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* . Pp. 230-238. La Laguna: U. La Laguna.

GRUPO SALTERS (1999). "Proyecto Química Salters". *Cuadernos de Pedagogía* 281. Pp. 68-72.

GURUCEAGA, A. & GONZÁLEZ, F. M. (2004). "Aprendizaje significativo y educación ambiental: análisis de los resultados de un práctica fundamentada teóricamente". *Enseñanza de las Ciencias* 22 (1). Pp. 115-136.

GURUTZE, M. & ÁLVAREZ, J. (1995). "Bibliografía de educación ambiental". *Alambique.* 6. Pp. 68-74.

GUTIÉRREZ, J. (2004). "La Ambientalización de centros educativos como factor de calidad de la gestión de organizaciones". *La educación ambiental en Andalucía. Actas del III Congreso Andaluz de educación ambiental* 98-111. Pp. . Sevilla: Junta de Andalucía.

GUTIÉRREZ, M. S.; GÓMEZ; M. A. Y MARTÍN DÍAZ,. M. (2004). "¿Es cultura la ciencia?" *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1 (2). Pp. 136-138.

GUTIÉRREZ, R. (1986). *Piaget y el curriculum de Ciencias*. Madrid: I.E.P.S.-Narcea.

HART, P. (2002). "Environment in the science curriculum: the politics of change in the Pan-Canadian science curriculum development process". *International Journal of Science Education* 24(11). Pp. 1239-1254.

HERAS, F. Y OTROS (1995). "Transversalidad y educación ambiental". *Campo Abierto* 12. Pp. 103-119.

IBARRA, J. Y GIL, M. J. (2005). "Enseñar los cambios ecológicos en la secundaria: un reto en la transposición didáctica". *Enseñanza de las Ciencias* 23(3). Pp. 345-356.

IZQUIERDO, M. (2000). "Fundamentos epistemológicos" En PERALES, F.J. & CAÑAL, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Pp. 35-64. Alcoy: Marfil.

IZQUIERDO, M. (1994). "La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender (y a pensar)". *Alambique.* 1. Pp. 114-124.

IZQUIERDO, M. ; SANMARTÍ, N. & GARCÍA, P. (1999). "Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias". *Cuadernos de Pedagogía* 281. Pp. 54-58.

JIMÉNEZ, M. P.; LÓPEZ, R. & PEREIRO, C. (1995). "Integrando la educación ambiental en el currículum de ciencias". *Alambique.* 6. Pp. 9-17.

JIMÉNEZ, E.; SOLANO, I. & MARÍN, N. (1994). "Problemas de terminología en estudios realizados acerca de "Lo que el alumno sabe" sobre ciencias". *Enseñanza de las Ciencias* 12 (2). Pp. 235-245.

JIMÉNEZ, C.; LÓPEZ-BARAJAS, E. & PÉREZ, R. (1998). *Pedagogía Experimental II*. Tomo 2. Cuarta Edición. Madrid: UNED.

JIMÉNEZ, M. A. (2005). "El trabajo por proyectos en la animación sociocultural". *Edetania* 32. Pp. 105-121.

JIMÉNEZ, M. A. (Corrd.) y otros (1998). *Didáctica de las Ciencias y Transversalidad*. Málaga: Universidad de Málaga.

JIMÉNEZ, M. P.; LÓPEZ, R. & PEREIRO, C. (2006). "La educación ambiental en el aula: pensamiento crítico y uso de conceptos científicos". *Alambique* 48. Pp. 50-56.

JOCILES, A. & VELASCO, R. (1999). "Estudiando la dehesa en primaria". *Alambique.* 20. Pp. 65-73.

JUNTA DE ANDALUCÍA (2003). *Estrategia Andaluza de Educación Ambiental. Borrador 2*. Sevilla: Junta de Andalucía.

KATZ, D. (1990). "The functional approach to the study of attitudes" *Public Opinion Quartely* 24. Pp. 163-204.

KORTLAND,J. (1997). "Garbage: dumping, burning and reusing/recycling: student's perception of the waste issue". *International Journal of Science Education* 19 (1). Pp. 65-77.

KRASILCHIK, M. (1995). "The ecology of science education: Brazil 1950-90". *International Journal of Science Education* 17 (4). Pp. 413-423.

LA TORRE, M. A. (1993). *Ecología y moral*. Bilbao: Desclée de Brower.

LATIESA, M. (1994). "Validez y fiabilidad de las observaciones sociológicas". En García, M. y otros (Comp): *El análisis de la realidad social: métodos y técnicas de investigación*. Pp. 335-402. Madrid: Alianza Editorial.

LEACH, J.;DRIVER, R.; SCOTT, P. & WOOD-ROBINSON, C. (1995)." Children's ideas about ecology 1: theorethical background, design and metodology". *International Journal of Science Education* 17 (6). Pp. 721-732.

LEACH, J.;DRIVER, R.; SCOTT, P. & WOOD-ROBINSON, C. (1996). "Children's ideas about ecology 3:ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms". *International Journal of Science Education*. 18 (2). Pp. 129-141.

LEACH, J.;DRIVER, R.; SCOTT, P. & WOOD-ROBINSON, C. (1996). "Children's ideas about ecology 2:ideas found in children aged 5-16 about the cycling of matter". *International Journal of Science Education* 18 (1). Pp. 19-34.

LEWIS, R. W. (1988). "Biology: H-D Science". *The American Biology Teacher* 50 (6). Pp. 362-366.

LIMÓN DOMÍNGUEZ, D. (2000). *Pedagogía Ambiental: propuestas de cambio para una sociedad comprometida*. Barcelona: Cooperativa Universitaria Sant Jordi.

LIMÓN, D. (1999). "La Pedagogía Ambiental: bases de una metodología para una docencia universitaria". *Cuestiones Pedagógicas* 14. Pp. 237-255.

LINN, M.C. (2002). "Promover la educación científica a través de la información y comunicación (TIC)". *Enseñanza de las Ciencias* 20 (3). Pp. 347-355.

LOBO, F.; ESCUDERO, J.C. & BASTOS, M. (1992). "Proyecto interdisciplinar de estudio de los sistemas de dehesas en educación ambiental y evaluación de los impactos derivados de su realización". *Campo Abierto* 9. Pp. 303-327.

LOBO, F.; LAVADO, J.F. & ESCUDERO, J.C. (1993). "Utilización de la cartografía de unidades paisajísticas como recurso ambiental". *Campo Abierto* 10. Pp. 305-328.

LOPE, M. Y OTROS (2005). "Biología Salters-Nuffield: biología en contexto para el bachillerato". *Alambique* 46. Pp. 80-92.

LÓPEZ GÓRRIZ, I. (2004). *La investigación-acción* (Ponencia inaugural del Encuentro Andaluz de Ecoescuelas, Baeza 2004).

LÓPEZ GÓRRIZ, I. (1988). "Algunas reflexiones sobre la investigación-acción". *Cuestiones Pedagógicas* 4-5. Pp. 109-119.

LÓPEZ, M.L. (Coord.) et al. (1998). *La encina: floración secular del noble suelo. Proyecto educativo multidisciplinar-ecológico*. Madrid: Grupo Riánsares Encina.

LÓPEZ-GAY, R. (2001). "Una reflexión crítica sobre el estado de la enseñanza de las ciencias de la naturaleza en la ESO". *Alambique.* 27. Pp. 19-30.

LOVELOCK, J. (1992). *GAIA. Una ciencia para curar el planeta* . Barcelona: Integral.

LUFFIEGO,M. & RABADÁN, J.M. (2000). "La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza". Enseñanza de las ciencias 18 (3). Pp. 473.

MANASSERO MAS, M.ª A. y VÁZQUEZ ALONSO, A. (2002). "Estructura de las actitudes relacionadas con la ciencia y diferencias de género". *Bordón* 54 (4).

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A. & ACEVEDO, J. A. (2004). "Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos". *Enseñanza de las Ciencias* 22 (2). Pp. 299-312.

MANASSERO, M. y VÁZQUEZ, A. (2001). "Percepción de los estudiantes sobre la influencia de la ciencia escolar en la sociedad". *Bordón* 53 (1).

MANASSERO, M.A. & VÁZQUEZ, A. (2002). "Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con laciencia, la tecnología y la sociedad". *Enseñanza de las Ciencias* 20 (1). Pp. 15-27.

MANASSERO, M.A. & VÁZQUEZ, A. (2001). "Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos". *Enseñanza de las Ciencias* 19 (2). Pp. 255-268.

MANJÓN, J. (1999). "Orientaciones educativas para el siglo XXI: utopía-posibilidad". *Cuestiones Pedagógicas* 14. Pp. 29-34.

MANNING, S. A. & ROSENSTOCK, E. H. (1978). *Elaboración de escalas de actitudes y psicofísica básica*. México: Trillas.

MANUEL, J. de & GRAU, R. (1996). "Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico". *Alambique* 7.

MANZANARES, M.; IGLESIAS, M. & GARCÍA, J. L. (1993). "Las ciencias desde la educación ambiental". *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra (IV congreso) . Pp. 179-180.

MARCASSA, V. (1999). *Exploración de necesidades socio-educativas y análisis de modelos formativos dee educación ambiental con carácter experimental*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

MARCÉN, C. (1996). *El río vivido. Propuesta de educación ambiental*. Madrid: MEC.

MARCO-STIEFEL, B. (2000). "La alfabetización científica" En PERALES, F.J. & CAÑAL, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Pp. 141-164. Alcoy: Marfil.

MARÍN, N. (2003). "Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias". *Enseñanza de las Ciencias* 21 (1). Pp. 65-78.

MARÍN, N. & BENARROCH, A. (2000). "Clasificación de los contenidos actitudinales según su grado de dificultad para ser adquiridos". *Actas de los IX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pp. 306-316. Madrid: Universidad Complutense.

MARÍN, N. JIMÉNEZ, E. & BENARROCH (1997). "Delimitación de "lo que el alumno sabe" a partir de objetivos y modelos de enseñanza". *Enseñanza de las Ciencias* 15(2). Pp. 215-224.

MÁRQUEZ, A. & TORRES, J. M. (2000). "Estudio de un ecosistema". *Cuadernos de Pedagogía* 289. Pp. 35-37.

MARTÍN, M.J. (2002). "Enseñanza de las ciencias ¿Para qué?". *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 1(2).

MARTÍN, N. (1995). "Educación ambiental y formación profesional". *Alambique.* 6. Pp. 18-25.

MARTÍN, S. (2000). *El estudio del medio ambiente en la Institución Libre de Enseñanza: un antecedente de educación ambiental en España*. Tesis Doctoral. UNED.

MARTÍNEZ, M.M. & OVEJERO, P. (1997). "Resolver el problema abierto: teñir lanas a partir de productos colorantes naturales. Una actividad investigativa para la enseñanza secundaria obligatoria". *Enseñanza de las Ciencias* 15(3). Pp. 401-422.

MATO, M. C.& REPETTO, E. (1995). "Los impactos medioambientales como contexto de aprendizaje: la lluvia ácida". *Alambique* 6. Pp. 125-1127.

MATOS, J.M. et al. (2003). "Ciencia recreativa y aprendizaje escolar*". Proyectos de Investigación Educativa 1999*. Pp. 235-248. Sevilla: Junta de Andalucía.

MATRIANO, E.C. (2000). "The impact of global changes on teacher education: challenges and oportunities and a vision for a culture of peace". *Educación XXI* 3. Pp. 285-294.

MAYER,M. (1998). "Educación Ambiental: de la acción a la investigación". *Enseñanza de las Ciencias* 16 (2). Pp. 217-231.

MEC (1990). *LOGSE*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

MELGAREJO, J. D. (2004). "La red andaluza de ecoescuelas: La educación ambiental en Andalucía". *Actas del III Congreso Andaluz de educación ambiental* 123-128. Sevilla: Junta de Andalucía.

