



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

PROGRAMA DE DOCTORADO EN LÓGICA Y FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN ESTUDIOS SOCIALES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

TESIS DOCTORAL

**IDENTIFICACIÓN DE ORGANISMOS EN LA ALFABETIZACIÓN
PARA LA BIODIVERSIDAD EN LA ESCUELA:
CASO DE ESTUDIO CON GRILLOS Y SALTAMONTES EN INSTITUTOS
DE ENSEÑANZA SECUNDARIA DE ESPAÑA**

AUTORA

EVA SOARES MONTEIRO

DIRECTORES

DR. JESÚS REY ROCHA

Instituto de Filosofía (IFS) | Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

DRA. MARIA TERESA REBELO

Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM_Ciência) | Faculdade de Ciências |
Universidade de Lisboa

TUTOR

DR. SANTIAGO M. LÓPEZ GARCÍA

Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología | Universidad de Salamanca

SALAMANCA, JUNIO 2022

Este proyecto ha contado con la financiación de la Fundación para la Ciencia y la Tecnología de Portugal, a través de la ayuda para la formación avanzada de referencia SFRH/BD/73197/2010

Este projeto teve o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia através da atribuição da bolsa de formação avançada com a referência SFRH/BD/73197/2010

FCT Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia

Aos meus pais, Tereza e Cesário

Ao Gorka, *mi pequeño* (que se fez grande) *saltamontes*

A E.O. Wilson (1929-2021), que nos revelou os pequenos seres que governam o mundo

Agradecimientos / Agradecimentos

A mis directores, Jesús y Teresa. A Jesús, por haberme dado la oportunidad de iniciar mi camino en las Ciencias Sociales y Humanas, por orientarme en sus nuevos lenguajes y metodologías, y por permitirme conjugarlas con las Ciencias Naturales. Pero principalmente, por haber estado a mi lado durante todo este largo viaje, desde la propuesta, a la cuidada revisión del manuscrito final. Gracias, Jesús, por animarme a seguir siempre que he tenido dudas, y por todos los medios que pusiste a mi disposición, indispensables para la arribada a buen puerto de este proyecto. À Teresa pela sua disponibilidade e pragmatismo, por aceitar orientar este projeto um pouco ao lado da sua entomologia forense, ainda por cima, escrito numa língua que não domina. A Santiago, por aceptar ser mi tutor cuando el proyecto ya estaba empezado y posibilitar que pueda concluir el grado en la prestigiosa Universidad de Salamanca.

Às mentoras espirituais deste projeto pensado a três cabeças num longínquo dia à beira-mar: a Pat e a Cris. Obrigada, Pat, por me “empurrares” para esta aventura e por continuares a dar-me balanço sempre que o impulso esmoreceu. Por seres, nos últimos 15 anos (mesmo antes desta saga começar), a minha *bioguru*. Pelo “pensar junto” nas questões da biodiversidade e da sociedade. Pela grande estalagem científica que já é a casa mais bonita da Rua dos Mercadores. Cris, toda uma claqué neste projeto, para ti todas as estátuas são poucas. Obrigada por me apresentares ao Jesús, por nunca deixares de dar-me alento e de sossegar as minhas inquietações. Não há espécies de insetos suficientes no mundo que cheguem para vos demonstrar a minha gratidão!

Aos meus colegas “gafanhoteiros”: a Sílvia e o Francisco, por TUDO! Pelas expedições “ortopterológicas”, por me porem a olhar, a reconhecer, a detetar e a identificar estes bichos saltadores com todos os sentidos. Pela ajuda com a chave Orthopter-On. À Sónia, por partilhares comigo toda a tua bibliografia sobre Orthoptera de Portugal. Por teres insistido para publicar e por contribuíres com muitos dos dados da nota aqui incluída. Conto convosco para melhorá-la e ampliá-la até estarem representadas no Orthopter-On, primeiro, todas as espécies de gafanhotos e grilos de Portugal, depois, da grande Ibéria.

Aos “meus Tagis”: à Sandra, por meteres mãos à obra comigo quando foi preciso e estares sempre pronta para ajudar; ao Albano, pelos bichos coletados, as fotos tiradas e pela tua paixão contagiante por todo o tipo de pequeno ser quitinoso; ao Rui, que preparaste (a custo de pulmão) as magníficas resinas que integram a coleção didática, por todos os teus solícitos dotes; ao nosso grilo falante Renatiti, por todas as nossas produtivas discussões para resolver os problemas da *bio* e do Planeta, pela “caça” ao gafanhoto em terras algarvias; ao Ricardo, pelas fotos dos exemplares em coleção que mostram os pormenores e as características de identificação da chave Orthopter-On; ao Zé, pelo bonito design da ferramenta de identificação; à Dida, à calma da Dida, que me inspirou tranquilidade para a corrida de fundo final. Aos recém-chegados – Rita, Clarisse - e aos que continuaram o seu percurso - Andreia, Frank – mas que estão sempre presentes. Outra vez à Sílvia e à *bioguru* de toda esta trupe. Os momentos partilhados no campo, os milhares de quilómetros em digressões entomológicas e os vínculos que criámos juntos, e ajudámos outros a criar, com a natureza e os insetos, vão estar para sempre ligados a esta tese. Enfim, agradeço ao Tagis - pelo TEMPO, pela PACIÊNCIA! Sem a sua grande e robusta rede este projeto não teria sido possível.

En la Comunidad Autónoma de Madrid, a todos los alumnos y alumnas participantes de los Institutos de Enseñanza Secundaria El Escorial, Guadarrama, Joaquín Turina y Sierra de Guadarrama. A sus profesores, que accedieron a realizar la actividad de identificación, y a los coordinadores de los departamentos de Biología, José Antonio Pascual, Paloma Zapico, Felipe Sostre y José Luis Gutiérrez, que abrieron las puertas de sus institutos a este experimento. En el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, a Mercedes París, que me prestó todo su apoyo en la consulta y registro fotográfico de la valiosa colección de ortópteros de esta institución. Y a Vicenta Llorente del Moral, que me animó, con su sabiduría, amor y dedicación a los saltamontes, todavía más, a querer divulgar este grupo de insectos. Todavía recuerdo muchos de los trucos de identificación que me enseñó. Mi agradecimiento a la dirección y personal del Instituto de Filosofía del CSIC, por acogerme en las varias estancias que realicé para llevar a cabo el trabajo de campo y de análisis de datos de esta investigación. Y a las nuevas amistades que hice en la capital española y en el CSIC: Ana, Pilar, Paulo, Luis,

Teresa, Ester, Candela y Carla: gracias por hacerme sentir parte de Madrid más allá del ámbito de esta investigación.

Ao Luís Filipe Lopes, pela enorme empatia, pela secretária no teu gabinete, por todo o apoio durante a construção da chave de identificação Orthopter-On, das dicas informáticas, fotográficas e entomológicas, ao batalhão de estudantes da Escola Digital que me encaminhaste, e que ajudaram a pôr de pé a ferramenta de identificação. Ao batalhão de estudantes: André, Gonçalo, João, Tiago – os programadores; Cristiana e Teresa – as fotógrafas; Iana – a ilustradora. E a todos os que contribuíram de alguma forma para o website Orthopter-On: Pedro, Emanuel Jorge, Ricardo Duarte, Carlos Silva, José Ramon Correa.

¡A los estadísticos! En particular al personal del departamento de estadística del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC, José Manuel Rojo, Concepción Murillo y María Ángeles Toribio. Por la mirada atenta a los datos, los inúmeros testes y las largas reuniones, los modelos y todos sus ajustes. ¡Muchas gracias a los tres! Ao Henrique e às suas tabelas disjuntivas completas. Ao João e aquela já longínqua consulta de estatística e reforço da confiança.

A toda a minha família sanguínea e de coração, por tornarem todas as angústias e indecisões mais suportáveis. Um *beso especial a mi cuñada* Luz, a primeira pessoa alheia a este projeto a ler o manuscrito do princípio ao fim, que reviu o texto em castelhano em tempo record. Outro à Nereide pela ajuda com o inglês. A todos os que acolheram, aconchegaram e alimentaram os meus infinitos retiros: tia Isabel e Jaime; tio Pedro, Júlia e o mar do Porto Formoso; Manela e a casa do Mirante; Terese e a Murracinha, e a todos os “morgados” da casa da Achadinha. Aos meus pais, com quem dissertei da Brandoa ao Cabecinho. À Joana, a minha outra estalajadeira científica, pela Casa Pequena, onde foram escritas grande parte das palavras que se seguem. Pela hospitalidade, pelas conversas ao pequeno-almoço sobre o que realmente importa, pelo talento em fazer com que toda a gente se sinta bem, a única maneira (boa) de se acabar uma tese (e de se mudar o mundo)! Ao Gorka, que me viu aqui mergulhada, mais ou menos imersa, conforme a temporada, metade da sua vida. Pela gentileza, por emprestar cor, música e entusiasmo juvenil a tantos desses dias.

Índice

Agradecimientos	i
Índice	v
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	xi
Lista de acrónimos y abreviaturas	xv
RESUMEN	xvii
RESUMO	xix
ABSTRACT	xxi
1. Justificación	1
2. Introducción	7
2.1. Los aspectos científicos de la biodiversidad	7
2.1.1. Especie: unidad de biodiversidad	8
2.1.2. La desconocida diversidad de especies en la Tierra	9
2.1.3. La Taxonomía, la Sistemática y el conocimiento biológico	11
2.1.4. Crisis de la biodiversidad y sus causas	13
2.1.5. ¿Por qué proteger la biodiversidad?	20
2.2. El marco político internacional y español	22
2.2.1. Marcos del movimiento ambientalista	22
2.2.2. Principales hitos internacionales	23
Conferencia de Estocolmo	23
Informe Brundtland	24
Cumbre de la Tierra y Convenio sobre la Diversidad Biológica	25
Planes Estratégicos para la Diversidad Biológica y Metas de Aichi	27
Millennium Ecosystem Assessment	29
2.2.3. La trasposición a la legislación nacional española	29
2.3. Biodiversidad y sociedad	31
2.3.1. Educación para la biodiversidad	31
2.3.2. La biodiversidad como constructo complejo	34
2.3.3. Factores que influyen en la multidimensionalidad de la biodiversidad	35
2.3.4. La biodiversidad en los currículos educativos españoles	38
Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO)	39
Bachillerato	40
2.4. Educación para la biodiversidad: educación para el conocimiento de las especies locales	41
2.4.1. Alfabetización ecológica	41

2.4.2.	Insectos en la educación para la biodiversidad.....	43
2.4.3.	Enseñanza de la Taxonomía y la Sistemática	45
2.4.4.	¿Por qué los ortópteros?	47
3.	Hipótesis y objetivos	57
4.	Materiales y métodos	61
4.1.	Población y muestra	65
4.2.	Instrumentos.....	67
4.2.1.	Herramienta de identificación Orthopter-On	67
	Catálogo de Orthoptera de la Península Ibérica	68
	Selección de especies	69
	Construcción de la herramienta de identificación Orthopter-On.....	70
	Descripción de la herramienta de identificación Orthopter-On	70
	Botón <i>Identificar</i>	70
	Archivo de especie.....	73
	Colección didáctica	74
4.2.2.	Actividad Orthopter-On.....	75
	Formación del profesorado	76
4.2.3.	Cuestionarios	77
	Cuestionario pretest.....	77
	Cuestionario postest.....	78
	Cuestionario sobre la usabilidad de la herramienta Orthopter-On.....	79
	Tipología de preguntas	79
	Validación de los cuestionarios	80
4.3.	Variables	81
4.3.1.	Definición de las variables	81
4.3.2.	Análisis de contenido y codificación de las preguntas abiertas.....	86
	Conocimiento de asociaciones conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA) (Prt-P1)	86
	Ocupación de los progenitores (Prt-P5)	87
	Comprensión de la biodiversidad (Prt-P8 y Pst-P1)	88
	Beneficios de la biodiversidad (Prt-P10 y Pst-P3)	90
	Conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad (Prt-P12 y Pst-P5)	91
	Conocimiento (Prt-P14) y observación de organismos (Prt-P15 y Pst-P6).....	92
	Por qué es importante identificar a los seres vivos (Prt-P16 y Pst-P7)	94
	Circunstancias de realización de actividades de identificación de organismos (Prt-P20).....	95

Materiales adecuados para la identificación de organismos (Pst-P10)	96
Utilidad de Orthopter-On para conocer mejor los organismos del entorno (Pst-P11).....	96
Por qué la herramienta de identificación Orthopter-On es fácil, o difícil, de usar (Pst-P12)	97
En qué situación fue necesaria la ayuda del profesor (Pst-P13)	97
Indica algún ortóptero que te haya llamado la atención (Pst-P16)	98
Sugerencias para mejorar la clave (Pst-P17)	98
Recodificación de las variables para su integración en los Modelos Lineales Mixtos Generalizados	98
4.4. Análisis	100
4.4.1. Análisis descriptivo. Caracterización de la muestra	100
4.4.2. Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación.....	100
4.4.3. Importancia de la identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad.....	105
4.4.4. Tratamiento de los casos perdidos.....	105
5. Resultados	107
5.1. Caracterización de la muestra	107
5.1.1. Características sociodemográficas y entorno familiar	107
5.1.2. Afinidad hacia la naturaleza, el medio ambiente y las ciencias naturales	111
5.1.3. Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales.....	115
5.1.4. Práctica de identificación de organismos.....	117
5.1.5. Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación.....	122
5.2. Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación	135
5.2.1. Variables seleccionadas para integrar el modelo.....	135
5.2.2. Factores que influyen distintas dimensiones de la biodiversidad.....	138
Comprensión de la biodiversidad	138
Conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad.....	141
Importancia de la biodiversidad	145
5.2.3. Factores que influyen los conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad.....	149
5.3. Identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad.....	152
5.3.1. Comparación entre las dos metodologías de enseñanza.....	152
5.4. Usabilidad de la herramienta de identificación y actividad Orthopter-On	157
6. Discusión	165
6.1. Caracterización de la muestra	165

Características sociodemográficas y entorno familiar	165
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales	166
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales.....	166
Práctica de identificación de organismos.....	168
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación.....	169
6.2. Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación	173
Características sociodemográficas y entorno familiar	173
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales	175
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales.....	178
Práctica de identificación de organismos.....	179
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación.....	180
6.3. Identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad.....	185
6.4. Usabilidad de la herramienta de identificación y actividad Orthopter-On	189
6.5. Limitaciones y recomendaciones de estudios futuros	192
6.6. Aportaciones de esta investigación	194
6.7. Recomendaciones en clave educativa	195
7. Conclusiones	199
8. Referencias bibliográficas	203
Anexo I - Lista de especies de saltamontes y grillos seleccionadas	225
Anexo II – Publicación “ <i>New records of Petaloptila (Petaloptila) fermini Gorochov y Llorente, 2001 and Gryllomorpha (Gryllomorphella) uclensis Pantel, 1890 from continental Portugal (Orthoptera, Gryllidae)</i> ”	227
Anexo III - Ficha de la actividad Orthopter-On	229
Anexo IV - Cuestionario pretest	231
Anexo V - Cuestionarios postest Clase Orthopter-On y Convencional	235
Anexo VI - Clasificación Nacional de Ocupaciones (2011)	239
Anexo VII - Tablas anexas	241

Índice de tablas

Tabla I – Causas directas e indirectas de la pérdida de biodiversidad	20
Tabla II – Distribución de la muestra de alumnos por curso e instituto.	65
Tabla III - Número de alumnos que contestaron al pretest y al postest en 1ºESO y 1º BACH por grupo: clase convencional (Conv) y clase con la herramienta de identificación Orthopter-On (Ort-On).....	66
Tabla IV – Número de alumnos de los dos cursos que participaron en la actividad de identificación con la herramienta Orthopter-On.	66
Tabla V - Variables utilizadas en este estudio, agrupadas por cada uno de los dominios considerados.	82
Tabla VI – Ítems incluidos en el cuestionario postest utilizado en la clase con la herramienta de identificación Orthopter-On, con el fin de evaluar la actividad y la usabilidad de la herramienta de identificación. Se indican los ítems/variables que proceden de las preguntas indicadas en la última columna;.....	85
Tabla VII – Variables dependientes y explicativas usadas en los cuatro modelos relativos al dominio Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación. La tabla muestra cómo las variables se intercambian como dependientes y explicativas en los distintos modelos	102
Tabla VIII – Variables explicativas provenientes del cuestionario pretest seleccionadas para integrar los modelos y respectivas categorías usadas conforme a la recodificación presentada en el apartado 4.3.2.	137
Tabla IX – Factores explicativos de la variabilidad observada en la comprensión de la biodiversidad, agrupados por los distintos dominios considerados.	139
Tabla X – Factores explicativos de la variabilidad observada en la escala de conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad, agrupados por los distintos dominios considerados.	142
Tabla XI - Factores explicativos de la variabilidad observada en la importancia atribuida a la biodiversidad, agrupados por los distintos dominios considerados.	146
Tabla XII – Diferencias en los resultados del cuestionario pretest y postest, entre el alumnado de 1º ESO que participó en el experimento. Variables analizadas en el presente estudio.....	153
Tabla XIII – Medias obtenidas en las variables en las que se han encontrado diferencias significativas entre los resultados del pretest (PRT) y del postest (PST) obtenidos por los grupos participantes en la clase convencional y en la clase Orthopter-On.	154

Tabla XIV – Comparación de las diferencias significativas entre los resultados del pretest y del postest obtenidos por el alumnado participante en la clase convencional y la clase Orthopter-On, en los distintos institutos.155

Tabla XV – Justificaciones para la utilidad/inutilidad de la herramienta de identificación para ayudar a conocer mejor los organismos de la región.161

Índice de figuras

- Figura 1 - Representación de los tres niveles de la biodiversidad: el ecosistémico - las imágenes representan dos ecosistemas, uno acuático (imagen de la izquierda) y otro terrestre (imagen de la derecha); el específico – representado por las distintas siluetas de los organismos; y el genético – las distintas tonalidades de gris en los invertebrados marinos y terrestres de las dos imágenes y de los conejos en la imagen de la derecha. Representa además la complejidad de interconexiones entre todos sus niveles y la importancia de la biodiversidad en el funcionamiento de los ecosistemas. Fuente: (Naeem *et al.*, 2012)2
- Figura 2 - Riesgo de extinción y diversidad de distintos grupos taxonómicos seleccionados. La barra a la izquierda indica el número aproximado de especies descritas en cada grupo taxonómico y, a la derecha, las tartas ponen en evidencia (en color rojo) el porcentaje de especies amenazadas de extinción en los grupos de organismos evaluados a nivel global por la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Fuente: IPBES, 2019a15
- Figura 3 – Principales factores que influyen en los conocimientos, percepciones, actitudes y comportamientos hacia la biodiversidad, citados en la bibliografía. Fuente: Elaboración propia con base en la revisión bibliográfica.38
- Figura 4 - Características distintivas de los Ensifera: a - antenas largas (más de 30 segmentos); b - tímpano en la base de las tibias anteriores; c) ovopositor bien visible y en forma de espada; d) órgano estridulador en la base de las tegminas o alas anteriores. © Ricardo Ramirez.....48
- Figura 5 – Características distintivas del suborden Caelifera: a – antenas cortas (no sobrepasan la mitad de la longitud del cuerpo); b - tímpano en los primeros segmentos abdominales; c -ovopositor poco saliente. © Ricardo Ramirez; d – órgano estridulador en la cara interna del fémur posterior. © Sílvia Pina.....49
- Figura 6 - Ejemplos de dos familias del suborden Ensifera: a – Grillo de campo (*Gryllus campestris*) la especie más típica de la familia Gryllidae © Albano Soares; b – Grillo de matorral (*Platycleis albopunctata*), representativo de la familia Tettigoniidae: se pueden apreciar las largas antenas y el cuerpo comprimido lateralmente característicos del grupo. © Albano Soares.....49
- Figura 7 - Principales familias del suborden Caelifera representadas en la Península Ibérica: a - saltamontes típico (*Omocestus rufipes*, familia Acrididae) © Albano Soares; b – saltamontes piedra (*Ocnerodes fallaciosus*, familia Pamphagidae) © Rui Félix; c – saltamontes pigmeos (*Tetrix undulata*, familia Tetrigidae). © Albano Soares.....50
- Figura 8 - Utilización de saltamontes y grillos en los cuentos populares: a – “La cigarra y la hormiga”, ilustración de Milo Winter de 1919, una de las imágenes usadas para ilustrar la adaptación de Félix María Samaniego del cuento clásico (Samaniego, 1841); b – “La cigale et la hormigue”, primer cuento del Libro 1 de las Fábulas de La Fontaine; ilustración de Granville (1803–1847) (La Fontaine). En realidad, los dibujos que representan la cigarra, un insecto cantor del Orden Hemiptera, son un saltamontes (a) y un grillo de matorral (b). ..51
- Figura 9 – a - “Chicharra” de Miegi (*Neocallicrania miegii*), especie endémica de grandes dimensiones, característica de matorrales mediterráneos. © José Ramón Correas. b - Distribución mundial de la chicharra de Miegi. Fuente IUCN.53

Figura 10 - Esquema representativo de la metodología de evaluación de los dos métodos de enseñanza.....	63
Figura 11 – Estructura de la base de datos relacional donde se reunió la información sobre los ortópteros de la Península Ibérica que sirvió de base para la creación de la herramienta de identificación.	68
Figura 12 – Página inicial de Orthopter-On, donde se describen las características del Orden Orthoptera y se puede acceder, en el menú lateral, a informaciones sobre el proyecto (Home), la morfología de los distintos grupos, el ciclo de vida, etc. Pulsando el botón “identificar” se entra en la clave de identificación. Fotografía © Albano Soares.....	71
Figura 13 – Primera página de identificación, que surge tras la selección del botón ‘Identificar’. Pulsando en el nombre de la característica a observar (en azul en la imagen) se puede ver dicha característica ampliada, con el fin auxiliar el proceso de identificación: las patas anteriores excavadoras del Grillo topo, en este caso. Fotografías: Grillos y saltones, Grillo topo © José Ramón Correas; Saltones © Francisco Barros; pormenor de la pata © Ricardo Ramírez.....	72
Figura 14 – Archivo de especie del grillo topo, donde se puede acceder a la información sobre la especie identificada. © Francisco Barros	74
Figura 15 - Ejemplar exhibiendo macho y hembra de saltamontes preservados en resina acrílica. Una colección de 50 resinas acrílicas con especímenes pertenecientes a 35 especies utilizadas para realizar la actividad de identificación. © Eva Monteiro	75
Figura 16 – Alumno observando a la lupa binocular un ejemplar ortóptero de la colección didáctica, mientras consulta la herramienta de identificación Orthopter-On disponible on-line. Fotografía: © Prof. Felipe Sostre.....	76
Figura 17- Alumnos participantes, por curso y género (♀ - Femenino ♂ - Masculino D – Desconocido) y curso.	108
Figura 18 – Porcentaje de padres y madres con profesiones relacionadas con el ambiente o la naturaleza.	109
Figura 19 - Nivel de competencias de los padres y las madres de los participantes, por curso, de acuerdo con la Clasificación Nacional de Ocupaciones (CNO).....	110
Figura 20 – Nivel de estudios de los padres y las madres de los alumnos participantes, por curso.	110
Figura 21 – Porcentaje de alumnos de los dos cursos que conocen asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medioambiente (ANMA).....	112
Figura 22 - Conocimiento y ámbito de las asociaciones de conservación de la naturaleza y/o defensa del medio ambiente (ONGAs) citadas por los alumnos de 1º ESO y 1º de bachiller.	113
Figura 23 - Grado de preocupación por la situación de la naturaleza y el medio ambiente manifestado por los alumnos encuestados.....	114
Figura 24 – Promedio de las calificaciones obtenidas en Ciencias de la Naturaleza (1º ESO) y Biología (1º BACH).	115
Figura 25 - Promedio de las respuestas de los alumnos sobre su gusto por y dificultad a las asignaturas de Ciencias Naturales (1º ESO) y Biología (1º BACH).....	115