MELLADO, V. & CARRACEDO, D. (1993). "Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias". *Enseñanza de las Ciencias* 11(3). Pp. 331-339.

MEMBIELA, P. (2002). "Las temáticas transversales en la alfabetización científica". *Alambique.* 32. Pp. 17-23.

MEMBIELA, P. (1997). "Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad". *Enseñanza de las Ciencias* 15 (1). Pp. 51-57.

MERCHÁN, F.J. & GARCÍA, F.F. (1997). "El tratamiento de problemas de nuestro mundo en la enseñanza obligatoria". *Aula de Innovación Educativa* 61. Pp. 9-12.

MERINO, J.; BALLESTEROS, C.; LÓPEZ, E. (2002). ""¿Qué hacemos con las basuras?": una unidad didáctica orientada a la educación ambiental de l@s alumn@s de primaria". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pp. 346-353. La Laguna: Universidad de La Laguna.

MERINO, L. & MOSQUERA, P. (1999). *Atlas de la naturaleza y del medio ambiente en España*. Madrid: Espasa Calpe.

MONTANERO, M.; SUERO, M.I.; PÉREZ, A.L. & MONTANER (2002). "Evaluación del cambio conceptual mediante una entrevista "en profundidad"". *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* 16. Pp. 135-149.

MORALES, P. (1985). *Medición de actitudes en Psicología y Educación: construcción de escala y problemas metodológicos*. San Sebastián: Tarttalo.

MORALES, P. (2000). *Medición de actitudes en psicología y educación*. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas/ICAI-ICADE.

MORENO, E.; MARTÍN, M. & PADILLA,T. (1999). "La investigación-acción colaborativa: un eslogan o una necesidad?". *Revista de Educación* 1. Pp. 177-189.

MORENO, J.L. Y otros (2002). "Proyecto multidisciplinar y multimedia para la enseñanza de las ciencias en la E.S.O. Y Bachillerato". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* . Pp. 48-55. La Laguna: Universidad de La Laguna.

MORENO, R.; MARTÍNEZ, R. y CHACÓN, S. (2000). *Fundamentos metodológicos en Psicología y ciencias afines*. Madrid: Ediciones Pirámide.

MUÑOZ, M. A. & MUÑOZ, M.D. (2001). "La educación ambiental. Una propuesta educativa". *Alambique.* 29. Pp. 111-118.

NANDO, J. (1995). *Detección de creencias y actitudes de los maestros de primaria y profesores de EGB referentes a la Educación Ambiental, como elemento crítico para su implantación en el currículo*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.

NAVAS, E., MATEOS, A. & SÁNCHES, J. (2000). "Los estudios de impacto ambiental: posibilidades didácticas". *Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pp. 226-229. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

NIEDA, J. (2006). "Los trabajos prácticos diez años más tarde". *Alambique* 48. Pp. 32-41.

NOVACK, J. D. (1988). "Constructivismo humano: un consenso emergente" *Enseñanza de las Ciencias* 6 (3). Pp. 213-223.

NOVACK, J.D. & GOWIN, D.B. (1999). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez -Roca.

NÚÑEZ, F. & BANET, E. (1993). "Modelos conceptuales de los alumnos sobre las relaciones entre digestión-respiración-circulación". *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra (IV congreso) . Pp. 181-182.

OLIVA, J.M. et al. (2002). "Las exposiciones científicas escolares y su contribución al ámbito afectivo en los alumnos participantes". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* . Pp. 521-529. La Laguna: Universidad de La Laguna.

OLIVARES, E. (1998). *¿Cómo se hace? Los contenidos procedimentales en Ciencias Experimentales en Secundaria*. Madrid: Narcea-MEC.

ONTORIA, A. y otros (1995). *Mapas conceptuales. Una técnica para aprender*. Madrid: Narcea.

OÑORBE, A. (1999). "Internet: informarse y comunicarse". *Cuadernos de Pedagogía* 281. Pp. 77-79.

OÑORBE,A. (2002). "Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias". *Alambique* 34. Pp. 5-8.

OPENSHAW, P. H. & WHITTLE, S. J. (1993). "Ecological field teaching: how can it be made more effective?" *Journal of Biological Education* 27 (1). Pp. 58-65.

ORTEGA, P. (1986). "La investigación en la formación de actitudes: problemas metodológicos y conceptuales" *Revista Interuniversitaria* 1.

ORTEGA, P. & LÓPEZ, F. (Coordinadores) (1995). *Educación Ambiental: cuestiones y propuestas*. Murcia: Cajamurcia.

ORTEGA, P.; MÍNGUEZ, R. y PÉREZ FERRA, M. (1992). "Actitudes hacia el estudio". *Revista Española de Pedagogía*. Año L 193. Pp. 495-516.

OSTROM, C. (1976). "Perspective as intervening in the judgment of attitude statements". *J. Pers. Soc. Psichol* 3. Pp. 135-144.

OSTROM, C. (1980). "The emergence of attitude theory: 1930-1950" en A. Greenwald, T. Brock y T. Ostrom (eds.). Pp. 1-32.

PARRA, F. (1984). *Diccionario de ecología, ecologismo y medio ambiente*. Madrid: Alianza Editorial.

PASCUAL, J.A.; ESTEBAN, G.; MARTÍNEZ, R.; Y OTROS (2000). "La integración de la educación ambiental en la ESO: datos para la reflexión". *Enseñanza de las Ciencias* 18(2). Pp. 227-234.

PEDRINACI, E. (1999a). "Las actitudes en el aula de ciencias: presentación de la monografía". *Alambique.* 22. Pp. 53-54.

PEDRINACI, E. (1999b). "El trabajo de campo: algo más que un recurso". *Cuadernos de Pedagogía* 281. Pp. 73-76.

PEDRINACI, E. (2002). "Presentación de la monografía: ciencias en la ESO y Contrarreforma". *Alambique.* 33. Pp. 7-9.

PEDRINACI, E. (1996). "Sobre la persistencia o no de las ideas del alumnado en geología". *Alambique* 7. Pp. 27-36.

PERALES, F.J. (2000). "La resolución de problemas". En PERALES, F.J. & CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias.* Pp. 289-306. Alcoy: Marfil.

PERALES, F.J. & CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.

PERERA, F. (1993). "Utilización didáctica de la prensa escrita en el área de ciencias". *Campo Abierto* 10. Pp. 261-280.

PÉREZ FERRA, M. (1991). *Técnicas de Enseñanza-aprendizaje y Actitudes hacia el estudio. Programa pedagógico*. Tesis doctoral. Inédita. Universidad de Murcia.

PÉREZ FERRA, M. (1992). "Necesidad de formación en actitudes". *Revista PAD'E* 1. Pp. 141-147. Departamento de Historia de l'Educació Universidad de Valencia.

PÉREZ FERRA, M. (1993a). *Actitudes positivas hacia el estudio: Estrategias de intervención para profesores de enseñanzas medias*. Murcia: Servicio de Publicaciones de la Caja de Ahorros de Murcia.

PÉREZ FERRA, M. (1993b). "El concepto de actitudes y su medida". *Revista PAD'E* 2. Pp. 121-142. Departamento de Historia de l'Educació Universidad de Valencia.

PÉREZ FERRA, M. (2003). *Actitudes del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O.), respecto al desarrollo de las capacidades profesionales básicas en alumnos del enclave industrial de Linares y su comarca*. Jaén: Universidad de Jaén.

PÉREZ FERRA, M. & ROMÁN CASTRO, M.J. (1995). "Las actitudes en el proyecto curricular de centro". En PÉREZ FERRA, M. & RUIZ CARRASCOSA, J. 1995. *Factores que favorecen la calidad educativa* . Jaén: Universidad de Jaén.

PÉREZ FERRA, M. & RUIZ CARRASCOSA, J. (1995). *Factores que favorecen la calidad educativa*. Jaén: Universidad de Jaén.

PÉREZ FERRA, M.; QUIJANO LÓPEZ, R. y PÉREZ GARCÍA. (2005). *Actitudes del profesorado de Educación Seundaria Obligatoria, respecto al desarrollo de capacidades profesionales básicas*. Málaga: Ediciones Aljibe.

PÉREZ VEGA, M.A. (1998). *La Humanidad y el Medio Ambiente. Una propuesta de Educación Ambiental para la Enseñanza Secundaria*. Elche de la Sierra: Centro de Profesores y Recursos.

PÉREZ VEGA, M.A. (Coord.) et al. (1999). *Investigando los Recursos de la Sierra*. Elche de la Sierra: Centro de Profesores y Recursos.

PÉREZ, J. (2002). "Proyecto de Educación Ambiental: pensando en verde". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pp. 533-541. La Laguna: Universidad de La Laguna.

PÉREZ, M.; GARCÍA, S. Y MARTÍNEZ, C. (2004). "La ciencia escolar y la ciencia cotidiana. Interrelaciones mutuas". *Educatio* 22. Pp. 169-185.

PIGEM, J. (1993). *El paradigma ecológico. Una nueva concepción del mundo*. Materiales del II Master en Gestión Medioambiental. Málaga: Instituto de Investigaciones Ecológicas.

PLANA, O. Y OTROS (2005). "La Física Salters: un proyecto para la enseñanza de la física en el bachillerato". *Alambique* 46. Pp. 93-101.

PONCE DE LEÓN, A. Y OTROS (1999). "Programa interdisciplinar que atiende a la educación para el ocio, el consumo y el medio ambiente basado en la producción de materiales didácticos y lúdicos de educación física". *Contextos educativos* 2. Pp. 273-300.

PONTING, C. (1992). *Historia Verde del Mundo*. Barcelona: Paidós.

PORLÁN, R. RIVERO, A. & MARTÍN, R. (1997). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos". *Enseñanza de las Ciencias* 15(2). Pp. 155-171.

POWELL, R. R. ; ROBINSON, M.G. & PANKRATIUS, W. (1994). "Toward a global understanding of nuclear energy and radioactive waste management". *International Journal of Science Education* 16 (3). Pp. 253-263.

PRATKANIS, A.R. (1989). "A socio-cognitive model of attitude structure and funtion". *Rev. Esp. Soc. Psychologie.*

PRO, A. (2006). "Contenidos procedimentales: ¿algo que sólo suena a LOGSE?". *Alambique* 48. Pp. 100-108.

PRO, A. (2002). "¿Qué procedimientos y actitudes debemos enseñar según los nuevos programas de ciencias?" *Alambique.* 33. Pp. 37-48.

PRO, A. & ROMERO, F. (2002). "¿Cómo se han trasladado los contenidos que planteaba la reforma a las programaciones de los profesores?". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* . Pp. 725-733. La Laguna: Universidad de La Laguna.

PUJOL, R.M. (2002). "Educación científica para la ciudadanía en formación". *Alambique.* 32. Pp. 9-16.

QUIJANO, R.; AGUILERA, I.; PARRILLA, L. & GARCÍA, (2002). "Tratamiento de módulos didácticos del medio ambiente en museos de ciencia españoles y daneses". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pp. 354-362. La Laguna: Universidad de La Laguna.

RABADÁN, J.M. & MARTÍNEZ, P. (1999). "Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: aproximación a una propuesta organizativa y didáctica". *Alambique.* 22. Pp. 67-75.

RAMÍREZ, D.;TEJERA, C.& MARRERO, J.J. (2002). "Experiencia de campo en el malpaís de Güimar: un recurso didáctico en el área de ciencias de la naturaleza". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales.* Pp. 790-797. La Laguna: Universidad de La Laguna.

RAMÓN Y CAJAL, S. (2005). *Los Tónicos de la voluntad. Reglas y consejos sobre la investigación científica*. *Edición de Leoncio López-Ocón*. Madrid: Gadir.