Figura 26 – Número medio de semanas al año (de 0 a 52 semanas) que los alumnos y las alumnas de los dos cursos practican distintas actividades en la naturaleza.	116
Figura 27 – Fuentes de aprendizaje de los conocimientos sobre biodiversidad.	117
Figura 28 – Realización de actividades de identificación de organismos por curso.	118
Figura 29 – Frecuencia de realización de actividades de identificación de organismos en ambos cursos, expresada en número de semanas al año.....	118
Figura 30 - Importancia y grado de complicación atribuidos a la identificación de organismos.	119
Figura 31 – Alumnos y alumnas de los dos cursos que citan alguna razón por la que es importante saber identificar un ser vivo.	119
Figura 32 – Razones por las que es importante, o no, saber identificar un ser vivo.	120
Figura 33 – Materiales y ayudas usados en las actividades de identificación de animales y plantas.	121
Figura 34 – Situaciones, lugares y compañía en que los alumnos y alumnas realizaron las actividades de identificación de animales y plantas.	122
Figura 35 – Porcentaje de alumnos y alumnas que contestan a las preguntas sobre la comprensión de la biodiversidad y el conocimiento de acciones para protegerla.....	123
Figura 36 – Valores promedio obtenidos por los alumnos en las escalas de comprensión de la biodiversidad y de acciones para protegerla.....	124
Figura 37 – Porcentaje de alumnos y alumnas que citan al menos un beneficio de la biodiversidad y de aquellos que no saben identificar ninguno.....	124
Figura 38 - Diferentes beneficios de la biodiversidad identificados por los alumnos y alumnas.	125
Figura 39 – Porcentaje de alumnos y alumnas de los dos cursos que son capaces de mencionar algún animal y planta de su entorno.	126
Figura 40 – Categorías de animales de su entorno que conocen los alumnos y alumnas de los dos cursos.	127
Figura 41 – Diversidad y abundancia de los elementos de biodiversidad animal (taxa) mencionados, según las categorías codificadas.....	128
Figura 42 – Categorías de plantas de su entorno que conocen los alumnos y alumnas de los dos cursos.....	129
Figura 43 – Diversidad y abundancia de los elementos de biodiversidad vegetal (taxa) mencionados, según las categorías codificadas.....	130
Figura 44 – Porcentaje de alumnos y alumnas que afirman haberse fijado en algún ser vivo de camino al instituto el día en que cumplimentan la encuesta.	131
Figura 45 – Categorías de animales que los alumnos y alumnas han observado de camino al instituto el día en que cumplimentan la encuesta.....	132
Figura 46 – Categorías de plantas que los alumnos y alumnas han observado de camino al instituto el día en que cumplimentan la encuesta.....	133

Figura 47 – Porcentaje de respuesta sobre la importancia atribuida a la biodiversidad (IB) y a su conservación (ICB).....	134
Figura 48 – Promedio de la importancia atribuida a la biodiversidad (IB) y a su conservación (ICB).	134
Figura 49 – Parámetros significativos en la explicación de la variabilidad de las tres variables dependientes ('comprensión de la biodiversidad', 'conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad' e 'importancia de la biodiversidad') presentados por dominio.	150
Figura 50 – Realización de actividades de identificación de organismos, con anterioridad a la realización de la actividad Orthopter-On.	157
Figura 51 – Frecuencia de realización de actividades de identificación de organismos, con anterioridad a la realización de la actividad Orthopter-On.	157
Figura 52 – Grado de dificultad atribuido a la identificación de organismos antes (Pre: pretest) y después (Pst: posttest) de la realización de la actividad Orthopter-On.	158
Figura 53 – ¿Crees que si tuvieras materiales adecuados podrías identificar organismos?	159
Figura 54 – Materiales considerados adecuados para la identificación de organismos.....	159
Figura 55 – ¿Orthopter-On ayuda a conocer mejor los organismos de los alrededores? ..	160
Figura 56 – ¿Te ha parecido fácil de utilizar la clave de identificación Orthopter-On?	162
Figura 57 – Razones para la facilidad de utilización de la herramienta de identificación Orthopter-On.....	163
Figura 58 – Razones para la dificultad o neutralidad de utilización de la herramienta de identificación Orthopter-On.....	163
Figura 59 – Especies identificadas por los alumnos durante la actividad con la herramienta de identificación Orthopter-On (número medio y desviación típica)	164
Figura 60 – Grado de especificación de los ortópteros que llamaron la atención de los alumnos.	164
Figura 61 – Esquema nuevo diseño experimental.	193

Lista de acrónimos y abreviaturas

AAE	Árboles autóctonos especificados
ADE	Animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos
ANE	Animales no especificados
ANMA	Asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente
BACH	Bachillerato
BIO	Biología
BOE	Boletín Oficial del Estado
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CN	Ciencias de la Naturaleza
CEPA	<i>Communication, Education and Public Awareness</i> / Comunicación, Educación y Conciencia Pública
COP	<i>Conference of the Parties</i> / Conferencia de las Partes
ESO	Educación Secundaria Obligatoria
IMT	Iniciativa Mundial sobre Taxonomía
IAE	Invertebrados autóctonos especificados
IES	Instituto de Enseñanza Secundaria
LOE	Ley Orgánica de Educación
IPBES	<i>Intergovernmental Panel for Biodiversity and Ecosystem Services</i> / Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas
MLMG	Modelos lineales mixtos generalizados
OD	<i>Odds ratio</i>
OPA	Otras plantas autóctonas
Ort-On	Herramienta de identificación Orthopter-On
OSACTT	Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico
PAE	Plantas autóctonas especificadas
PCE	Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas
PIKA	<i>Perception, Interest, Knowledge, and willingness to Act</i> / Percepción, Interés, Conocimiento y voluntad de Actuar
PNE	Plantas no especificadas
PRT	Pretest
PST	Postest
RD	Real Decreto
RL	Regresión Logística
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
VAE	Vertebrados autóctonos especificados
VIA	Animales vertebrados e invertebrados autóctonos

RESUMEN

La pérdida de biodiversidad como consecuencia de las actividades humanas es uno de los principales problemas ambientales de la actualidad. Para solucionarlo, es fundamental incrementar la comprensión pública sobre su importancia a través de la educación para la biodiversidad, y la escuela tiene un papel fundamental en esta tarea.

La especie es la dimensión de la biodiversidad más fácil de comprender. Enseñar a identificar especies comunes de nuestro entorno es esencial para aumentar la conciencia pública de la biodiversidad. No obstante, la identificación de organismos ha perdido relieve en los currículos de Ciencias de la Naturaleza y Biología y ha sido casi totalmente sustituida por el estudio de la genética, la ecología y la evolución. Aunque en los currículos escolares se aborda el estudio de la diversidad de los seres vivos y la taxonomía, los ejercicios de identificación y clasificación de organismos se restringen al reconocimiento de las características de las categorías taxonómicas superiores, como el Reino, con énfasis en el Animal, en el que se estudian las características de algunos Filos de invertebrados y de las Clases de los vertebrados. Además, hay pocas herramientas de identificación de organismos adaptadas a la enseñanza que simplifiquen y tornen atractivo el proceso de identificación, menos aún las que conducen hasta la identificación de la especie, que son virtualmente inexistentes cuando se trata de invertebrados.

La mayoría de las especies animales son insectos, que son muy importantes en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres e indispensables para la existencia de otras especies de animales y plantas. Pese a su importancia, los insectos son poco estimados por la sociedad, que desconoce su verdadero valor. Son igualmente víctimas de la crisis de la biodiversidad: estudios realizados en Alemania indican un declive de más del 75% en la biomasa de algunos grupos de insectos, a lo largo de los últimos 30 años. Una situación que no será muy distinta en España, ya que las prácticas que condujeron a esta pérdida son semejantes en ambos países.

En este contexto, el principal objetivo del presente proyecto es demostrar que la participación de los jóvenes en el proceso de identificación de seres vivos hasta la categoría taxonómica de la especie contribuye al aprendizaje de los conceptos relacionados con la biodiversidad y que los insectos son organismos muy adecuados para la realización de este tipo de actividades. En los capítulos 1 a 4, se presenta la justificación del trabajo, su marco teórico, las hipótesis y objetivos de trabajo y los materiales y métodos usados para contestar a las preguntas de esta investigación. El capítulo 5, dividido en cuatro subcapítulos, recoge los resultados de: la caracterización de la muestra (5.1.); la evaluación de los conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación (5.2.); la evaluación de la influencia de las actividades de identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad (5.3.); y la evaluación de la

usabilidad de la herramienta y de la actividad de identificación de organismos (5.4.). Por último, los capítulos 6 y 7 presentan la discusión y las conclusiones, así como las principales aportaciones de este trabajo, sin dejar de poner de manifiesto sus limitaciones e indicar recomendaciones para estudios futuros, incluyendo sugerencias en clave educativa.

Este estudio contó con la colaboración de cuatro Centros de Enseñanza Pública de la Comunidad Autónoma de Madrid, y con la participación de 310 alumnos de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y primero de Bachillerato (BACH). Para su operacionalización fue necesario desarrollar dos instrumentos originales: una clave de identificación de saltamontes y grillos comunes en la Península Ibérica y un cuestionario de evaluación.

Los resultados obtenidos indican un mayor grado de alfabetización ecológica y para la biodiversidad entre los estudiantes de 1º BACH. Sin embargo, los alumnos de 1º ESO se muestran muy permeables e interesados en este tipo de actividades, que no deben ser desaprovechadas como oportunidad didáctica en este curso. Es evidente la importancia de un mayor grado de alfabetización ecológica en la adquisición de conocimientos sobre la biodiversidad, pero también en su valoración. Pero los afectos y las emociones son también importantes. La realización de actividades de identificación de organismos podrá contribuir para interconectar los conocimientos con las emociones. Además, es útil para dar a conocer las especies locales, el nivel base del conocimiento ecológico, pero también para progresar para otros niveles, como el conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad.

Palabras-clave: biodiversidad; especies locales; identificación; insectos; taxonomía; alfabetización ecológica; alfabetización para la biodiversidad; educación.

RESUMO

A perda da biodiversidade como consequência das atividades humanas é um dos principais problemas ambientais da atualidade. Para resolvê-lo é fundamental aumentar a compreensão pública da sua importância através da educação para a biodiversidade. A escola tem um papel fundamental nesta tarefa.

A espécie é a dimensão da biodiversidade mais fácil de compreender e de ensinar, o que faz da capacidade de identificar espécies comuns do nosso ambiente próximo um requisito incontornável para aumentar a consciência pública da biodiversidade. No entanto, a identificação de organismos tem vindo a perder relevo nos currículos de Ciências da Natureza e Biologia, tendo sido quase totalmente substituída pelo estudo da genética, da ecologia e da evolução. Apesar do estudo da diversidade dos seres vivos e da taxonomia ser abordado nos currículos escolares, os exercícios de identificação e classificação de organismos restringem-se ao reconhecimento das características das categorias taxonómicas superiores, como o Reino, com ênfase no Animal, sendo estudadas apenas as características de alguns Filos de invertebrados e das Classes dos vertebrados. Por outro lado, há poucas ferramentas de identificação de organismos adaptadas ao ensino que simplifiquem e tornem atraente o processo de identificação, menos ainda as que conduzem à identificação de espécies, virtualmente inexistentes quando se trata de invertebrados.

A maioria das espécies animais são insetos, os quais são muito importantes no funcionamento dos ecossistemas terrestres e indispensáveis à existência de outras espécies de animais e plantas. Apesar da sua importância os insetos são pouco estimados pela sociedade, que desconhecem o seu verdadeiro valor. São igualmente vítimas da crise da biodiversidade, estudos alemães reportam que nos últimos 30 anos ocorreu um declínio de mais de 75% na biomassa de alguns grupos de insetos. Esta situação não será muito diferente em Espanha, uma vez que as práticas responsáveis por estas perdas serão semelhantes em ambos países.