RANEA, J. M. (2003). *Estudio de la publicidad y el consumo como estrategia de educación ambiental a través de un crédito variable de la ESO*. Tesis Doctoral. UNED.

RAZRAN, G. H. (1938). "Conditioning Haway social bias by the luncheon technique". *Psycol. Bull.* 35. Pp. 6933-1938.

REES, W.E. (1996)."Indicadores territoriales de sustentabilidad: Ecología Política". *Cuadernos Debate Internacional* 12. Pp. 27-41.

REIGOSA, C.E. (2001). Interacciones de los estudiantes durante la resolución de un problema. Estudio de caso: *Alambique.* 30. Pp. 75-80.

RICKINSON, M. (2001). "Learners and Learning in Environmental Education". *Environmental Education Research* 7 (3). Pp. 207-320.

RÍO, D. (2003). *Métodos de investigación en educación. Volumen I. Proceso y diseños no complejos*. Madrid: UNED.

RÍOS, E. & SOLBES, J. (2002). "¿Qué piensan los estudiantes de formación profesional sobre la ciencia y la tecnología? Origen de sus concepciones". *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* 16. Pp. 113-133.

RIVERO, J. M. (2000). "Jóvenes investigadores". *Cuadernos de Pedagogía* 295. Pp. 38-39.

RIVERO, J. M. (2005). *Guía práctica para iniciarse en la investigación científica. Cauces para la investigación joven en la Enseñanza Secundaria española.* CD-ROM. Cáceres: Centro de Profesores y Recursos.

RODRIGO, Mª. J. & CUBERO, R. (2000). "Constructivismo y enseñanza de las ciencias". En PERALES, F.J. & CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias.* Pp. 85-107. Alcoy: Marfil.

RODRÍGUEZ, A. (1986). *Interpretación de las actitudes.* Murcia: Universidad de Murcia.

RODRÍGUEZ, L.M. y OTROS (2000). "La investigación sobre el aprendizaje colaborativo: enfoques, métodos y resultados". *Anuario de Pedagogía* 2. Pp. 305-338.

ROJERO, F. (1999). "Entender la organización. Aspectos didácticos del estudio de los ecosistemas". *Alambique.* 20. Pp. 55-64.

ROJERO, F.F. (1993). "Materiales didácticos para la educación ambiental en las ciencias de la naturaleza". *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra (IV congreso) . Pp. 185-186.

ROMERO, A. & GONZÁLEZ, S. (2000). "La innovación educativa viaja en tren". *Revista de Educación* 2. Pp. 115-128.

ROTH, W.M. (2002). "Aprender ciencias en y para la comunidad". *Enseñanza de las Ciencias* 20 (2). Pp. 195-208.

RUIZ, M. E. (2004). "La ecoescuela del C.P. Virgen de la Cabeza de Ronda (Málaga)". *La educación ambiental en Andalucía. Actas del III Congreso Andaluz de educación ambiental.* Pp.129-134. Sevilla: Junta de Andalucía.

SABATER, J.M. (1990). "Sobre el concepto de aptitud". *Anales de Pedagogía* 7. Universidad de Murcia.

SÁEZ, J. (1995). "La educación ambiental ¿una práctica fallida?" En ORTEGA & LÓPEZ *Educación Ambiental: cuestiones y propuestas*. Pp. 159-174. Murcia: Cajamurcia.

SALINAS, I.S.; JIMÉNEZ, P. & GONZÁLEZ, F. (2000). "Concepciones sobre biodiversidad en alumnos de Educación Secundaria" *Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pp. 526-531. Madrid: Universidad Complutense.

SÁNCHEZ BLANCO, G. & VALCÁRCEL, M.V. (1993). "Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales". *Enseñanza de las Ciencias* 11 (1). Pp. 33-44.

SÁNCHEZ, A. (2005). "¿Preocupa el medio ambiente a los andaluces?" *Medio Ambiente* 51. Pp. 34-37.

SÁNCHEZ, A. (2005). "Ecobarómetro de Andalucía. La cultura de la sostenibilidad entre los andaluces". *Medio Ambiente* 48. Pp. 28-35.

SÁNCHEZ, F. J. (2001). "Ideas previas del alumnado acerca del ruido". *Didáctica de las Ciencia Experimentales y Sociales* 15. Pp. 135-152.

SÁNCHEZ, M.D. y otros (2002). "Elaboración de materiales de educación ambiental y su utilización a través de la red. Aplicación de entornos telemáticos". *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* . Pp. 474-482. La Laguna: Universidad de La Laguna.

SÁNCHEZ, S.; CORRALES, J.M. & CONDE, M.C. (2002). "Educación ambiental: recursos materiales, documentales y mediadores" XX Encuentros de

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Pp. 268-278. La Laguna: Universidad de La Laguna.

SANMARTÍ, N. & TARÍN, R. (1999). "Valores y actitudes: ¿se puede aprender ciencias sin ellos?". *Alambique.* 22. Pp. 55-65.

SANTISTEBAN, A. (1993). "Articulaciones entre los modelos de formación permanente de profesores y de enseñanza-aprendizaje en el ámbito de la educación ambiental". *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra (IV congreso). Pp. 191-192.

SARDÁ, A. & SANMARTÍ, N. (2000). "Enseñar a argumentar científicamente: el reto de las clases de ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*. 18(3). Pp. 405-422.

SAVATER, F. (2000). *El valor de educar* (12ª edición). Barcelona: Ariel.

SCHAUB, H. & ZENKE, K. G. (1995). *Diccionario Akal de Pedagogía*. Madrid: Akal.

SEQUEIROS, L (1990). "Educación Ambiental para profesores andaluces" *Materiales Didácticos* 3. Úbeda: Centro de Profesores de Úbeda.

SHERIFF, C. (1980). "Social values, attitudes and the involvement of the self" en M.M. Page 8 ed. Pp. 1-64.

SHULMAN, N. (1989). "Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza. Una perspectiva contemporánea", en M.C. Wittrock (coord,): La investigación en á enseñanza I: enfoques, teorías y métodos. Madrid: MEC-Paidós.

SIERRA, J.L; PERALES, F.J. & VÍLCHEZ, J.M. (2003). "Estudio de la influencia en la mejora de la calidad de la enseñanza de la Física y Química en ESO y Bachillerato de nuevas estrategias docentes basadas en el aprendizaje por

descubrimiento y por investigación, utilizando programas informáticos de modeliza". *Proyectos de Investigación Educativa 1999* . Pp. 155-165. Sevilla: Junta de Andalucía.

SOLBES, J. (1999). "Los valores en la enseñanza de las ciencias". *Alambique.* 22. Pp. 97-108.

SOSA, N.M. (1990). *Ética ecológica*. Madrid: Libertarias.

SOUTO, X. M. (1999). "Los proyectos de innovación didáctica: El proyecto GEA-CLÍO y la didáctica de la Geografía e Historia". *Didáctica de las Ciencis Experimentales y Sociales* 13. Pp. 55-80.

SOUTO, X.M. et al. (1996). *Los cuadernos de los alumnos*. Sevilla: Diada-MEC.

STAATS, A. W. (1970). "Social behavior, human motivation and conditionin therapies", en B. A. Maher (ed.): *Progress in experimental personality research vol. V.* New York: Academic Press.

STANISSTREET, M. ; SPOFFORTH,N. & WILLIAMS, T. (1993). "Attitudes of children to the uses of animals". *International Journal of Science Education* 15 (4). Pp. 411-425.

SUÁREZ, M. (2002). "Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en educación". *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 1(1).

TAMPONNET, C. & SAVAGE, C. (1994). "Closed Ecological systems" *Journal of Biological Education* 28(3). Pp. 167-173.

TEJERA, C. & MARTÍNEZ, F. (2002). "Análisis del nuevo currículo de Ciencias de la Naturaleza de la ESO y orientaciones para swu desarrollo". *XX*

Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Pp. 57-65. La Laguna: Universidad de La Laguna.

TINOCO, M.A. (2003). "El método de realización de proyectos técnicos: demostración empírica de su utilidad en el área de la Tecnología General en ESO mediante la Red Telemática Educativa (Averroes)". En *Proyectos de Investigación Educativa 1999* . Pp. 23-35. Sevilla: Junta de Andalucía.

TOLEDO, P (2001). "Los procesos grupales en el aula". Bordón 53 (1).

TORRES SANTOMÉ, J. (1996). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado* (2ª edición). Madrid: Morata.

TOULMIN, S. (1977). *La comprensión humana*. Madrid: Alianza Editorial.

TRANT, A. (1995). "Estrategia para la educación medioambiental". En ORTEGA & LÓPEZ *Educación Ambiental: cuestiones y propuestas*. Pp. 73-84. Murcia: Cajamurcia.

TRIANDIS, H. C. (1974). *Actitudes y cambio de actitudes*. Barcelona: Toray.

TUCKMAN, B. W. (1972). *Conducting educational research.* New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.

UPSHAW, H. S. (1965). "The effect of variable perspectives on judgments of opinion statements for Thurstone scales: equal-appearin intervals" *J. Pers. Soc. Psycholgy* 2. Pp. 60-69.

UPSHAW, H. S. (1996). "Psychological perspective in attitude research" en J. R. Eiser (ed.): . Pp. 23-42.

URTEAGA, L. (1997). *Ideas medioambientales en el siglo XVIII* . Madrid: Akal.

VACAS, J. M. (2000). "Un programa de ordenador para la enseñanza de la metodología científica y la genética" *Didáctica de las Ciencia Experimentales y Sociales* 14. Pp. 117-125.

VALEIRAS, N. (2001). "Inserción de una unidad didáctica sobre residuos sólidos urbanos en la comunidad". *Alambique.* 30. Pp. 19-26.

VÁSQUEZ, S.; BUSTOS, P.; NÚÑEZ, G. & MAZZITELLI, C (2004). "Planteo de situacione problemáticas como estrategia integradora en la enseñanza de las ciencias y la tecnología". *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 3(1).

VÁZQUEZ, A. & MANASSERO, M.A. (1997). "Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia". *Enseñanza de las Ciencias* 15(2). Pp. 199-213.

VAZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (1997). "La imagen de los científicos en estudiantes de Secundaria". *Bordón* 49 (3).

VÁZQUEZ, B. & AGUADED, S. (2000). "La percepción de los alumnos de Secundaria de la contaminación:comparación entre un ambiente rural y otro urbano". *Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pp. 517-525. Madrid: Universidad Complutense.

VEGA, P. Y ÁLVAREZ, P. (2005). "Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 4(1).

VELASCO, J.M. (2001). "La botánica aplicada o cómo mostrar las utilidades de los vegetales". *Alambique.* 30. Pp. 39-46.

VELÁZQUEZ DE CASTRO, F. & FERNÁNDEZ, Mª. C. (1998). *Temas de educación ambiental en las ciencias de la vida*. Madrid: Narcea.

VELÁZQUEZ DE CASTRO, F. (Coord..) y otros (2001). *La Educación Ambiental en los Centros Escolares y Sociales de Granada*. Madrid: Asociación Española de Educación Ambiental.

VILCHES, A. (1999). "El contexto Ciencia-Tecnología-Sociedad". *Cuadernos de Pedagogía* 281. Pp. 64-67.

VILCHES, J. Y otros (2002). *Red de Jardines Botánicos. Programa de Educación Ambiental*. Sevilla: Junta de Andalucía.

VILCHES, J. Y otros (2002). *Unidad didáctica Las Plantas y las Personas. Red de Jardines Botánicos.* Sevilla: Junta de Andalucía.

VILLAR, L.M. (Dir.) y otros (2004). *Capacidades docentes para una gestión de calidad en Educación Secundaria*. Madrid: Mc Graw Hill.