Neste contexto, o principal objetivo deste projeto foi demonstrar que a participação dos alunos no processo de identificação de organismos até à categoria taxonómica da espécie contribui para a aprendizagem dos conceitos relacionados com a biodiversidade e que os insetos são os organismos por excelência para a realização deste tipo de atividades. Nos capítulos 1 a 4, apresentam-se os motivos que levaram à escolha deste tema de trabalho, o seu marco teórico, as hipóteses e objetivos de trabalho e os materiais e métodos usados para responder às perguntas desta investigação. O capítulo 5, dividido em quatro subcapítulos, recolhe os resultados: a caracterização da amostra (5.1.); a avaliação dos conhecimentos e atitudes em relação à biodiversidade e à sua conservação (5.2.); a avaliação da influência das atividades de identificação de organismos na aprendizagem da biodiversidade (5.3.); e avaliação da usabilidade da

ferramenta e da atividade de identificação de organismos (5.4.). Por último, os capítulos 6 e 7 apresentam a discussão e as conclusões, bem como os seus principais contributos, sem deixar de referir as suas limitações e indicar recomendações para estudos futuros, incluindo sugestões educativas.

Este estudo contou com a colaboração de quatro Centros de Ensino Público da Comunidade Autónoma de Madrid, e com a participação de 310 alunos do primeiro curso de *Educación Secundaria Obligatoria* (ESO, correspondente ao 7º ano português) e do primeiro ano de *Bachillerato* (BACH, correspondente ao 11º ano). Para a sua operacionalização foi necessário desenvolver dois instrumentos originais: uma chave de identificação de gafanhotos e grilos comuns na Península Ibérica e um questionário de avaliação.

Os resultados obtidos indicam um maior grau de literacia ecológica e para a biodiversidade entre os alunos de 1º BACH. No entanto, os alunos de 1º ESO mostram-se muito permeáveis e interessados neste tipo de atividades, que não devem ser desaproveitadas como oportunidade didática neste ano letivo. É evidente a importância de um maior grau de literacia ecológica na aquisição de conhecimentos sobre e na apreciação da biodiversidade, mas os afetos e as emoções são também importantes. A realização de atividades de identificação de organismos poderá contribuir para ligar conhecimentos e emoções na formação da imagem da biodiversidade nas suas diferentes dimensões. Além disso, é útil para dar a conhecer as espécies locais, o nível base da ecoliteracia, mas também permite progredir para outros níveis de conhecimento ecológico, como o conhecimento de ações para proteger a biodiversidade.

Palavras-chave: biodiversidade; espécies locais; identificação; insetos; taxonomia; ecoliteracia; educação para a biodiversidade.

ABSTRACT

Biodiversity loss caused by human activities is one of the main environmental issues of our time. To prevent species decline, it is essential to raise public awareness through biodiversity education. Schools play a capital role in this task. Species are the easiest dimension of biodiversity to understand and teach, making the ability to identify common species of our surroundings an inevitable requirement to learn about biodiversity.

However, the importance of identifying organisms has been decreasing continuously in Science and Biology Education, where it has been almost completely replaced by the study of genes, ecology, and evolution. Although the study of the diversity of life and taxonomy is approached in school's syllabuses, the identification and classification exercises are limited to recognizing characteristics of higher taxonomic ranks, such as the Kingdom, emphasizing the Animal, in which the characters of some Phylum of invertebrates and Classes of some vertebrates are studied. On the other hand, few tools for organism identification are adapted to teaching, making the identification process unattractive and hard, and even fewer, lead to the identification of species, virtually inexistent when it comes to invertebrates.

Most animal species are insects, which are extremely important for the terrestrial ecosystems functioning and indispensable for other animal and plant species to exist. Despite its importance, insects are not appreciated by society, that ignores its true value. They are also victims of the biodiversity crisis. German studies report that in the last 30 years there was a decline of more than 75% of the biomass of some groups of insects. This situation should not be very different from the one in Spain since the practices responsible for these losses are similar in both countries.

In this context, the main goal of this thesis was to show that student's involvement in the process of organism identification up to the specie's taxonomic rank helps them to learn concepts related to biodiversity and that insects are the best living beings to carry out these types of activities. On chapters 1 to 4, the reasons/aims for the choice of this subject are presented, as well as the theoretical framework, the study's hypothesis and objectives, and the methodologies and materials used to answer the questions asked. The results are presented on the chapter 5, which is divided in four subchapters: characterization of the sample (5.1.); knowledge about and attitudes to biodiversity and its conservation evaluation (5.2.); evaluation of the influence of the organism identification activities on learning about biodiversity (5.3.); and, evaluation of the usability of the organism identification tool (5.4.). Finally, the chapters 6 and 7 present the discussion and the conclusions, the main contributions of this study and its limitations and recommendations for future studies.

Four public High Schools and 310 pupils of the *Comunidad Autónoma de Madrid* participated in this study. To operationalize it, two original instruments were developed: one interactive identification tool of the grasshoppers and crickets of the Iberian Peninsula and a questionnaire to measure previous knowledge and the learning gains of the identification activity.

The results indicate a higher ecological and biodiversity literacy among the elder students. Nevertheless, the younger students exhibited high permeability and interest for this kind of activities. It was evident the importance of a greater ecoliteracy on the acquisition of knowledge and on the appreciation of biodiversity, although the emotions are also relevant. Organism identification activities might be important for the creation of connections between knowledge and emotions, which are essential in the construction of the image of biodiversity on its different dimensions. It is also useful to raise knowledge about local species, which is the basic level of ecoliteracy, and to the progression to other levels of ecological knowledge, like the knowledge of actions of biodiversity conservation.

Keywords: biodiversity; local species; identification; insects; taxonomy; ecoliteracy; biodiversity education.

1. Justificación

"What is the extinction of the condor to a child who has never seen a wren?"

Robert Pyle 1993

El término 'biodiversidad' condensa en una palabra la propiedad más fascinante de la vida en la Tierra: la diversidad biológica, o sea, la inmensa variedad de organismos que cohabitan nuestro planeta. Este neologismo encierra, además, una gran diversidad de conceptos biológicos, ecológicos e incluso políticos y culturales.

Wilson (1988) atribuye su cuño a Walter Rosen, que utilizó por primera vez la palabra 'biodiversidad' para nombrar al *National Forum on BioDiversity*, celebrado en Washington en 1986. En este foro se reunieron por primera vez varios especialistas, con el objetivo de debatir y encontrar soluciones para la crisis de la biodiversidad que parecía ser ya inminente. Pronto la palabra biodiversidad dejó de estar restringida a los medios científicos de la biología y de la ecología para pasar a formar parte del discurso político, periodístico e incluso social (Ehrlich y Wilson, 1991; Khuroo *et al.*, 2007; Leader-Williams y Heywood, 1996; McNeely *et al.*, 1990; Singh, 2002).

En 1992, se firmó el primer *Convenio sobre la Diversidad Biológica*¹ (CDB), en cuyo texto queda reflejada la necesidad de aumentar la conciencia del público sobre la urgencia de preservar la biodiversidad. Desde entonces, es evidente que el grado de conocimiento de la sociedad sobre la biodiversidad, la concepción colectiva y plural de sus significados, así como la toma de conciencia sobre la gravedad que encierra para los humanos su

¹ En el siguiente capítulo (ver apartado 2.2.2) se explica con más detalle qué es el CDB.

pérdida, influyen en los comportamientos y en la aceptación de las medidas para su conservación (Balmford *et al.*, 2002; Lindemann-Matthies y Bose, 2008).

Según el CDB, «la diversidad biológica significa la variabilidad que hay entre los organismos, de todos los tipos, incluyendo, *inter alia*, ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye la diversidad en una misma especie, entre especies y de los ecosistemas» (CDB, 1992). Desde un punto de vista estrictamente científico se consideran tres niveles principales de la biodiversidad: el 'genético' – la variabilidad entre individuos de una misma especie –, el 'específico' – la diversidad de especies – y el 'ecosistémico' – la diversidad de los ecosistemas (Tilman *et al.*, 2014). La diversidad biológica también está plasmada en las poblaciones y las comunidades de seres vivos, está en la base de todos los procesos ecológicos, interacciona con la atmósfera, la geosfera y la biosfera, y determina el ambiente de todos los organismos, incluidos los humanos (Hooper *et al.*, 2005; Mace *et al.*, 2012). La Figura 1 representa los tres niveles de la biodiversidad, la complejidad de sus interconexiones y su importancia en el funcionamiento de los ecosistemas.

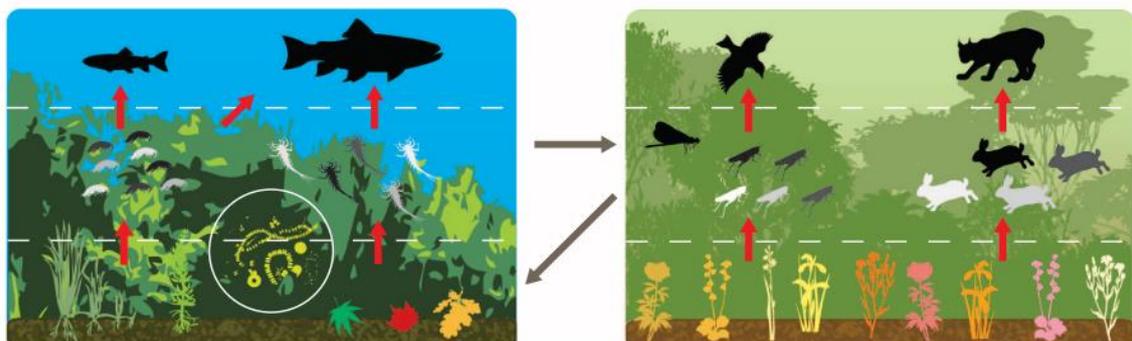


Figura 1 - Representación de los tres niveles de la biodiversidad: el ecosistémico - las imágenes representan dos ecosistemas, uno acuático (imagen de la izquierda) y otro terrestre (imagen de la derecha); el específico – representado por las distintas siluetas de los organismos; y el genético – las distintas tonalidades de gris en los invertebrados marinos y terrestres de las dos imágenes y de los conejos en la imagen de la derecha. Representa además la complejidad de interconexiones entre todos sus niveles y la importancia de la biodiversidad en el funcionamiento de los ecosistemas. Fuente: (Naeem *et al.*, 2012)

Las materias que aborda el estudio científico de la biodiversidad son variadas y están repartidas, muchas veces mezcladas, por sus distintos niveles, así como en distintas disciplinas de las ciencias biológicas. La Taxonomía y la Sistemática Biológica procuran conocer todas las especies que hay en la Tierra, comenzando por describirlas y nombrarlas, para después ubicarlas en el árbol de la vida, poniendo de relieve sus relaciones evolutivas con otras especies (Agnarsson y Kuntner, 2007). Una vez descrita una especie y ubicada filogenéticamente, se puede proseguir con el conocimiento de otros aspectos del estudio de la biodiversidad: describir su biología y ciclo de vida, mapear su distribución geográfica, investigar su ecología y determinar su grado de amenaza y vulnerabilidad a las alteraciones medioambientales (Agnarsson y Kuntner, 2007; de Carvalho *et al.*, 2007).

El estudio científico de la biodiversidad pretende también conocer la diversidad genética de una población, las relaciones de esta con el medio y con el resto de las poblaciones de la comunidad de que forma parte, así como percibir en qué medida esta variabilidad torna una población mejor adaptada a las alteraciones medioambientales. A un nivel más amplio, pretende conocer las distintas comunidades de un ecosistema y percibir el funcionamiento de todos los ecosistemas de la Tierra. Comprender la biodiversidad es además saber que ésta cambia en el espacio y en el tiempo y que solo es posible en el contexto de la evolución biológica (Hooper *et al.*, 2005; Naeem *et al.*, 2012).

Más recientemente, los estudios de la biodiversidad empezaron a incidir en la definición de los contornos de la actual crisis de la diversidad biológica y en aportar soluciones para detener su pérdida (Balmford y Bond, 2005). La crisis de la biodiversidad que está ocurriendo actualmente como consecuencia de las actividades humanas, ha sido clasificada como el sexto episodio de extinción en masa en el planeta (Ceballos *et al.*, 2015; Ceballos y Ehrlich, 2018; Kolbert, 2014), y el problema medioambiental más grave de nuestro tiempo, agravado por los impactos de las alteraciones climáticas (Mace *et al.*, 2012).

La biodiversidad, en todas sus dimensiones, es esencial para el correcto funcionamiento de los ecosistemas y la supervivencia de la especie humana. Desde de una perspectiva utilitarista, nos aporta bienes y servicios, que van desde la purificación del aire y la

conservación de los suelos, a los recursos usados en la medicina y en las industrias farmacéutica y agroalimentaria, donde el mantenimiento de la variabilidad de los cultivos agrícolas es esencial para garantizar la soberanía y la seguridad de la alimentación humana (Díaz *et al.*, 2015; Mace *et al.*, 2012; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Singh, 2002). Además, la biodiversidad representa valores socioculturales y espirituales, pues contribuye de un modo inmaterial a la calidad de vida humana, aporta aprendizajes e inspiración, experiencias físicas y psicológicas, a la vez que soporta identidades y sentimientos de pertenencia (Díaz, 2019, IPBES, 2019a).

Solo un cambio de paradigma en el modelo de funcionamiento de la sociedad y en la relación de la humanidad con la naturaleza nos permitirá revertir la pérdida de biodiversidad. Esta tarea requiere cambios de comportamiento a gran escala, así como alteraciones en los modos de producción, en los patrones de consumo y en la utilización de los recursos naturales (IPBES, 2019a). La conservación de la biodiversidad es un empeño humano que depende de la conjugación de esfuerzos de diferentes agentes y sectores sociales. Para alcanzarla tendremos que trabajar en distintos campos – social, ecológico, político – y cambiar nuestras creencias y comportamientos colectivos (Mascia *et al.*, 2003).

Este nuevo paradigma debe devolver la Tierra y la vida que la habita al centro de las interconexiones que se producen entre el planeta y los seres humanos. Del mismo modo, nuestra organización social y económica tendrá que respetar la equidad y el equilibrio ecológico. Como propone Lovelock (2000) en su teoría de Gaia, es necesario que abracemos una cosmovisión que acepte la Tierra como un organismo vivo del cual formamos parte y dependemos para nuestro sustento y el mantenimiento de nuestra salud física y mental. La Escuela y la enseñanza formal son fundamentales en este cambio de paradigma, para restablecer la conexión perdida entre la humanidad y la naturaleza, a través de la promoción del conocimiento y valoración de las especies locales, el contacto próximo con ellas.

El conocimiento de la historia natural local, que durante mucho tiempo se entendió como indispensable para la formación científica e incluso humanística, ha sido olvidado y sustituido por la biología genética y molecular. Este cambio de enfoque hacia lo

microscópico y atomizable, que separa la vida en pequeñas unidades cada vez más equiparables a máquinas, en vez de apreciar el todo, Gaia, no será ajeno a la creciente presunción de supremacía y control humano sobre el mundo natural, que termina por alejarnos aún más de él.

Este trabajo es una tentativa de ayudar a restablecer el vínculo que desde el principio de la historia de la humanidad nos conecta a las demás formas de vida, destapando el velo de la diversidad biológica que encantó a tantos naturalistas, de pequeños a mayores y de personas anónimas a grandes personalidades como Alexander von Humboldt y Charles Darwin, o a Félix Rodríguez de la Fuente, y que sigue a nuestro alrededor para deslumbrarnos y ser descubierta.

2. Introducción

“The diversity of life forms, so numerous that we have yet to identify most of them, is the greatest wonder of this planet.”

E. O. Wilson, 1988

La biodiversidad es un constructo multidimensional cuyo significado va más allá de su definición científica. Solamente desde sus múltiples dimensiones científicas, políticas y sociales nos podemos acercar a todos los problemas a que se enfrenta y empezar a solucionarlos de forma colectiva. A continuación, se presentan las principales dimensiones que encapsula el concepto ‘biodiversidad’. Enfocado desde el punto de vista de las ciencias humanas y sociales, este trabajo presta especial atención a la **educación para la biodiversidad**, reconociendo la dimensión humana como parte decisiva de cualquier estrategia de conservación.

2.1. Los aspectos científicos de la biodiversidad

Desde el punto de vista científico, los estudios de la biodiversidad son muy vastos, desde luego porque también lo es su objeto de estudio, empezando por los tres niveles principales en que se manifiesta: el genético, el específico y el ecosistémico, a los que se ha hecho mención en el capítulo anterior. Cada uno de estos tres niveles del estudio de la biodiversidad trata de los múltiples elementos de la variabilidad de la vida en la Tierra, los cuales pueden ser analizados de forma taxonómica, funcional (papel en el ecosistema), filogenética (relaciones evolutivas), genética o trófica (Naeem *et al.*, 2016b). Además, en el estudio científico de la biodiversidad se ponen de relieve las intrincadas relaciones que se establecen entre los componentes de un mismo nivel y en

los distintos niveles entre sí, se identifican también las amenazas para su conservación y se proponen medidas de gestión que cuenten con la tecnología y el ingenio humanos para mantener y usufructuar la biodiversidad en nuestro beneficio (Ehrlich y Wilson, 1991).

2.1.1. Especie: unidad de biodiversidad

Dada la inmensidad del tema biodiversidad, aunque considerando apenas su dimensión científica, se ha optado por restringir el enfoque de este estudio a su nivel específico, es decir, a la diversidad de especies. El motivo para esta decisión es que las distintas especies existentes en la Tierra son los nodos que forman las interconexiones de la red que constituyen una comunidad biológica (Naeem *et al.*, 2012). Partimos del 'concepto biológico de especie' como un grupo de poblaciones que se reproducen naturalmente entre sí y cuyos miembros son incapaces de reproducirse con los miembros de otras especies afines (Mayr, 1963). La especie tiene una frontera natural y objetiva, constituye la unidad para la medición y la evaluación de la salud de la biodiversidad, y es el nivel de la diversidad biológica para el que existen más datos disponibles (Khuroo *et al.*, 2007). De este modo, la especie surge como unidad de conservación de la biodiversidad por excelencia (McNeely *et al.*, 1990), pues representa la unidad de la evolución y es la dimensión de referencia en proyectos de conservación de la naturaleza, en evaluaciones del riesgo de extinción y en estudios agrícolas, farmacéuticos o forenses (Hohenegger, 2014; Myers *et al.*, 2000).

Sólo después de identificada una especie se puede acceder al conocimiento que su nombre encierra y obtener información sobre su biología, su papel en el ecosistema, su distribución y su estatus de conservación, además de conocer sus posibles peligros o beneficios para los seres humanos (Coleman, 2015; Dubois, 2003; Khuroo *et al.*, 2007; Trombulak *et al.*, 2004). Además, es hacia las distintas especies que las personas manifiestan actitudes de gusto o disgusto que van a influir en sus comportamientos a favor o en contra de su conservación (Ceríaco, 2012; Kellert, 1993, 2005; Prokop *et al.*, 2011). Así pues, es la unidad de la biodiversidad con la cual nos relacionamos mejor y mayor capacidad tenemos de comprender.

Sin embargo, la diversidad de especies que habitan nuestro planeta sigue siendo enormemente desconocida, sea por parte de los científicos, que todavía tienen muchas especies por describir (Mora *et al.*, 2011), sea por las personas, que han perdido el contacto con y el conocimiento de las especies locales (Pilgrim *et al.*, 2008).

2.1.2. La desconocida diversidad de especies en la Tierra

La tentativa de describir y nombrar de forma sistemática las distintas especies que hay en la Tierra empezó hace poco más de 250 años (Godfray, 2002). Las distintas estimaciones sobre el número real de especies eucariotas² que habitan nuestro planeta varían entre los 2 y 100 millones, dependiendo de las diversas y controvertidas metodologías utilizadas en el cálculo (Costello *et al.*, 2013; Erwin, 1983; Hamilton *et al.*, 2013; May, 1988; Stork *et al.*, 2015). Lo más aceptado es que el número de especies en la Tierra varía entre 7 y 10 millones (Chapman, 2009; Mora *et al.*, 2011), lo que reduce el intervalo entre las estimaciones más conservadoras y las más ambiciosas. En cualquier caso, el grado de desconocimiento sobre la diversidad biológica sigue siendo muy elevado y los científicos calculan que solamente entre el 15% y el 25% de las especies que existen en la Tierra son conocidas por la ciencia (Mora *et al.*, 2011)

Tampoco hay consenso entre la comunidad científica acerca del número total de especies descritas, es decir, aquellas a las que ya se ha dado un nombre y una

² Los organismos eucariotas, que pertenecen a una de las tres ramas principales del árbol de la vida, pueden ser unicelulares o multicelulares y están formados por células que poseen membranas internas. La aparición de organismos unicelulares, con organelos independientes que tienen funciones diferenciadas, individualizados por membranas internas, es uno de los acontecimientos más importantes en la historia de la vida, y permitió la diversificación de todos los organismos visibles a simple vista. Las especies eucariotas pertenecen a los cuatro reinos mejor conocidos: Protistas, Hongos, Plantas y Animales. La Teoría Endosimbiótica (Margulis, 1967) explica el surgimiento de este tipo de células a través de un proceso de cooperación obligatoria entre dos células de especies distintas, en el que una envuelve a la otra, beneficiándose la primera de los metabolitos de la segunda, y esta de la protección y movilidad de la primera. Ejemplos de endosimbiosis celular son las mitocondrias y los cloroplastos. Esta teoría coloca en el centro de la evolución de la vida la dependencia interespecífica y empieza a ser reivindicada por otros sectores de la sociedad, desde el arte a la filosofía, como nuevo paradigma de interrelación entre todos los seres, y se propone como sustituta de la idea de la supremacía humana que caracteriza al Antropoceno. Un ejemplo de ello es la exposición *Science Friction*, que estuvo abierta hasta el final de 2021 en el Centre de Cultura Contemporània de Barcelona.

clasificación taxonómica. Las estimaciones varían entre 1,5 y 1,9 millones (Chapman, 2009; Costello *et al.*, 2013; Groombridge y Jenkins, 2002; Wilson, 2003). Este intervalo se debe al porcentaje de sinonimias³ que se estima que sea de aproximadamente un 20% (Costello *et al.*, 2012; Mora *et al.*, 2011).

El grado de conocimiento de los distintos grupos taxonómicos es también muy dispar. Un tercio de los taxónomos se dedica a describir y clasificar a los vertebrados, que representan menos del 1% de la diversidad; otro tercio a las plantas, que incluyen a un 10% de todos los organismos; e igual proporción enfoca su actividad en el restante 90% de la diversidad biológica (May, 2011).

Estas cifras tienen claras implicaciones en la conservación de la biodiversidad, pues sólo podemos conservar aquello que conocemos. La identificación taxonómica de un organismo es clave para evaluar su estado de conservación, para la determinación de sus requisitos biológicos y ecológicos e incluso tiene implicaciones desde el punto de vista legal, ya que especies que todavía no se conocen no pueden beneficiarse del estatuto legal de protección (May, 2011; Secretariat to the Convention on Biological Diversity, 2010).

Además, de muchas de las especies ya nombradas por la ciencia apenas se tiene más información que su nombre científico y las características asociadas a su descripción, por lo que es fundamental aumentar el conocimiento de otros aspectos como su biología y ecología, distribución y fenología⁴ (Pimm *et al.*, 2014; Raven *et al.*, 1971).

³ Especies publicadas y a las cuales se ha dado un nombre científico, pero que ya habían sido descritas anteriormente y por ello no son consideradas especies válidas por los códigos de nomenclatura biológica.

⁴ La fenología se refiere a los fenómenos cíclicos por los que pasan los seres vivos, en su relación con las condiciones ambientales, tales como el fotoperiodo, la temperatura y la humedad.