WAGENSBERG, J (2002). *Si la naturaleza es la respuesta, ¿cuál era la pregunta?*. Barcelona: Tusquets.

WAGENSBERG, J. (1985). *Ideas sobre la complejidad del mundo*. Barcelona: Tusquets.

WHEATER, C. P. & DUNLEAVY, P. J. (1995). "Group work in the teaching of ecology". *Journal of Biological Education* 29 (3). Pp. 179-184.

YUS, R. (2000). "Áreas transversales y enfoque curricular integrado en la educación científica básica". En PERALES, F.J. & CAÑAL, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* . Pp. 615-643. Alcoy: Marfil.

YUS, R. & REBOLLO, M. (1993). "Aproximación a los problemas de aprendizaje de la estructura y formación del suelo en el alumnado de 12 a 17 años". *Enseñanza de las Ciencias* 11 (3). Pp. 265-280.

Anexos

Anexo I.
Instrucciones para el panel de expertos que valora el cuestionario

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Departamento de Didáctica de las Ciencias
(Experimentales, Matemáticas y Sociales)

Estimado/a Colaborador/a:

Conocedores de su experiencia en el ámbito de la Educación, nos dirigimos a Ud. para solicitar su colaboración en la supervisión de un cuestionario que será utilizado en una investigación del *Departamento de Didáctica de las Ciencias* de la *Universidad de Jaén*. Se pretende analizar la validez de una metodología de enseñanza mediante la técnica de pretest-postest, para lo cual se empleará el cuestionario que se acompaña y que debe ser validado previamente. Por esta razón necesitamos su opinión como experto/a y agradecemos enormemente cualquier aportación que desee realizar:

1. Complete los apartados referidos a *datos del juez*.

2. Tenga en cuenta la columna de la izquierda. Representa aquellas dimensiones de la educación que deseamos caracterizar. Se indica únicamente como orientación para facilitar su labor.

3. La columna *ítems* recoge las frases que constituirán el cuestionario que deberá realizar el alumnado junto con una escala de apreciación. Se han procurado formular tres o cuatro alternativas para cada tópico, intentando que su redacción fuese lo más personalizada posible y que incluyese sentencias en sentido tanto afirmativo como negativo.

4. En la columna *grado de validez* debe Ud. indicar (rodeando con un círculo por ejemplo) si el ítem en cuestión le parece adecuado, teniendo en cuenta lo siguiente:
   - Si guarda relación con el aspecto de enseñanza que se desea medir (columna de la izquierda).
   - Si es inteligible para el tipo de alumnado (Segundo Ciclo de la ESO) al que va dirigido.

5. Puede realizar cuantas observaciones estime oportunas en la columna de la derecha.

Agradeciendo encarecidamente su colaboración, reciba un cordial saludo.

Miguel Ángel Pérez Vega

Si desea hacer llegar su respuesta por correo electrónico, hágalo a la siguiente dirección:
maperezv@mlange.jazztel.es

Anexo II.
Cuestionario para el panel de expertos

DATOS DEL JUEZ QUE VALORA EL CUESTIONARIO

NOMBRE (opcional):

ÁREA DE CONOCIMIENTO: Nivel que imparte:

* *1 = Ninguna validez; 4 = total validez*

DIMENSIONES DE ESTUDIO	**ÍTEMS**	**GRADO DE VALIDEZ* (marcar 1 2 3 4)**	**OBSERVACIONES (*eliminar, modificar, no es pertinente ,redacción alternativa, etc)***
DIMENSIÓN 1. CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE			
1.A. Individuo burbuja: desligazón entre individuo y medio ambiente.	**1.** 1.A.1. Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	**1 2 3 4**	
	2. 1.A.2. Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	**1 2 3 4**	

	3. 1.A.3. Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente. (Tomado de Álvarez, 1999)	**1 2 3 4**	
	4. 1.A.4. Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	**1 2 3 4**	
1.B. Mito tecnológico: la tecnología dará solución a todos los problemas.	**5.** 1.B.1. Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	**1 2 3 4**	
	6. 1.B.2. No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	**1 2 3 4**	
	7. 1.B.3. Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	**1 2 3 4**	
	8. 1.B.4. Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	**1 2 3 4**	

1.C. Pensamiento termodinámico: la desaparición de la naturaleza es el estado de equilibrio al que tendemos como sistema y todas las especies debemos aceptar nuestro destino. No podemos hacer nada frente a esto.	**9.** 1.C.1. Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo. (Tomado de Álvarez, 1999)	**1 2 3 4**	
	10. 1.C.2. Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	**1 2 3 4**	
	11. 1.C.3. Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	**1 2 3 4**	
	12. 1.C.4. Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	**1 2 3 4**	
1.D. Pensamiento ilustrado: la educación (ambiental) es la clave de las problemáticas ambientales.	**13.** 1.D.1. Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	**1 2 3 4**	

	14. 1.D.2. Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales.	**1 2 3 4**	
	15. 1.D.3. Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	**1 2 3 4**	
1.E. Planteamiento ético-social: existen valores como la solidaridad y la justicia con los pueblos subdesarrollados que están íntimamente relacionados con la conservación de la naturaleza.	**16.** 1.E.1. Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	**1 2 3 4**	
	17. 1.E.2. Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	**1 2 3 4**	
	18. 1.E.3. El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	**1 2 3 4**	
	19. 1.E.4. Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	**1 2 3 4**	

1.F. Visión economicista: la naturaleza es una fuente de recursos que debemos explotar en nuestro propio beneficio.	**20.** 1.F.1. Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	**1 2 3 4**	
	21. 1.F.2. Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	**1 2 3 4**	
	22. 1.F.3. Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando.	**1 2 3 4**	
	23. 1.F.4. Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	**1 2 3 4**	
1.G. Desarrollo sostenible: es nuestro deber crecer económica y humanamente sin hipotecar el futuro de generaciones venideras.	**24.** 1.G.1. Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente.	**1 2 3 4**	

	25. 1.G.2. Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza.	**1 2 3 4**	
	26. 1.G.3. Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	**1 2 3 4**	
	27. 1.G.4. Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras.	**1 2 3 4**	
DIMENSIÓN 2. INTENCIÓN DE CONDUCTA AMBIENTAL			
2.A. Indiferencia y comodidad: no pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	**28.** 2.A.1. No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	**1 2 3 4**	

	29. 2.A.2. Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	**1 2 3 4**	
	30. 2.A.3. Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	**1 2 3 4**	
	31. 2.A.4. Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	**1 2 3 4**	
2.B. Interés parcial: contribuiré en aquellas causas que afecten a mi ámbito personal: afectados por instalaciones o proyectos, interesados en conservar determinadas especies o parajes, etc.	**32.** 2.B.1. Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	**1 2 3 4**	
	33. 2.B.2. Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	**1 2 3 4**	

	34. 2.B.3. No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	**1 2 3 4**	
	35. 2.B.4. Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	**1 2 3 4**	
2.C. Compromiso global: pienso globalmente y actúo localmente.	**36.** 2.C.1. Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	**1 2 3 4**	
	37. 2.C.2. Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	**1 2 3 4**	
	38. 2.C.3. Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás**.**	**1 2 3 4**	

	39. 2.C.4. Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas.	**1 2 3 4**	
DIMENSIÓN 3. ACTITUD HACIA LA CIENCIA			
3.A. Actitud favorable o de rechazo hacia el aprendizaje de las Ciencias	**40.** 3.A.1. Disfruto con las clases de ciencias y no me cuesta trabajo aprenderlas.	**1 2 3 4**	
	41. 3.A.2. Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	**1 2 3 4**	
	42. 3.A.3. Aprender cosas de ciencias es pesadísimo.	**1 2 3 4**	
	43. 3.A.4. Odio las clases de ciencias.	**1 2 3 4**	

3.B. Actitud favorable o de rechazo hacia las ciencias y lo que estas representan.	**44.** 3.B.1. Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	**1 2 3 4**	
	45. 3.B.2. Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	**1 2 3 4**	
	46. 3.B.3. Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	**1 2 3 4**	
	47. 3.B.4. La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos.	**1 2 3 4**	
DIMENSIÓN 4. CONCEPCIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Existen numerosos trabajos realizados sobre este tópico (Gil y Martínez 1999, Acevedo 2000; Ríos y Solbes 2002). De todos los aspectos analizados en ellos, hemos obviado los que se refieren a planteamientos históricos y filosóficos para centrarnos en los que inciden en la metodología del trabajo científico			

4.A. Visión individualista: la ciencia aparece como las obras de genios aislados	**48.** 4.A.1. La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal.	**1 2 3 4**	
	49. 4.A.2. Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	**1 2 3 4**	
	50. 4.A.3. Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	**1 2 3 4**	
	51. 4.A.4. Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	**1 2 3 4**	
4.B. Visión elitista: discriminaciones de naturaleza social	**52.** 4.B.1. Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	**1 2 3 4**	

	53. 4.B.2. Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	**1 2 3 4**	
	54. 4.B.3. Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	**1 2 3 4**	
	55. 4.B.4. Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	**1 2 3 4**	
4.C. Visión descontextualizada, socialmente neutra empirista y ateórica. Se olvidan las complejas relaciones C/T/S y resalta el papel de la observación y de la experimentación "neutras" no contaminadas por ideas apriorísticas.	**56.** 4.C.1. Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	**1 2 3 4**	
	57. 4.C.2. La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	**1 2 3 4**	

	58. 4.C.3. La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	**1 2 3 4**	
	59. 4.C.4. Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	**1 2 3 4**	
4.D. Visión rígida (algorítmica, exacta, infalible...). Se presenta el "método científico" como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente. Se resaltan los aspectos cuantitativos, rigurosos, etc. olvidando la invención, conjetura, creatividad...	**60.** 4.D.1. Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	**1 2 3 4**	
	61. 4.D.2. Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas.	**1 2 3 4**	

	62. 4.D.3. Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	**1 2 3 4**	
	63. 4.D.4. No hay una única forma de trabajar en la ciencia, sino que el método empleado depende de muchas cosas.	**1 2 3 4**	
DIMENSIÓN 5. RELACIONES ENTRE LA CIENCIA Y LA CRISIS AMBIENTAL			
5.A. No existe relación entre ambas	**64.** 5.A.1. Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente	**1 2 3 4**	
	65. 5.A.2. Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	**1 2 3 4**	

	66. 5.A.3. No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	**1 2 3 4**	
	67. 5.A.4. Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	**1 2 3 4**	
5.B. Los avances científicos destruyen el medio ambiente	**68.** 5.B1. Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente.	**1 2 3 4**	
	69. 5.B.2. Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	**1 2 3 4**	
	70. 5.B.3. Está claro que el medio ambiente no se deteriora por culpa del progreso de las ciencias.	**1 2 3 4**	

5.C. La ciencia puede progresar sin deteriorar el medio ambiente	**71.** 5.C.1. Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	**1 2 3 4**	
	72. 5.C.2. Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza.	**1 2 3 4**	
	73. 5.C.3. Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza.	**1 2 3 4**	
5.D. La ciencia es capaz de solucionar los problemas ambientales	**74.** 5.D.1. Estoy convencido de que la ciencia es capaz de solucionar los problemas ambientales.	**1 2 3 4**	
	75. 5.D.2. Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	**1 2 3 4**	

	76. 5.D.3. En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.		

Anexo III.
Cuestionarios para el alumnado

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Departamento de Didáctica de las Ciencias
(Experimentales, Matemáticas y Sociales)

CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO (I)

NOMBRE: ..... Sexo: *H M* Edad: .....

Grupo-Clase ..... I.E.S.: ..... LOCALIDAD: .....

El presente cuestionario consta de unas veinte frases. No se trata de un examen, sino de un trabajo de investigación que pretende mejorar la enseñanza de las ciencias. Por favor, responde con sinceridad.