2.1.3. La Taxonomía, la Sistemática y el conocimiento biológico

La descripción de la diversidad de especies en la Tierra es uno de los problemas pendientes de solucionar por los estudios de la biodiversidad. Esta tarea corresponde a la Taxonomía y la Sistemática Biológica.

La Taxonomía es la disciplina de la biología que se ocupa de la catalogación de la diversidad de la vida en unidades de clasificación formales, ordenadas de forma jerárquica, en distintas categorías taxonómicas (p. ej. Especie, Género, Familia, Orden) teniendo como base las relaciones evolutivas entre los organismos. La determinación de las relaciones evolutivas que hay entre todos los seres vivos y su ubicación en el 'Árbol de la Vida' es, a su vez, la misión de la Sistemática Biológica, disciplina que, con base en datos morfológicos y genéticos, se dedica a reconstruir la historia pasada y presente de la diversificación de la vida. Ambas disciplinas están en la base del estudio de la biodiversidad, ya que aportan un marco teórico de análisis a la diversidad biológica y tornan el conocimiento accesible a otros campos de las ciencias biológicas (Crisci y Katinas, 2011).

La Taxonomía, que tiene un componente fuertemente descriptivo basado en la observación y la comparación de las características de distintos seres vivos (Dubois, 2003; McNeely, 2002), se ocupa de descubrir, describir, nombrar y ordenar la diversidad biológica en la Tierra (Agnarsson y Kuntner, 2007; Khuroo *et al.*, 2007). Quizás por este su carácter eminentemente descriptivo, muchas veces es menospreciada y considerada como una disciplina del siglo XIX. Por otra parte, en las últimas décadas del siglo XX, el desarrollo de la Biología Molecular y de la Genética provocaron la pérdida de protagonismo de la Taxonomía y del proceso de identificación de organismos en los medios científicos y académicos (Agnarsson y Kuntner, 2007; Coleman, 2015; Crisci y Katinas, 2011; Tilling, 1984).

En 1995, el *Convenio sobre la Diversidad Biológica* (CDB), por intermedio de su *Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico* (OSACTT)⁵, reconoce la existencia de un ‘impedimento taxonómico’ para la gestión y conservación efectiva de la biodiversidad. Es decir, un impedimento para el conocimiento de la biodiversidad, como consecuencia de la falta de información taxonómica que surge del reducido grado de conocimiento de la inmensa diversidad de especies que realmente existen en el planeta, de la falta de taxónomos formados para describirlas y clasificarlas, y del impacto de estas carencias en nuestra capacidad para conservar, usar y compartir los beneficios de la biodiversidad (Giangrande, 2003). Así pues, la eliminación del impedimento taxonómico es un paso fundamental para alcanzar los objetivos del CDB que preconizan la documentación, conservación y uso sostenible de la biodiversidad, para los cuales es indispensable el apoyo de buen y actual conocimiento taxonómico (Khuroo *et al.*, 2007)

La Taxonomía es fundamental para hacer universalmente disponible el conocimiento del capital biológico del planeta y es la base de todos los estudios de la biodiversidad. Por ello, el CDB estableció la Iniciativa Mundial sobre Taxonomía (IMT) para dar respuesta a las necesidades de los países en materia de taxonomía y proponer estrategias para aumentar el esfuerzo taxonómico en sus países miembros (Secretariat to the Convention on Biological Diversity, 2010).

La IMT reconoce además la necesidad de aumentar la concienciación pública sobre la importancia de la taxonomía. Al ser la educación formal un modo reconocido de aumentar la concienciación del público sobre determinados asuntos – en particular los relacionados con el cambio de actitudes y comportamientos no solo de los alumnos, sino también de las comunidades, por el reconocido efecto de contagio que los conocimientos y comportamientos de los más jóvenes en las conductas de sus padres, abuelos y tutores (Legault y Pelltier, 2000; Maturana y Nisis, 1994) – naturalmente una de las formas de atajar el impedimento taxonómico es a través de la práctica de la identificación taxonómica en las escuelas, llevada a cabo en distintos niveles de

⁵ OSACTT es uno de órganos subsidiarios y permanentes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), y trabaja para informar y aconsejar sobre aspectos científicos y tecnológicos de la misma.

enseñanza. En el punto 2.4.3. de la introducción se desarrolla con más detalle la enseñanza de la taxonomía en el sistema escolar español.

2.1.4. Crisis de la biodiversidad y sus causas

La conservación de la biodiversidad enfrenta grandes desafíos debido a la demanda creciente de recursos biológicos causada por el crecimiento de la población y del consumo humanos. Pese al reducido conocimiento del impacto real de nuestra especie en la diversidad biológica, hay cada vez más evidencias de que en los últimos 50.000 años hemos sido responsables de la extinción de un gran número de especies, de la disminución de la abundancia y del área de distribución de muchas otras, así como de sus hábitats y ecosistemas (Balmford y Bond, 2005; Mace *et al.*, 2005). La presión ejercida sobre la diversidad biológica no es reciente: varios autores defienden que la sobreexplotación practicada por los primeros cazadores humanos ha tenido un papel importante en la extinción de la megafauna del cuaternario (Groombridge y Jenkins, 2002). Más recientemente, al menos 804 especies fueron llevadas a la extinción desde el año 1500 (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, 2019) en episodios bien documentados e ilustrativos de la capacidad destructiva de *Homo sapiens*⁶. Se estima que actualmente la tasa de extinción de especies a causa de las actividades humanas es entre 100 y 1.000 veces superior a la tasa de extinción natural calculada con base en el registro fósil (Ceballos *et al.*, 2017; Ceballos y Ehrlich,

⁶ Hay varias extinciones causadas por los humanos recientemente. Un ejemplo emblemático, sucedido en Europa bajo la mirada atenta de los zoólogos, es la extinción del Alca gigante (*Pinguinus impennis*). En la época romana, esta ave no voladora estaba bien distribuida por todo el Atlántico Norte. Durante la expansión marítima sufrió una intensa persecución por su carne, plumas y huevos, e incluso fue usada como combustible. En el final del siglo XVI ya se había extinguido en Europa continental. Cuando Linneo la nombró, en 1758, era ya rarísima en toda su área de distribución, excepto en algunas islas de Islandia. Pero ahí tan poco resistió, tras las guerras napoleónicas, que incrementaron su persecución, un terremoto hizo desaparecer la Isla donde se encontraba la mayoría de la población y llevó la especie al borde de la extinción. Los pocos individuos que sobrevivieron fueron exterminados por coleccionistas (Serjeantson, 2001).

2018). Otros autores consideran que las actividades humanas están incrementando la tasa natural de extinción de las especies entre 1.000 y 10.000 veces (Singh, 2002).

Por este motivo muchas voces defienden que entramos ya en el sexto episodio de extinciones en masa del planeta, pero esta vez a causa de las actividades humanas (Ceballos *et al.*, 2017; Kolbert, 2014), y, aunque no exista consenso sobre la magnitud de la tasa de extinción, es unánime la idea de que, con la dilapidación de la biodiversidad del planeta, estamos comprometiendo la sostenibilidad de la vida tal y como la conocemos, incluida la nuestra propia (Díaz *et al.*, 2019; Pimm *et al.*, 1995).

El reducido conocimiento que tenemos de la diversidad de especies, sesgado por la preferencia ya demostrada por ciertos grupos de organismos que son desproporcionadamente más estudiados, descritos e incluso evaluados en cuanto a su grado de extinción (May, 1988; Régnier *et al.*, 2015; Stork, 2018; Wardhaugh *et al.*, 2012) hace aún más difícil la determinación de la gravedad real del actual episodio de extinción. No obstante, no quedan dudas de que, pese a la profunda dependencia humana de la naturaleza y la biodiversidad, estamos alterando nuestro entorno natural a una escala planetaria sin precedentes. En mayo de 2019, la *Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas* (IPBES, por su sigla en inglés para *Intergovernmental Panel for Biodiversity and Ecosystem Services*)⁷, en un extenso documento sobre biodiversidad, reconoce que «Hoy más que nunca un mayor número de especies están en peligro de extinción a nivel mundial como resultado de las acciones de los seres humanos» y estima en 1 millón, el número de especies, que estarán globalmente en peligro de extinción. Este cálculo se deriva de la extrapolación de los resultados de la evaluación de grupos seleccionados de vertebrados, invertebrados y plantas, terrestres y marinos, realizada aplicando los

⁷ La IPBES es un organismo de Naciones Unidas establecido en 2012 como una organización independiente e intergubernamental, abierta a todos los miembros de la Organización de Naciones Unidas, con el objetivo de fortalecer el interfaz ciencia-política para cuestiones relacionadas con la biodiversidad y los servicios de ecosistemas y su conservación y uso sostenible, con vistas a garantizar a largo plazo el bienestar humano y el desarrollo sostenible (<http://www.ipbes.net>).

criterios de la *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza* (UICN)⁸, a todas las especies no evaluadas, incluyendo aquellas que todavía son desconocidas por la ciencia (IPBES, 2019a). Alrededor del 25 % de las especies de grupos de animales y plantas ya evaluados globalmente están amenazadas, como se puede ver en la Figura 2.

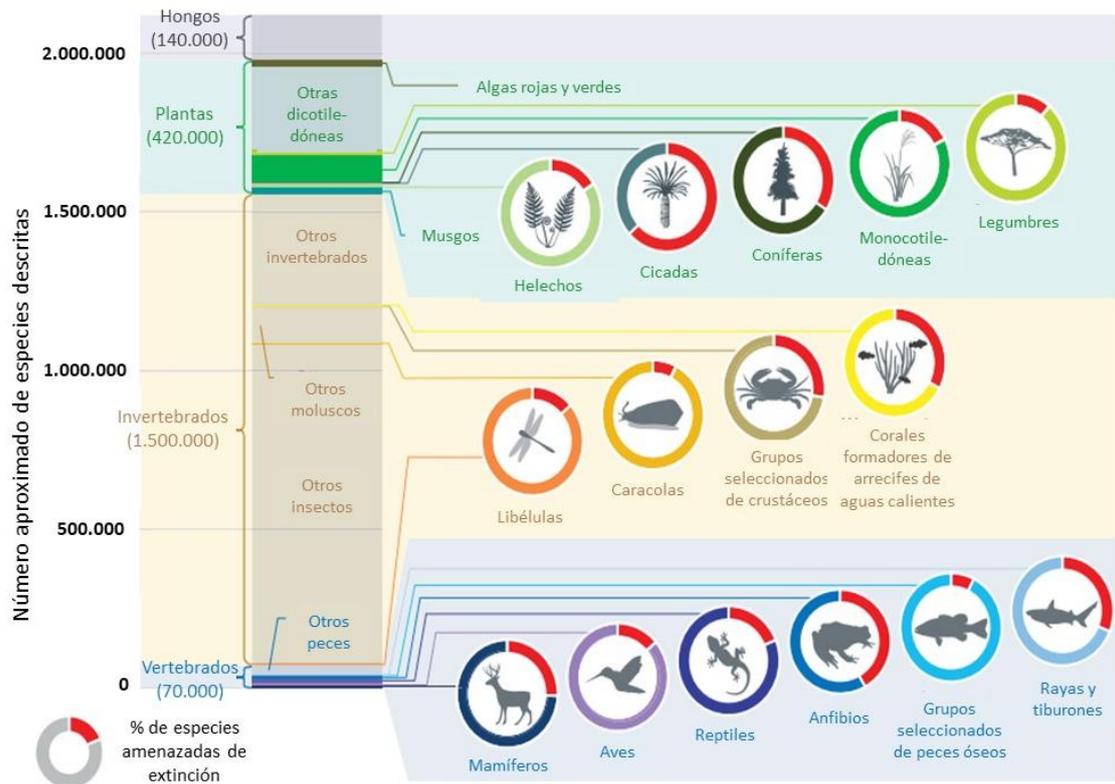


Figura 2 - Riesgo de extinción y diversidad de distintos grupos taxonómicos seleccionados. La barra a la izquierda indica el número aproximado de especies descritas en cada grupo taxonómico y, a la derecha, las tartas ponen en evidencia (en color rojo) el porcentaje de especies amenazadas de extinción en los grupos de organismos evaluados a nivel global por la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Fuente: IPBES, 2019a

⁸ La UICN es el organismo no gubernamental internacional que, con base en rigurosos criterios, evalúa el estatuto de conservación y amenaza de distintos grupos de organismos a nivel global.