INSTRUCCIONES	
Lee con atención las siguientes frases y rodea con un círculo el número que mejor se ajuste a lo que piensas conforme a la siguiente clave: **1 =** ***No estoy nada de acuerdo*** **2 =** ***No estoy casi nada de*** **acuerdo** **3=** ***Estoy algo de acuerdo*** **4=** ***Estoy totalmente de acuerdo*** **Si quieres rectificar rodea con un círculo la respuesta que deseas y tacha la anterior.**	
CUESTIONES	
1. 1.A.1. Los problemas del medio ambiente no son mi problema.	**1 2 3 4**
2. 1.A.4. Estoy convencido de que todos podemos contribuir a la conservación de la naturaleza, de una manera u otra.	**1 2 3 4**
3. 1.B.3. Me parece que por mucho que avance la tecnología, nunca podremos evitar los daños a la naturaleza.	**1 2 3 4**

4. 1.C.2. Todas las especies estamos condenadas a desaparecer tarde o temprano.	**1 2 3 4**
5. 1.D.3. Estoy seguro de que en los países donde la población está más concienciada no existen problemas de tipo medio ambiental.	**1 2 3 4**
6. 1.E.3. El subdesarrollo de muchos países no tiene nada que ver con la crisis del medio ambiente.	**1 2 3 4**
7. 1.F.2. Creo que es más importante el beneficio económico que podamos obtener del uso de un recurso natural que sus efectos sobre el medio ambiente.	**1 2 3 4**
8. 1.G.1. Estoy seguro de que las generaciones futuras nos reprocharán que hayamos deteriorado el medio ambiente.	**1 2 3 4**
9. 1.G.4. Estoy seguro de que la manera que tenemos de explotar la naturaleza no les dejará nada aprovechable a las generaciones venideras.	**1 2 3 4**
10. 2.A.3. Estoy dispuesto siempre a colaborar en campañas medioambientales.	**1 2 3 4**
11. 2.B.2. Aunque no me gustan los grupos ecologistas, me uniría a ellos si me defendieran en alguna situación que pudiese perjudicarme, como la instalación de un vertedero cerca de mi casa.	**1 2 3 4**
12. 2.C.1. Con mi esfuerzo personal y prescindiendo de ciertas comodidades puedo contribuir a la preservación de la naturaleza.	**1 2 3 4**
13. 2.C.4. Me parece que son unos idealistas aquellos que piensan que pueden salvar a la naturaleza echando cada tipo de basura en un contenedor distinto y todas esas cosas.	**1 2 3 4**

14. 3.A.3. Aprender cosas de ciencias es pesadísimo.	**1 2 3 4**
15. 3.B.2. Siento admiración por quienes se dedican a la ciencia, aunque a mí no me guste.	**1 2 3 4**
16. 4.A.1. La ciencia es cosa de genios solitarios, no es para la gente normal.	**1 2 3 4**
17. 4.A.4. Los científicos no son gente solitaria y rara, sino personas normales y comunicativas.	**1 2 3 4**
18. 4.B.3. Estoy convencido de que ningún pobre puede dedicarse a la ciencia.	**1 2 3 4**
19. 4.C.2. La ciencia es una forma de conocer las cosas tal y como son, sin influencias de nada ni de nadie.	**1 2 3 4**
20. 4.D.1. Existe un método para el trabajo científico que debe ser respetado por todos los que se dediquen a la ciencia sin modificar ni saltarse ninguna etapa.	**1 2 3 4**
21. 4.D.4. No hay una única forma de trabajar en la ciencia, sino que el método empleado depende de muchas cosas.	**1 2 3 4**
22. 5.A.3. No veo ninguna relación entre la contaminación y los avances científicos.	**1 2 3 4**

23. 5.A.4. Creo que cuanto más se desarrolla la ciencia, más problemas ambientales hay.	**1 2 3 4**
24. 5.B1. Estoy convencido de que el desarrollo de las ciencias ha traído consigo los problemas del medio ambiente.	**1 2 3 4**
25. 5.C.1. Creo que es posible que la ciencia avance sin dañar al medio ambiente.	**1 2 3 4**
26. 5.D.1. Estoy convencido de que la ciencia es capaz de solucionar los problemas ambientales.	**1 2 3 4**

Gracias por tu colaboración

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Departamento de Didáctica de las Ciencias
(Experimentales, Matemáticas y Sociales)

CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO (II)

NOMBRE: ..... Sexo: *H M* Edad: .....

Grupo-Clase ..... I.E.S.: ..... LOCALIDAD: .....

El presente cuestionario consta de unas veinte frases. No se trata de un examen, sino de un trabajo de investigación que pretende mejorar la enseñanza de las ciencias. Por favor, responde con sinceridad.

INSTRUCCIONES	
Lee con atención las siguientes frases y rodea con un círculo el número que mejor se ajuste a lo que piensas conforme a la siguiente clave: **1 =** ***No estoy nada de acuerdo*** **2 =** ***No estoy casi nada de*** **acuerdo** **3=** ***Estoy algo de acuerdo*** **4=** ***Estoy totalmente de acuerdo*** **Si quieres rectificar rodea con un círculo la respuesta que deseas y tacha la anterior.**	
CUESTIONES	
27. 1.A.2. Tengo suficientes cosas en qué pensar para tener que ocuparme del medio ambiente.	**1 2 3 4**
28. 1.B.1. Estoy seguro que dentro de poco tiempo existirán tecnologías completamente limpias para el medio ambiente.	**1 2 3 4**
29. 1.B.4. Las tecnologías absolutamente limpias no existen ni existirán nunca.	**1 2 3 4**

30. 1.C.3. Estoy convencido de que es posible conservar todas las especies y parajes naturales de la Tierra.	**1 2 3 4**
31. 1.D.2. Con más educación ambiental se solucionarían las crisis medioambientales.	**1 2 3 4**
32. 1.E.2. Creo que una cosa son los problemas del Tercer Mundo y otra los problemas de la naturaleza.	**1 2 3 4**
33. 1.F.1. Pienso que el desarrollo económico está por encima de que se puedan producir daños a la naturaleza.	**1 2 3 4**
34. 1.F.4. Me parece que no podemos explotar la naturaleza en nuestro propio beneficio sin tener en cuenta los daños que causamos.	**1 2 3 4**
35. 1.G.3. Estoy convencido de que es posible el progreso de la humanidad sin dañar a la naturaleza.	**1 2 3 4**
36. 2.A.2. Para todo eso de salvar a la naturaleza, que no cuenten conmigo.	**1 2 3 4**
37. 2.B.1. Sólo me movilizaría si algún problema del medio ambiente me afectase a mí o a mis seres queridos.	**1 2 3 4**
38. 2.B.4. Tengo muy claro que es mejor no protestar si deciden construir una central nuclear en mi pueblo.	**1 2 3 4**
39. 2.C.3. Creo que cada uno debe preocuparse por sus recursos naturales y no meterse en el terreno de los demás**.**	**1 2 3 4**

40. 3.A.2. Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias.	**1 2 3 4**
41. 3.B.1. Creo que gracias a los conocimientos científicos ha mejorado la calidad de vida de las personas.	**1 2 3 4**
42. 3.B.4. La humanidad no necesita para nada tantos conocimientos científicos.	**1 2 3 4**
43. 4.A.3. Estoy convencido de que todos los científicos trabajan en grupo.	**1 2 3 4**
44. 4.B.2. Estoy seguro de que los científicos se relacionan con gente importante de la sociedad como ministros y alcaldes.	**1 2 3 4**
45. 4.C.1. Los científicos se dedican sólo a resolver los problemas que les interesan, sin dejarse llevar por las modas o las ideas del momento.	**1 2 3 4**
46. 4.C.4. Los científicos viven en el mundo y por tanto su trabajo está condicionado por las formas de pensar que existan en cada momento.	**1 2 3 4**
47. 4.D.3. Supongo que cada científico tiene una forma de trabajar; eso del método científico es un rollo.	**1 2 3 4**
48. 5.A.2. Con conocimientos científicos y sin ellos, estoy seguro de que el medio ambiente se seguiría estropeando igual que hasta ahora.	**1 2 3 4**
49. 5.B.2. Me parece que los problemas ambientales como la contaminación tienen su causa en los avances científicos y tecnológicos.	**1 2 3 4**

50. 5.C.2. Me parece que el progreso de la ciencia no tiene por qué estropear la naturaleza.	**1 2 3 4**
51. 5.D.2. Creo que los problemas ambientales nunca serán resueltos por la investigación científica.	**1 2 3 4**

Gracias por tu colaboración

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Departamento de Didáctica de las Ciencias
(Experimentales, Matemáticas y Sociales)

CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO (III)

NOMBRE: ..... Sexo: *H M* Edad: .....

Grupo-Clase ..... I.E.S.: ..... LOCALIDAD: .....

El presente cuestionario consta de unas veinte frases. No se trata de un examen, sino de un trabajo de investigación que pretende mejorar la enseñanza de las ciencias. Por favor, responde con sinceridad.

INSTRUCCIONES	
Lee con atención las siguientes frases y rodea con un círculo el número que mejor se ajuste a lo que piensas conforme a la siguiente clave: **1 =** ***No estoy nada de acuerdo*** **2 =** ***No estoy casi nada de*** **acuerdo** **3=** ***Estoy algo de acuerdo*** **4=** ***Estoy totalmente de acuerdo*** **Si quieres rectificar rodea con un círculo la respuesta que deseas y tacha la anterior.**	
CUESTIONES	
52. 1.A.3. Mi colaboración es importante en la protección del medio ambiente.	**1 2 3 4**
53. 1.B.2. No existe ningún problema que las nuevas tecnologías no puedan solucionar.	**1 2 3 4**
54. 1.C.1. Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	**1 2 3 4**

55. 1.C.4. Sé que si todos hiciésemos un esfuerzo salvaríamos a todas las especies de la extinción.	**1 2 3 4**
56. 1.D.1. Estoy convencido de que la causa de que existan tantos problemas en el medio ambiente es que la gente no está informada.	**1 2 3 4**
57. 1.E.1. Me parece que los problemas ambientales sólo se solucionarán si antes somos más solidarios con los más desfavorecidos.	**1 2 3 4**
58. 1.E.4. Los problemas ambientales y la situación del Tercer Mundo están relacionados directamente.	**1 2 3 4**
59. 1.F.3. Estoy convencido de que debemos sacar todo el provecho que podamos de la naturaleza aunque se vaya degradando.	**1 2 3 4**
60. 1.G.2. Creo que podemos explotar los recursos naturales sin miedo porque en el futuro existirán otras fuentes de riqueza.	**1 2 3 4**
61. 2.A.1. No pienso hacer nada ante los problemas ambientales.	**1 2 3 4**
62. 2.A.4. Siempre estoy dispuesto a participar en la defensa de la naturaleza.	**1 2 3 4**
63. 2.B.3. No creo que se pueda hacer nada para evitar que instalen una fábrica contaminante cerca de donde vivo.	**1 2 3 4**
64. 2.C.2. Creo que merece la pena esforzarse por evitar perjudicar a la naturaleza.	**1 2 3 4**
65. 3.A.4. Odio las clases de ciencias.	**1 2 3 4**

66. 3.B.3. Me parece que podríamos vivir perfectamente sin la ciencia y sin los científicos.	**1 2 3 4**
67. 4.A.2. Los científicos son personas solitarias y muy inteligentes que pasan el día investigando.	**1 2 3 4**
68. 4.B.1. Hacer experimentos científicos es cosa de ricos.	**1 2 3 4**
69. 4.B.4. Creo que los científicos llevan una vida normal, sin cosas lujosas ni amigos importantes.	**1 2 3 4**
70. 4.C.3. La solución que la ciencia da a un determinado problema depende mucho de las ideas políticas que existan en ese momento.	**1 2 3 4**
71. 4.D.2. Estoy seguro de que si aplicamos el método científico al pie de la letra, encontraremos soluciones para todos los problemas.	**1 2 3 4**
72. 5.A.1. Creo que la ciencia no tiene nada que ver con el deterioro del medio ambiente	**1 2 3 4**
73. 5.C.3. Estoy convencido de que se pueden realizar avances científicos y que al mismo tiempo respeten la naturaleza.	**1 2 3 4**
74. 5.D.3. En mi opinión los científicos no pueden dar soluciones al deterioro de la naturaleza.	**1 2 3 4**

Gracias por tu colaboración

Anexo IV.
Documentos de trabajo en el aula

Departamento de
Ciencias de la Naturaleza

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Se recogen a continuación algunas de las consideraciones más importantes a tener en cuenta de cara a la realización del trabajo de investigación:

1. Se trabajará en grupo, preferiblemente formado por tres, cuatro o cinco personas de la misma clase.

2. Se podrá contar con el asesoramiento de uno o dos profesores del centro a los que se solicitará su colaboración con anterioridad.

3. El instituto permanecerá abierto al menos una tarde semanal, durante el período durante el cual se desarrollen los trabajos, para poder consultar al profesorado o utilizar las instalaciones.

4. El trabajo supone **dos puntos** de la nota global. No sólo se valorará el resultado (memoria final) sino todo el proceso de elaboración, por lo que cada grupo llevará un pequeño diario de sus actividades que se entregará en el plazo establecido.

5. El alumnado que lo desee podrá enviar sus trabajos a las convocatorias de encuentros y/o premios para escolares si reúnen los requisitos necesarios y unos mínimos de calidad aceptables.

6. Los trabajos constan de tres partes:

    a. *Proyecto* o *plan de trabajo*. Se discutirá previamente con el profesorado y se entregará por escrito durante los primeros días. Se facilitará una ficha orientativa al alumnado.
    b. *Actuación* o *ejecución*. Podrá consistir en: un trabajo de campo o de laboratorio, la organización de alguna actividad para el resto del alumnado del centro o del pueblo, la elaboración de modelos o maquetas, la construcción de algún equipo tecnológico, etc.
    c. *Memoria y comunicación de los resultados*. Se trata de una descripción del trabajo realizado. Debe incluir además una justificación y un apartado de bibliografía. El soporte puede ser el de un trabajo clásico (cuadernillo, dossier, póster), un vídeo, una presentación de ordenador, una página web, etc.

7. El tema o cuestión de investigación será elegido por el grupo de trabajo, siempre y cuando esté referido a contenidos de carácter medioambiental o propios del temario de la asignatura que se esté cursando. A modo de

sugerencia, se puede consultar la relación de trabajos propuestos por el Departamento.

8. A modo de orientación, y dependiendo del tipo de trabajo que se realice, el proceso que se ha de seguir se podrá encuadrar en alguna de las siguientes modalidades:

    Modalidad A: campañas, actuaciones, proyectos técnicos, etc.
    1 Decidir el propósito del proyecto.
    2 Realizar un plan de trabajo para su puesta en práctica
    3 Ejecutar el plan diseñado.
    4 Juzgar el trabajo realizado.

    Modalidad B: investigación
    1. Se parte de un problema o tema acordado.
    2. Se inicia un proceso de investigación mediante búsqueda y selección de fuentes de información.
    3. Se establecen criterios de ordenación de interpretación de las fuentes y se establecen relaciones con otros problemas.
    4. Diseño y realización de los experimentos pertinentes.
    5. Resultados y conclusiones
    6. Se presenta el proceso de elaboración del conocimiento que se ha seguido (memoria).

    Modalidad C: organización de actuaciones colectivas sobre un tema.

    1. Observación del contexto.
    2. Análisis de la problemática.
    3. Contraste de opiniones.
    4. Discusión y búsqueda de acuerdo.
    5. Concreción de alternativas de acción
    6. Revisión.

PLAZOS:

Entrega de proyectos:

Memoria intermedia:

Memoria final y diario:

Departamento de
Ciencias de la Naturaleza

EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

AUTORES/AS:

DIARIO	(1 punto)	
MEMORIA		
- PRESENTACIÓN	(1,5 puntos)	
- ESTRUCTURA	(1 punto)	
- PROFUNDIDAD DE CONTENIDOS	(1 puntos)	
- ADECUACIÓN AL PROYECTO		
o Cumplimiento de objetivos	(2 puntos)	
o Desarrollo del programa	(1,5 puntos)	
- EXPRESIÓN ESCRITA U ORAL	(1 punto)	
- BIBLIOGRAFÍA	(1 punto)	
FALTA DE PUNTUALIDAD	(- 2 puntos)	
ORIGINALIDAD	(+/-2 puntos)	

NOTA (de 0 a 10) _____

NOTA (de 0 a 2) _____

I.E.S. *IULIA SALARIA*
Dpto. Ciencias de la Naturaleza

CÓMO SE DEBE PRESENTAR UN TRABAJO DE TIPO CIENTÍFICO

Existen varios formatos a la hora de presentar un trabajo:

a) Trabajo escrito (cuadernillo o dossier)
b) Artículo para publicación en revista científica
c) Multimedia (presentaciones, páginas Web) y video.
d) Maqueta experimental.
e) Otros: carteles, etc.

Sea cual sea el formato elegido es importante tener en cuenta una serie de **aspectos comunes**:

1. Los trabajos deben ser originales. Si se toman párrafos u otros elementos (fotos, dibujos, etc.) debe indicarse su procedencia mediante notas al pie.
2. Un buen trabajo no implica necesariamente el éxito en la investigación; el proceso es tan importante o más que el resultado. No debemos sobredimensionar nuestros logros.
3. Resulta fundamental una buena presentación, lo que hoy día se traduce en el empleo de medios informáticos.
4. La claridad y la honestidad deben ser "reglas de oro".
5. **Todo trabajo debe incluir, salvo que se indique lo contrario, al menos:**

   a) Una **portada** en la que debe figurar: *título*, *autores* en orden alfabético respecto al primer apellido, I.E.S. *Iulia Salaria* Sabiote (Jaén), *profesores que han colaborado* ordenados alfabéticamente y *curso 2004/2005*

   b) Una **página especial** con:
      a. Agradecimientos a personas e instituciones que hayan colaborado en alguna fase.
      b. Dedicatorias.
      c. Alguna cita célebre que haya inspirado la realización del trabajo.

   c) Un **índice**.

   d) Una **introducción** *breve y directa*, que informa al lector del tipo de trabajo que tiene en sus manos, de las principales partes del mismo (ejemplo: proyecto y memoria) y le predispone a la lectura del mismo. Es aquí donde se debe advertir si el trabajo se ha realizado en diferentes formatos (escrito, multimedia, vídeo) y en qué orden deben

ser examinados. Puede incluir algún dato suplementario como el período durante el que se realizó el trabajo o si éste forma parte de un proyecto más amplio.

e) **Desarrollo**. Es el grueso del trabajo. Debe contener la mayor parte de la información (organizada en apartados y subapartados), fotos, etc. Veamos dos ejemplos de desarrollo, uno para un proyecto y otro para una memoria:

Proyecto de actuación medioambiental.

1. Justificación: consiste en una exposición de los motivos que nos han llevado a realizar el trabajo, como por ejemplo:
    a. la constatación de un determinado problema ambiental
    b. la posibilidad de repetir en nuestra zona algún estudio o experimento que conozcamos
    c. la inquietud personal por un tema concreto
2. Objetivos previstos.
3. Descripción de la actuación o actuaciones previstas.
4. Fases y tiempos de realización previstos.
5. Materiales necesarios

Memoria.

1. Descripción de las actuaciones realizadas. Se debe incluir aquí la información más relevante.
2. Valoración. Se trata de evaluar si se han alcanzado o no los objetivos propuestos en el proyecto, el grado de participación de los destinatarios, si se han obtenido las ayudas solicitadas, si han existido problemas de material, el grado de satisfacción de los autores, etc.
3. Cuestiones a tener en cuenta de cara a futuras actuaciones. Lo que se puede mejorar, nuevos puntos de vista sobre el tema que merecerían ser abordados, etc.

f) Al final del trabajo, la **Bibliografía** o relación de libros, artículos de revistas, vídeos, webs, etc que se han utilizado por orden alfabético, observando las siguientes normas:

g)

Para los libros:
AUTOR O AUTORES. (Año de publicación) Título de la obra. Editorial. Ciudad.
Por ejemplo:
- BUTTON, J. (1992) ¡Háztelo verde! Integral. Barcelona.
- JAVNA, J. y col. (1995) 50 cosas que los niños pueden hacer para

Para los artículos de revistas*:*
AUTOR O AUTORES. (Año de publicación) "Título del artículo" Nombre de la revista. Nº y Páginas del artículo. Editorial. Ciudad.
Por ejemplo
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1999) "Las ecoauditorías escolares" Aula Verde 19 (Julio): 19. Ed. Junta de Andalucía. Sevilla.

Además de cuanto acabamos de exponer, veamos a continuación algunos de los rasgos característicos de cada tipo de trabajo:

A) TRABAJO ESCRITO.-

Es la fórmula más clásica, por lo que se ajusta con exactitud a los aspectos generales que hemos comentado. En ocasiones, existe una gran cantidad de información complementaria al trabajo (folletos que hemos elaborado, carteles, leyesutilizadas, artículos de prensa, tablas, etc.), que puede resultar de interés para el lector. Estas informaciones se incluyen al final del trabajo en forma de **ANEXOS**, nunca en las páginas destinadas al desarrollo del trabajo.

B) Artículo para publicación en revista científica

Cada revista exige unas normas (que no siempre coinciden) a quienes desean publicar sus artículos en ellas. No sólo se refieren a los apartados de los escritos, sino también a los tamaños, tipos de letra, ordenación de la bibliografía, etc., por lo que hay que consultar cada caso en particular.

A modo de ejemplo, la revista MERIDIES (publica trabajos científicos de alumnos de instituto) exige los siguientes apartados:

- Título, Autor/es, IES y dirección del mismo
- Resumen y Palabras clave
- Summary & key words
- Introducción
- Material y métodos
- Resultados y discusión
- Agradecimientos
- Bibliografía

C) VÍDEO / MULTIMEDIA.-

El uso de las técnicas multimedia y/o el uso del vídeo es una forma de presentación de trabajos que es bastante aceptada, seguramente por su vistosidad y capacidad de comunicación (más vale una imagen que mil palabras).

Adjunto al soporte audiovisual debe de figurar una pequeña introducción.

Elaboración de Video/Multimedia.

Deben de tenerse en cuenta las siguientes directrices:

- Diseño de la portada del CD-ROM o video.
- Deben utilizarse soportes estándar: Formato de video VHS, DVD o CD-ROM del tipo compatible, al objeto de poder dar la máxima difusión.
- La duración máxima será de 10 – 15 minutos.
- Deberá de acompañarse una breve guía explicativa del trabajo.
- Sea cual sea el soporte audiovisual deberá de realizarse previamente un guión técnico o una ficha de planificación, que sirva como material base para acometer el trabajo. En ella deberán aparecer aspectos como :

- Descripción de la secuencia y/o diapositiva, lugar de donde se va a obtener, y duración.
- Sonido ambiental (música, diálogos, narración, etc.), obtención del mismo y duración exacta.
- Secuenciación de imágenes, video, sonidos, etc.
- Efectos multimedia a introducir, tales como : Transiciones, subtítulos, etc.
- Bibliografía.