La extinción de especies es muy grave, porque una vez extinta una población en la naturaleza, jamás se podrá recuperar su diversidad⁹ (Bishop, 1978). Pero también por la importancia, conocida y por conocer, de cada especie en el funcionamiento de las redes ecológicas.

La extinción de poblaciones naturales y la reducción drástica de sus áreas de distribución son igualmente preocupantes. Estos fenómenos se verifican incluso entre las especies calificadas como 'Poco Preocupantes'¹⁰ por la UICN, que hasta hace poco estaban ampliamente distribuidas (Balmford y Bond, 2005). Ceballos *et al.* (2017) han calculado que casi un tercio (32%) de las especies conocidas de vertebrados terrestres y marinos están en regresión, tanto en lo que respecta al número y tamaño de sus poblaciones, como a su área de distribución. En cuanto a los mamíferos salvajes, su biomasa en la actualidad corresponde a menos de un 25% de la que había antes de la extinción de la Megafauna en el Pleistoceno tardío. En contrapartida, la biomasa de los humanos y de sus animales domésticos sobrepasa la de todos los vertebrados salvajes juntos, exceptuando los peces (Bar-On *et al.*, 2018).

Aunque la preocupación por el peligro de extinción de los insectos es reciente, en relación con la que despierta la de los vertebrados, también este grupo de organismos sufre pérdidas acentuadas en términos de diversidad y abundancia. La percepción de este problema empezó por ser una sensación, popularizada en el término 'efecto parabrisas': la observación empírica de que actualmente los parabrisas de los coches ya no se llenan de insectos muertos al final de un viaje largo, como hace 30 años. Esta sensación es cada vez más apoyada por datos científicos. Por ejemplo, en Europa y América del Norte, las regiones del mundo en que hay datos históricos más exhaustivos, que permiten comparaciones temporales de la biodiversidad, prácticamente la mitad de

⁹ Aunque algunas especies extintas en la naturaleza hayan sido recuperadas a través de la clonación genética, como la cabra pirenaica (Piña-Aguilar *et al.*, 2009), estas resultan de una creación artificial y no traducen la diversidad genética que compone cualquier especie que exista en la naturaleza. Para más información sobre de-extinción, puede consultarse Jørgensen (2013), Lean (2020) y Redford *et al.* (2013).

¹⁰ 'Poco Preocupante' es la categoría atribuida por la UICN a las especies evaluadas pero que no son consideradas como pertenecientes a ninguna de las categorías de amenaza definidas por la entidad.

las especies conocidas de insectos han sufrido un declive acentuado y un tercio están clasificadas como amenazadas de extinción (Sánchez-Bayo y Wyckhuys, 2019). Científicos alemanes observaron una pérdida de más del 75% de la biomasa de insectos voladores a lo largo de 27 años de muestreos regulares y estandarizados de insectos voladores en áreas protegidas (Hallmann *et al.*, 2017).

La prosperidad de la especie humana en la Tierra, gracias al progreso científico y tecnológico, se ha conseguido en gran medida a costa de la destrucción de los hábitats naturales del globo y de ecosistemas enteros, como florestas tropicales, arrecifes de coral o manglares. El grado de fragmentación de los hábitats naturales y la degradación de su estado de conservación, también son preocupantes, ya que ambos comprometen su correcto funcionamiento. En suma, asistimos actualmente al deterioro generalizado del estado de conservación de los hábitats naturales del globo, y sólo una pequeña fracción del planeta permanece aún prístina (IPBES, 2019a). Esta extinción de especies, poblaciones y hábitats tiene obvias implicaciones en el funcionamiento de los ecosistemas y en el mantenimiento de la calidad de vida de las sociedades humanas.

A su vez, las causas de la pérdida de biodiversidad son bien conocidas y resultan en gran medida de la expansión de la población y de las actividades humanas (Gaston y Spicer, 2005; Mace *et al.*, 2005).

Las causas de la pérdida de biodiversidad se pueden dividir en directas e indirectas. Las directas son fácilmente identificables y resultan de alteraciones en el uso del suelo y del mar. En los ecosistemas terrestres y de agua dulce se manifiestan principalmente a través de la conversión de los hábitats naturales en cultivos agrícolas, instalaciones de producción animal y plantaciones forestales. En el mar, a través de la explotación directa de los organismos mediante una extracción de biomasa sin precedentes. Son también consideradas causas directas la degradación y pérdida de hábitats naturales causadas por las alteraciones climáticas, la polución (p. ej. plástico, metales pesados, pesticidas, los efectos directos del aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera en la fotosíntesis y en el pH del agua) y las especies invasoras. Todas estas causas directas son consecuencias agregadas de la actividad de varios sectores productivos y extractivos de la sociedad – la producción agrícola y animal, la caza y pesca, la deforestación y la

recolección de productos silvestres, la extracción minera y de combustibles fósiles, y el desarrollo y expansión urbanos y de infraestructuras de electricidad y transporte (IPBES, 2019a). Sin embargo, todas las causas directas tienen razones sociales subyacentes, las llamadas causas indirectas. Estas están estrechamente arraigadas en valores y comportamientos de la sociedad, que es necesario abordar desde el punto de vista de las ciencias sociales, con el fin de detener la pérdida de biodiversidad. Los principales factores que subyacen tras las causas indirectas de la pérdida de biodiversidad son:

- **factores demográficos y socioculturales:** resultan principalmente del incremento del tamaño de la población humana en el planeta, con el consecuente aumento en la demanda de espacio, recursos naturales y energía, necesarios, desde luego, para garantizar las necesidades alimentarias de la población (Alexander *et al.*, 2015; Foley *et al.*, 2011), pero también para sostener otros hábitos de consumo (p. ej. tecnología o viajes). Los factores demográficos están interconectados con los socioculturales, que median los hábitos de consumo y el tipo de relación, más o menos antropocéntrica, que las poblaciones humanas tienen con los ecosistemas, la biosfera y el planeta (IPBES, 2019b).
- **factores económicos y tecnológicos:** el crecimiento económico sin límites es una amenaza para la biodiversidad. Un mayor poder económico, sea de los estados, sea de los individuos, se acompaña normalmente de incrementos en el uso de los recursos y en los intercambios comerciales, que conducen al agravamiento de las alteraciones climáticas, de los cambios en el uso del suelo y de la introducción de especies invasoras, que constituyen todos ellos causas directas de la pérdida de biodiversidad (Otero *et al.*, 2020). El desarrollo tecnológico es también responsable de la pérdida de biodiversidad, al ser alimentado por la industria extractiva y estar basado en una filosofía mercantilista apoyada la obsolescencia programada, y en la creencia en el eterno crecimiento económico. Algunos autores defienden que los avances tecnológicos podrían contribuir al desacoplamiento entre la pérdida de biodiversidad y el crecimiento económico, al posibilitar una mayor eficiencia en el uso de los recursos y la energía (Hatfield-Dodds *et al.*, 2015; UNEP, 2011). Pero, aunque haya ejemplos locales de este desacoplamiento, a nivel global tal nunca se ha logrado (ver *paradoja de*

*Jevons*¹¹) (Parrique *et al.*, 2019). Es cierto que las economías emergentes y las áreas más pobres del globo también tienen impactos sobre la explotación de recursos y la consecuente degradación de la biodiversidad; sin embargo, de una forma general se puede decir que, en las condiciones socioecológicas actuales, las economías con mayor producto interior bruto consumen más materias primas y energía, ocupan una mayor área de suelo productivo y lo usan de forma más intensiva (Krausmann *et al.*, 2013, 2017; Ward *et al.*, 2016).

- **factores institucionales y de gobernanza:** las prácticas corporativas y políticas tienen gran influencia en los patrones de consumo individuales y de las sociedades humanas (O'Rourke y Lollo, 2015). Los modos como las personas y las sociedades se organizan tienen impacto en la biodiversidad y están a su vez profundamente arraigados en aspectos socioculturales (Díaz *et al.*, 2015). Las instituciones abarcan las interacciones formales e informales entre los distintos agentes sociales y económicos, determinan la toma de decisiones, la forma como se ejerce el poder y las responsabilidades compartidas (Östrom, 1990). Los sistemas de gobernanza agrupan varias instituciones e interacciones entre centros de poder a distintos niveles, desde el local y el nacional, al global (Winter, 2006). Las instituciones y los sistemas de gobernanza determinan, en último término, la forma como las sociedades humanas se relacionan con la biodiversidad y con las causas directas de su pérdida (Díaz *et al.*, 2015; IPBES, 2019a).
- Otros factores de naturaleza más impredecible, como los conflictos armados o las epidemias, también se pueden traducir en pérdida de biodiversidad.

La tipología de causas directas e indirectas de la pérdida de biodiversidad está representada en la Tabla I.

¹¹ La *paradoja de Jevons* ocurre cuando el progreso tecnológico o las políticas gubernamentales aumentan la eficiencia con que se usa un recurso (reduciendo la cantidad necesaria de dicho recurso para un mismo uso) pero la tasa de consumo de ese recurso también aumenta debido al incremento de la demanda.

Tabla 1 – Causas directas e indirectas de la pérdida de biodiversidad

Causas Directas	Naturales	Erupciones volcánicas, terremotos, alteraciones climáticas naturales	
	Antropogénicas	Polución (emisiones, disposición, derrames, ruido, otros)	
		Alteraciones del uso del suelo/mar	Transformaciones
		Alteraciones en la intensidad de uso	
	Perturbaciones, explotaciones y extracciones directas		
Interacciones-Natural-Antropogénico	Alteraciones climáticas de origen humano		
	Especies invasivas, zoonosis y plagas		
Causas Indirectas	Instituciones (formales e informales)		
	Factores económicos	Patrones de suministro	
		Patrones de producción	
		Patrones de consumo	Afluencia económica
			Desigualdad
	Pobreza		
	Factores demográficos		
	Factores tecnológicos		
	Gobernanza		
	Conflictos y guerras		
Factores socioculturales y sociopsicológicos (valores, creencias, normas y educación)			
Epidemias			

Ambos tipos de causas tienen importantes implicaciones políticas, pero mientras que las causas directas son más fácilmente identificables y circunscritas, y por ello se pueden solucionar a través de esfuerzos e instrumentos dirigidos y alcanzables con relativa facilidad, para solucionar las causas indirectas se necesitan cambios sistémicos y una modificación concertada de la sociedad y de sus instituciones (IPBES, 2019b).

2.1.5. ¿Por qué proteger la biodiversidad?

La biodiversidad tiene múltiples beneficios directos sobre las cosechas, el agua y el aire limpios, así como sobre la persistencia y estabilidad de los sistemas naturales. Garantiza los procesos funcionales necesarios para la manutención de los servicios de los ecosistemas, o sea, los beneficios que los seres humanos obtenemos de ellos (Mace *et al.*, 2012). Además, no se pueden despreciar los valores estéticos y culturales de la biodiversidad, fundamentales para el bienestar y la salud humanos (Dallimer *et al.*, 2012; Lindemann-Matthies *et al.*, 2010; Sandifer *et al.*, 2015).

Desde una perspectiva estrictamente utilitarista, la biodiversidad es fuente de un gran número de bienes y servicios esenciales para la supervivencia de los seres humanos, ampliamente reconocidos y reiterados por numerosos autores (Díaz *et al.*, 2015; Fuller *et al.*, 2007; Hooper *et al.*, 2005; IPBES, 2019a; Naeem *et al.*, 2016a; Naeem *et al.*, 1999), entre los que destacan:

- la provisión de alimento y de materias primas, como combustibles y materiales de construcción;
- la purificación del aire y el agua;
- la regulación del clima;
- la moderación de episodios de inundaciones, sequías, vientos fuertes y fenómenos climáticos extremos;
- la producción de suelos y la renovación de su fertilidad;
- la conservación de los recursos genéticos necesarios para el mantenimiento de la variabilidad de las cosechas y razas de animales;
- la obtención de medicamentos y otros productos;
- es garante de la salud física y psicológica, así como del bienestar humanos.