D) MAQUETA EXPERIMENTAL.-

Redacción del documento

PORTADA : Igual a la forma anterior.
INDICE: igual al anterior.
MEMORIA DESCRIPTIVA :
- Descripción de la situación inicial.
- Investigaciones realizadas.
- Antecedentes históricos.
- Soluciones posibles.
- Solución elegida.
- Materiales empleados.
- Proceso de construcción seguido.
- Herramientas empleadas.
- Funcionamiento de la maqueta o experimento en conjunto.
- Pruebas finales.
- Evaluación y Conclusiones.

MEMORIA DE CALCULO :
- Cálculos tecnológicos.
- Gráficas y cálculos experimento.

PLANOS
- Plano de conjunto en 3D
- Detalle de piezas más relevantes.
- Esquemas de principio.

PRESUPUESTO
- Valoración económica detallada por partidas.

BIBLIOGRAFÍA : igual al apartado anterior.

Anexo V.
Ejemplos de trabajos del alumnado

MICRO FAUNA DEL SUELO

F. Carmona, D. J Martínez, A. Zambrana
I.E.S Iulia Salaria. C/ San Antón nº 1. 23410 Sabiote (Jaén)

RESUMEN
Lo que intentamos ver en este trabajo fue comparar el tipo de microfauna que encontramos en cada una de las tres muestras que cogimos previamente (tierra de olivar sin aplicación de fitosanitarios, tierra de olivar tratada con productos fitosanitarios y tierra de monte mediterráneo). Después lo que pretendíamos era averiguar cual de los tres suelos diferentes tenia más microfauna. En el laboratorio analizamos su humedad, su granulometría, su pH, buscamos la micro fauna según el método de la científica Rocío Quijano realizando preparaciones y buscando la microfauna en lupas binoculares y microscopios. Se contó la micro fauna y se clasificó.
Palabras clave: Microfauna, suelo, nematodos, fitosanitarios, pH, granulometría.

INTRODUCIÓN

Este trabajo lo hemos realizado para poder comparar la fauna de tres tipos de suelo de distintas condiciones y también para poder informarnos a nosotros y a los agricultores de cómo afecta los productos fitosanitarios a los suelos y a su pH y sobre todo a la vida existente para que los agricultores se conciencien del daño que producen al echar los productos fitosanitarios.

Se han estudiado otras características de los suelos (humedad, granulometría, pH, orientación y temperatura) para control de variables.

MATERIAL Y MÉTODOS

Toma de muestras en el campo: Los tres lugares donde recogimos la tierra son del cerro "Mayayo" (Jaén). Para recoger la tierra hemos empleado una brújula para saber la orientación y la altitud, también hemos utilizado un mapa para orientarnos, medimos la temperatura del suelo con un termómetro, después extrajimos la tierra con una pala y un pico.

Trabajo de laboratorio:

Medida de la humedad.
En primer lugar utilizamos el peso para pesar la tierra, después la estufa y el desecador realizando varias pesadas continuas “hasta pesada constante” restándole el peso inicial al peso final.

Granulometría.

Tras sacar las tres muestras de la estufa y haber anotado su peso final se pasaron las tres muestras por una criba múltiple dividida en (0.1 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm) y posteriormente se pesó cada medida y con una regla de tres se averiguó el tanto por ciento.

pH de las tres muestras. Se pesaron 50 gramos de tierra y 50 gramos de agua destilada para realizar la medición de la acidez que tenían las tres muestras con un pHmetro.

Extracción de la microfauna.
Cogimos las tres muestras y las colamos por cribas de 0.01 cm dejándolos sobre embudos taponados por pinzas de Mohr, dejándolos cuatro días para que la micro fauna traspasara los poros de la criba por decantación.

Después hemos realizado las extracción de (25 ml) en un vaso y se repartieron en tubos de ensayo, luego los metimos en agua a 60 ºC para matar la micro fauna, seguidamente le añadimos a los tubos de ensayo formol al 4%, después se realizo la recogida de nematodos en cajas de Petri por el método de Flegg y se colocó una gota de glicerina en el porta donde se depositaban los nematodos y se les ponía el cubre luego se miraron y se contaron en el microscopio, finalmente se echaron fotos con un adaptador en el microscopio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Muestras	pH	Humedad
N º 1	8.2/19.3º C	10.20%
N º 2	8.2/19.3º C	12.80%
N º 3	8.4/18.8º C	9.90%

Tras realizar la medición del pH observamos que la muestra número tres (la de tierra de monte) mostraba más acidez por no llevar fertilizantes ni productos fitosanitarios y estar menos explotada aunque son bastantes homogéneos. La humedad era algo mayor en la que tenia productos fitosanitarios.

Granulometría:

Muestras	0.1 mm/%	1 mm/%	2 mm/%	3 mm/%	4 mm/%
Nº 1	72.2 g/27.7%	70.4 g/27.0%	24.7 g/9.5%	31.3 g/12.0%	61.2 g/23.5%
Nº 2	25.1 g/9.4%	22.7 g/8.5%	13.7 g/5.1%	22.2 g/8.3%	180.3 g/68%
Nº 3	8.7 g/3.3%	40.1 g/15.4%	30.7 g/11.8%	50.9 g/19.5%	130 g/ 50%

Tras averiguar el peso y el tanto por ciento observamos que todos los suelos eran parecidos excepto la muestra Nº 2 que tenia un ligero aumento de grava, en suelo Nº 1 que no estaba curado aumentaba los de 0.1 mm, 1 mm y 4 mm, en la muestra Nº 2 que tenía productos fitosanitarios aumenta claramente el de 4 mm y la Nº 3 la del monte también aumentaba el de 4 mm.

Resultados del número de nematodos:

Hemos realizado el recuento mediante cajas de petri de 1 cm cuadrado, posteriormente tres alumnos han visto tres muestras diferentes, cuyos resultados acumulados se muestran a continuación:

MUESTRAS	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Totales
Nematodos	5	2	24	31
Larvas	0	0	0	0
Otros	3	4	0	7
Totales	8	6	24	

1 = Olivar sin tratar; 2 = olivar con fitosanitarios; 3 = monte mediterráneo

Encontramos que existe una clara relación entre la escasez de microfauna y los tratamientos agrícolas fitosanitarios, ya que la cantidad de nematodos hallada en estos suelos es sensiblemente menor a la que se encuentra en suelos sin tratar o en suelos de monte virgen.
Por tanto, para preservar la microfauna edáfica recomendamos no realizar tratamientos agrícolas con pesticidas químicos.

Agradecimientos: A los alumnos de Biología y Geología de 4º, Miguel Ángel Pérez Vega y a la Dra. Rocío Quijano López de la Universidad de Jaén.

Bibliografía:

QUIJANO, R (2003) **Estudio realizado en el Sureste de la península Ibérica, de cuarenta especies de nematodos de vida libre** Edita Universidad de Jaén. Jaén.

Varios ejemplares "revistas Meridies",

"Parisi,V (1979) **Biología y Ecología del suelo** Edita Blume. Barcelona".

FERMENTACIÓN NATURAL DE LA LACTOSA

R. UTRERA, E. UTRERA, M.D. VILLAR, M.I. ZAMBRANA y M. A. PÉREZ[1]
IES Iulia Salaria. c/ San Antón, 1. 23410 Sabiote (Jaén)

RESUMEN
En este trabajo, hemos investigado el tiempo que tarda en desaparecer totalmente la lactosa de la leche fermentada (kéfir, leche búlgara y yogur), variando los factores que influyen en el proceso. Para ello nos hemos basado en tres métodos: la fermentación a temperatura controlada, la prueba de Fehling y la medición de pH. Nuestro objetivo ha sido averiguar las condiciones adecuadas para degradar esa lactosa lo antes posible, y que las personas que tengan intolerancia puedan tomar kéfir, leche búlgara y yogur fabricándolos ellos mismos con las debidas garantías.
Palabras clave: Kéfir, alergia a la leche, enzima, intolerancia a la lactosa y Fehling.

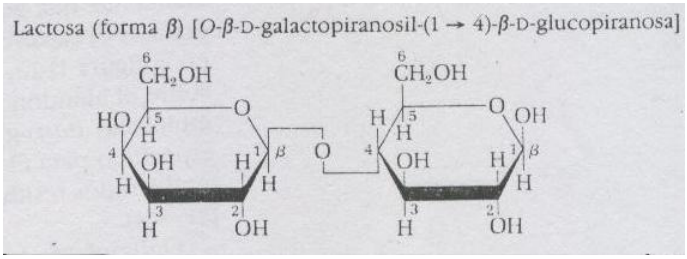
SUMMARY
(LACTOSE FERMENTATION)
We've been doing research on the time the lactose takes disappearing of stumps of kefir, Bulgarian milk or yogurt. Our aim has been the people who have intolerance to lactose make the right condictions to get this kind of milk, so that they can make it by thenselves. We've used three methods: the controlate temperature, the measuring of pH and the Fehling's test and we changed the temperature and the contact with the outside air.

INTRODUCCIÓN

La leche es un líquido blanco que producen las hembras de los mamíferos para alimentar a sus hijos, por lo que se trata de un alimento
muy completo.

COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACA	
Energía	85
Agua (g)	135
Proteínas (g)	5.4
Grasas(g)	5.4
Carbohidratos(g)	7.2
Vitaminas que contiene	B1, B2, niacina
Minerales que contiene	Fósforo
Grasas saturadas	Si
Grasas no saturadas	Si

LEHNINGER, 1986
Fuente: GRANDE COVIAN, 1992



¿Qué entendemos por fermentación?: Son los cambios químicos en las sustancias orgánicas producidos por la acción de las enzimas, llamadas fermentos, que a su vez están producidos por organismos diminutos tales como el moho, las bacterias y la levadura. La lactasa (que no debemos confundir con la lactosa, que es el disacárido) es un fermento producido por una bacteria que se encuentra generalmente en la leche, hace que ésta se agrie, transformándola en ácido láctico, que a su vez hace que descienda el pH. En la fermentación alcohólica, los azúcares simples, como la glucosa y la fructosa se convierten en alcohol etílico y dióxido de carbono.

En nuestro trabajo vamos a investigar el tiempo que tarda la lactosa en desaparecer de la leche mediante fermentación con kéfir, leche búlgara y yogurt, porque hay personas intolerantes a la lactosa, es decir, que el organismo rechaza esos azúcares

[1] Profesor coordinador: Miguel Ángel Pérez.

porque carece de la enzima que separa la glucosa de la galactosa, aún así se puede beber leche sin lactosa.

El kéfir o khéfir es un alimento producido por la fermentación hidroalcohólica de sus bacterias en la leche. En este proceso se divide la lactosa (disacárido) en glucosa y galactosa (monosacáridos) y se expulsa ácido láctico. Es originario del Cáucaso y los pueblos que tradicionalmente lo han consumido, lo popularizaron en Europa desde principios de siglo. En su fermentación intervienen 7 bacterias, frente a las 3 o 4 del yogurt y del suero láctico. La leche búlgara es otro tipo de fermentado hidroalcohólico de la leche y, al igual que el yogurt y el kéfir, se diferencia de ellos en el número de bacterias que intervienen en su fermentación.

Se afirma que el kéfir es una de las formas más saludables de tomar leche, porque es totalmente digerible, regula el sistema digestivo y restablece la flora intestinal destruida por una mala alimentación, uso de antibióticos y otros tratamientos agresivos para dichos órganos[2]. Tanto éste, como la leche búlgara o el yogurt se consumen abundantemente debido a sus propiedades nutritivas. De este modo, una persona que sea intolerante (que no alérgico) a la lactosa de la leche podría tomar alimentos totalmente fermentados sin tener que preocuparse.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar los experimentos se emplearon los siguientes materiales: cepas "madre" de kéfir, leche búlgara y yogurt; leche Puleva entera y leche sin lactosa Kaiku. Pipetas de 5 mL, tubos de ensayo, aspiradores, mecheros de alcohol, estufa, gradilla, pinzas, pHmetro de mano, peso y frascos con las mismas características.

Utilizamos los siguientes métodos: a) fermentación a temperatura controlada, b) determinación de Fehling, c) medición de pH

Antes de realizar cualquiera de los procedimientos se homogenizan las muestras agitándolas unos segundos.

a) Fermentación a temperatura controlada.

La temperatura ha sido controlada con la estufa de laboratorio, programándola para que se mantuviera con los grados que nos interesaban según el experimento, así dejamos las muestras dentro de ella y esperamos a que fermentasen naturalmente. Todos los días, medimos su acidez y comprobamos si ya no tenían lactosa mediante la prueba de Fehling.

Estufa de laboratorio

b) Determinación de Fehling

Fundamento: Los monosacáridos y la mayoría de los disacáridos poseen poder reductor, que deben al grupo carbonilo que tienen en su molécula. Este carácter reductor puede ponerse de manifiesto por medio de una reacción redox llevada a cabo entre ellos y el sulfato de Cobre (II). Las soluciones de esta sal tienen color azul. Tras la reacción con el glúcido reductor se forma óxido de Cobre (I) de color rojo. De este modo, el cambio de color indica que se ha producido la citada reacción presente es reductor.

[2] www.xente.mundo-r.com

Sirve para determinar si la muestra contiene o no azúcares simples como la lactosa (glucosa + galactosa) que es lo que queremos comprobar.

Procedimiento:

1. Se coge el tubo con 1 mL de la muestra que queremos analizar, en este caso, kéfir, leche búlgara o yogurt y se le añaden 5 gotas de Fehling A y 5 gotas de Fehling B.
2. Se leva a ebullición agitando suavemente.
3. La aparición de un precipitado rojo ladrillo indica la presencia de lactosa.

c) Determinación del pH

El pH determina el grado de acidez de la muestra para ello hemos utilizado un pHmetro de mano.

Procedimiento:

1. Se coloca el pHmetro de mano en un soporte.
2. Colocamos la muestra en un tubo de ensayo y el aparato determina el pH que anotamos en nuestra tabla.

pHmetro

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cepa	Kéfir		Leche búlgara		Yogurt		Fecha
Nº de frasco	1	2	3	4	5	6	25-11-05
pH	5.30	4.95	5.94	6.00	4.98	5.46	
Fehling	+	+	+	+	+	+	
pH	3.74	3.78	4.32	4.23	3.83	4.03	28-11-05
Fehling	-	-	+	+	+	+	
pH	3.69	3.74	4.13	4.14	3.81	3.97	29-11-05
Fehling	-	-	+	+	+	+	

Tabla experimento 1.- Frascos pares destapados y frascos impares tapados a 25ºC.

A las cepas madre que utilizamos antes de este experimento le habíamos ido quitando continuamente el suero que iban produciendo y como el kéfir era el que más suero producía, la cepa madre de la que partimos podría estar más fermentada, con lo cual pensamos que posiblemente la mayor parte de lactosa se concentraba en el suero y por eso al kéfir a los 4 días le desapareció la lactosa. Para corroborarlo hicimos una nueva serie de frascos de kéfir manteniendo los de la leche búlgara y los del yogurt. El kéfir volvió a dar negativo, pero esta vez al cabo de una semana, como podemos ver en la tabla del experimento 1.1.

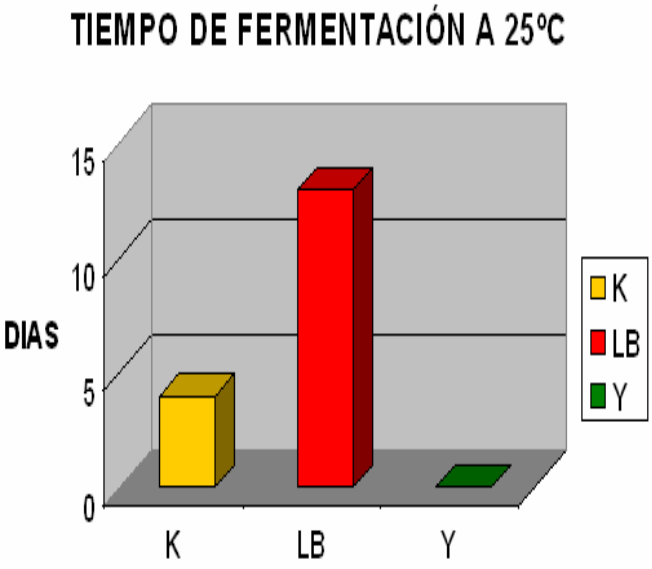
Cepa	Kéfir		Leche búlgara		Yogurt		Fecha
Nº de bote	1	2	3	4	5	6	30-11-05
pH	4.50	4.68	3.98	4.08	3.80	4.15	

Fehling	+	+	+	+	+	+	
pH	4.09	4.02	3.87	3.98	3.93	3.94	1-12-05
Fehling	+	+	+	+	+	+	
pH	3.74	3.80	3.70	3.98	3.69	3.96	5-12-05
Fehling	+	+	+	+	+	+	
Fehling	-	-	-	-	+	+	7-12-05

Tabla experimento 1.1.-Frascos pares destapados y frascos impares tapados a 25ºC.

La siembra de kéfir hecha el día 30 de noviembre ha dado negativo en prueba de Fehling a la semana siguiente. La leche búlgara ha dado negativo a los 12 días, en cambio el yogurt tapado no ha dado negativo y el yogurt destapado ha dado negativo un día después de las demás muestras.

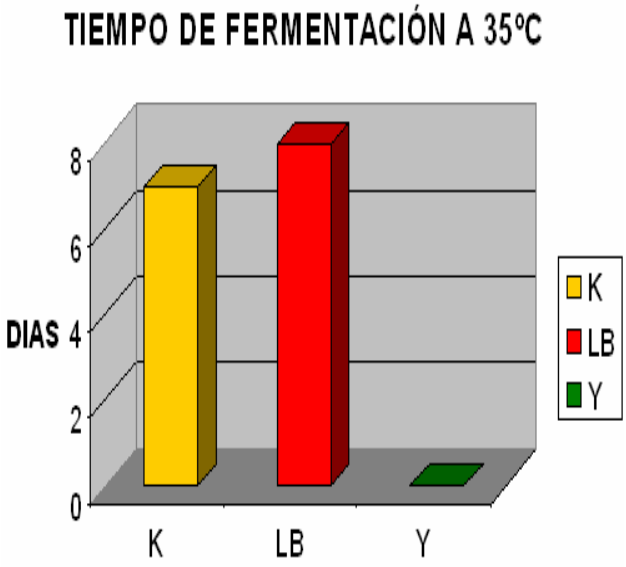
Hemos descubierto que los frascos que han estado tapados tienen un pH más ácido que los que estaban tapados. Creemos que es porque en los tapados que se queda el CO_2 y en los no tapados éste desaparece al ser expulsado al exterior.



Cepa	Kéfir	Leche búlgara	Yogurt	Fecha
Fehling	+	+	+	12-12-05
pH	4’41	4’70	4’78	
Fehling	+	+	+	13-12-05
Fehling	+	+	+	14-12-05
Fehling	+	+	+	15-12-05
pH	3’40	3’70	3’54	
Fehling	+	+	+	16-12-05
pH	3’26	3’29	3’17	19-12-05
Fehling	-	+	+	
Fehling	-	-	+	20-12-05
Fehling	-	-	+	21-12-05
Fehling	-	-	+	22-12-05
pH	3’28	3’30	3’32	

Tabla experimento 2.-Frascos en oscuridad tapados a 35ºC.

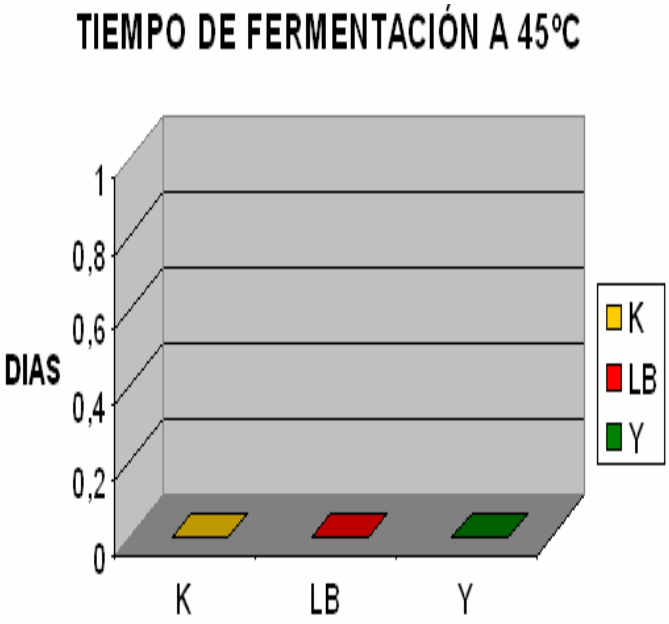
A los siete días de preparar la cepa la lactosa del kéfir ha desaparecido, la de la leche búlgara un día después y la del yogurt, tres. Así, la acidez de las muestras también se ha estabilizado.



Cepa	Kéfir	Leche búlgara	Yogurt	Fecha
Fehling	+	+	+	22-12-05
pH	3’89	3’89	3’90	
Fehling	+	+	+	23-12-05
pH	3’72	3’87	3’87	
Fehling	+	+	+	24-12-05
pH	3’82	3’83	3’85	
Fehling	+	+	+	27-12-05
pH	3’82	3’84	3’88	
Fehling	+	+	+	28-12-05
pH	3’76	3’83	3’85	
Fehling	+	+	+	31-12-05
pH	3’80	3’86	3’88	
Fehling	+	+	+	2-1-06
pH	3’80	3’85	3’88	

Tabla experimento 3.-Frascos en oscuridad tapados a 45ºC.

Han pasado aproximadamente 15 días y la lactosa no ha desaparecido de las muestras, no sabemos la causa de la temperatura se han paralizado o han muerto. Pero sabemos que no está fermentando porque su acidez se ha estabilizado (no ha variado prácticamente) en torno 3’8 con un error de medida del pHmetro de 0’01.



CONCLUSIONES FINALES

Como conclusión, después de haber finalizado todos nuestros experimentos deducimos que el alimento que antes fermenta es el kéfir, seguido de la leche búlgara, ya que no hemos dado con los factores que hacen que el yogur termine de fermentar (suponemos que quizá necesite más tiempo). Los que influyen positivamente en la fermentación del kéfir y la leche búlgara son: que la cepa no contenga suero y que la temperatura esté comprendida entre 25ºC y 30ºC. Por otro lado, el que esté o no tapado influye mayoritariamente en su acidez, teniendo un sabor más amargo el tapado que el destapado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos: A nuestros profesores D. Miguel Ángel Pérez por coordinar este trabajo y ayudarnos en él, a Dña. Nuria Sicart por proporcionarnos la cepa madre de la leche búlgara, a Dña. Carmen Martínez de Abellanosa y a Dña. Carmen Victoria por ayudarnos con la traducción del resumen, a D. José Martos por ayudarnos a hacer los gráficos ilustrativos y a José María Madrid por abrirnos el instituto en Navidad.

BIBLIOGRAFÍA

LEHNINGER, A. L. (1986) **Principios de Bioquímica** Omega. Barcelona
DUALDE, V. & LILLO, J. (1981) **Ciencias Naturales 3º BUP** Ecir. Valencia
GRANDE COVIRÁN, F. (1992) **Alimentación y nutrición** Salvat. Barcelona
Páginas web:
www.xente.mundo-r.com (Diciembre 2005)
www.alimentacion-sana.com (Diciembre 2005)