Por ello, gran parte de los estudios ecológicos sobre la relación entre la biodiversidad y los servicios y funcionamiento de los ecosistemas se centran en los aspectos económicos de la biodiversidad (servicios de aprovisionamiento y regulación).

De hecho, la razón antropocéntrica más importante para la preservación de la biodiversidad es el papel crucial que los microorganismos, plantas y animales desempeñan en el suministro de los servicios de los ecosistemas, sin los cuales las sociedades humanas no podrían persistir tal y como las conocemos (Ehrlich y Ehrlich, 1981). Muchos autores ponen también en valor las dimensiones estéticas y culturales de la diversidad biológica y ecológica (Tribot *et al.*, 2016) defendiendo que sólo una transformación casi religiosa que conduzca a la apreciación de la biodiversidad en sí misma – por su valor intrínseco, además de por los beneficios obvios y directos para la humanidad –, podrá salvar a los demás organismos y a nosotros mismos (Ehrlich, 1988).

2.2. El marco político internacional y español

“We stand now where two roads diverge... The road we have long been traveling is deceptively easy, a smooth superhighway on which we progress with great speed, but it ends at disaster. The other fork of the road - the one ‘less travelled by’ - offers our last, our only chance to reach a destination that assures the preservation of our earth.”

Rachel Carson, 1962

2.2.1. Marcos del movimiento ambientalista

A la vez que la comunidad científica se da cuenta de los impactos de las actividades humanas en la biodiversidad y de las consecuencias de la pérdida de biodiversidad en la salud y el bienestar humanos, empiezan a moverse los mecanismos de gobernanza internacionales. Estos despertares políticos no son ajenos al surgimiento de los movimientos ambientalistas americanos e internacionales de los años 60 y 70, que a su vez están estrechamente relacionados con la publicación de dos obras de divulgación científica de referencia: *Silent Spring* (Carson, 1962) y *The limits to growth* (Meadows et al., 1972), ambas anteriores a la primera *Conferencia de Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano* (ver punto 2.2.2).

En *Silent Spring*, Carson presenta una serie de ejemplos bien documentados que demuestran, sin lugar a duda, los graves impactos de las actividades humanas en los ecosistemas. A la vez que denuncia los peligros del uso indiscriminado de pesticidas para el ambiente y para los humanos, la autora presenta su propuesta ambientalista: una visión sobre el papel de la ciencia como garante de la salud humana y de la conservación de los ecosistemas. La ciencia tiene la responsabilidad de asegurar la conservación de la naturaleza y de indicar el camino para lo que hoy llamamos el desarrollo sostenible, informando al público sobre las posibles amenazas de los desarrollos científicos y tecnológicos.

The limits to growth, el informe encargado al *Massachusetts Institute of Technology* por el Club de Roma, introduce por primera vez la noción de que, en un planeta finito, – en 1969 se ve por primera vez la Tierra entera y bien delimitada desde el espacio – el crecimiento no puede ser eterno. Su publicación, envuelta en una gran polémica porque confronta por primera vez a la humanidad y sus emprendimientos con límites, pone en evidencia en la agenda ambiental internacional la urgencia de abandonar el paradigma del eterno crecimiento, en favor de un otro que establezca «una condición de estabilidad ecológica y económica que se pueda sostener en el futuro» (Meadows *et al.*, 1972), y sienta las bases para el surgimiento de las aspiraciones a la sostenibilidad en la agenda internacional.

2.2.2. Principales hitos internacionales

Conferencia de Estocolmo

En junio de 1972, poco después de la publicación de *The limits to growth*, los gobiernos del mundo se reúnen en la *Conferencia de Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano* para tratar cuestiones globales relacionadas con la degradación del medio ambiente. En este encuentro se reconoce por primera vez la necesidad de la gestión y el buen uso humanos de los recursos naturales para salvaguardar su uso equitativo por las generaciones presentes y futuras, una responsabilidad compartida por gobiernos, ciudadanos, instituciones y empresas. Desde entonces, en su principio 19, la educación de todos los sectores de la sociedad en asuntos ambientales se encara como esencial para lograr una amplia base de personas con una opinión informada, que conduzca a comportamientos favorables a la protección del ambiente (United Nations, 1973).

También conocido como *Cumbre de la Tierra de Estocolmo* o *Conferencia de Estocolmo*, las preocupaciones ambientales más mencionadas en este encuentro son las relacionadas con la contaminación del aire, el agua y el suelo. Es también en esta *Conferencia* cuando por primera vez se plasma en la agenda política internacional la necesidad de salvaguardar la diversidad biológica, expresa en su principio 2, que

preconiza la protección de los «recursos naturales de la Tierra, incluyendo el aire, el agua, el suelo, la flora y fauna, y muestras especialmente representativas de los ecosistemas», a través de una cuidadosa planificación y gestión (United Nations, 1973). Su plan de acción, que recomienda a los gobiernos que adopten tratados internacionales para proteger a las especies silvestres, es el precursor de los dos primeros acuerdos internacionales para la protección de la vida salvaje: la *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora* (1973) y la *Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres* (Convenio de Bonn, 1979). La *Conferencia de Estocolmo* establece además el *Programa para el Medio Ambiente de la Organización de Naciones Unidas*, organismo responsable de administrar todos los instrumentos y convenios internacionales en materia de ambiente y biodiversidad adoptados por las naciones desde 1972.

Informe Brundtland

Más de una década después, el informe *Nuestro Futuro Común*, conocido como *Informe Brundtland*, reconoce que el desarrollo económico ha de ser menos destructivo ecológicamente y habla por primera vez de forma inequívoca de la necesidad de un ‘desarrollo sostenible’, de modo que las generaciones actuales «satisfagan las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias» (United Nations, 1987).

La preocupación por la elevada tasa de extinción de especies – creciente y motivada por las actividades humanas – se expresa de forma mucho más vehemente que en el informe anterior. El texto señala explícitamente que la diversidad biológica es esencial para el normal funcionamiento de los ecosistemas, la satisfacción de las necesidades humanas y el funcionamiento de la economía. Sobresale el papel asignado a la responsabilidad común en proteger todos los «seres salvajes», no solo por motivos utilitarios (nuestra propia supervivencia), sino que debemos conservarlos también por motivos morales, éticos, estéticos, culturales y científicos. Para lograr la conservación de la diversidad biológica es necesario que el problema de «la desaparición de especies y de los

ecosistemas amenazados» se incorpore a las agendas políticas como una gran cuestión económica y de gestión de recursos (United Nations, 1987).

Cumbre de la Tierra y Convenio sobre la Diversidad Biológica

En 1992, se celebró en Río de Janeiro la *Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo* – más conocida como *Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro*, o *Cumbre de Río*. En ella, los líderes mundiales adoptaron tres documentos internacionales fundamentales en materia de medio ambiente, desarrollo y biodiversidad: el *Convenio sobre la Diversidad Biológica* (CDB), la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, y la *Declaración de Principios relativos a los Bosques*.

El CDB es el primer acuerdo global que señala la conservación de la diversidad biológica como un interés común a toda la humanidad, y se propone alcanzar tres grandes objetivos: «(1) la conservación de la biodiversidad, (2) el uso sostenible de sus componentes, y (3) la participación justa y equitativa en los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos» (CDB, 1992). Reconoce, además, el «valor intrínseco de la diversidad biológica» y de sus «valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos», y pone de relieve la importancia de la diversidad biológica para la evolución y para el mantenimiento de los sistemas necesarios para la vida de la biosfera. La pérdida de biodiversidad a consecuencia de las actividades humanas es una preocupación expresa por el CDB que deberá ser prevista, prevenida y revertida.

Entre otras medidas, las partes contratantes acuerdan:

- «elaborar, implementar y/o adaptar estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la biodiversidad, que integren la conservación y la utilización sostenible de la biodiversidad en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales» (artículo 6º);

- «Identificar y hacer el seguimiento de los componentes de la diversidad biológica importantes para la conservación, así como identificar los procesos y categorías de actividad que tengan efectos perjudiciales para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad, manteniendo una base organizada de los datos generados» (artículo 7º);

En lo que respecta a la educación para la biodiversidad cabe destacar, en su artículo 13º, dos medidas que hacen mención específica a la **importancia de la identificación de la biodiversidad** y a los **programas educativos** relacionados con ella:

- establecer **programas de educación** y sensibilización del público en medidas de **identificación**, conservación y uso sostenible de la **diversidad biológica**, y
- **promover y fomentar la comprensión de la importancia de la biodiversidad** y de las medidas para su conservación y uso sostenible, **incluyendo estos temas en los programas educativos** y propagándose en los medios de información.

Desde su entrada en vigor el 29 de diciembre de 1993, ciento noventa y seis países o partes componen el CDB, y se han celebrado varias *Conferencias de las Partes* (COP por su sigla en inglés de *Conference of the Parties*), en la que se desarrollaron distintos programas de trabajo y documentos estratégicos, entre los que destacan los siguientes:

- *Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología*: acuerdo internacional que busca asegurar la manipulación, transporte y uso seguro de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener impacto en la biodiversidad.
- *Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios Derivados de su Utilización*.
- *Programa de Comunicación, Educación y Conciencia Pública* (CEPA): puesto en marcha en la 10ª COP en 2010, nace del reconocimiento de la necesidad de aumentar la conciencia y educar a la sociedad sobre la biodiversidad a través de programas específicos.
- *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020*, que incluye las *Metas de Aichi para la Diversidad Biológica*.

La última Conferencia de las Partes del CDB (COP 15), se celebrará en el verano de 2022 en Kunming, China. En estos momentos ya es claro que, pese a los esfuerzos en curso, la biodiversidad sigue deteriorándose en todo el mundo y se prevé que esta disminución empeore con los presentes escenarios de *business as usual*. La propuesta de la COP 15 a los gobiernos del mundo es que se establezca un nuevo marco de acción que trace un plan ambicioso para implementar acciones de base amplia que logren una transformación en la relación de la sociedad con la biodiversidad, de modo a garantizar que, para 2050, se cumpla la visión compartida de vivir en armonía con la naturaleza. El objetivo a más corto plazo es que, para 2030, un 30% del globo sea protegido. En este escenario, la educación para la biodiversidad es más importante que nunca.

Planes Estratégicos para la Diversidad Biológica y Metas de Aichi

El primer *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica* fue adoptado por la Conferencia de las Partes en la *Cumbre de la Tierra de Johannesburgo*, en 2002, y tenía como principal objetivo lograr hasta 2010 una reducción significativa del ritmo de pérdida de biodiversidad a escala global, regional y nacional (UNEP, 2002). Ciento noventa gobiernos firmaron el compromiso y por primera vez acordaron una Meta cuantitativa para detener la dilapidación de la naturaleza.

En 2010, en la tercera edición de la *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica*, se evaluaron los avances en el cumplimiento de la Meta para 2010. Los resultados no fueron satisfactorios, ya que, pese a las medidas adoptadas internacionalmente para detener la pérdida de biodiversidad, los esfuerzos no fueron suficientes, y la tasa de pérdida de biodiversidad siguió siendo preocupante. La integración de la temática de la biodiversidad en políticas, estrategias, acciones y programas tampoco fue la adecuada. Todavía no se ha alcanzado la meta para 2010: la diversidad de genes, especies y ecosistemas se sigue reduciendo a consecuencia de las actividades humanas y las presiones sobre la biodiversidad se mantienen constantes o incluso se intensifican (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010).

En la décima Conferencia de las Partes, celebrada en octubre de 2010 en Nagoya, se adoptó el *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020*, un marco decenal para la salvaguarda de la biodiversidad y de sus beneficios. Como parte del Plan Estratégico, entraron en vigor las 20 metas conocidas como las *Metas de Aichi para la Diversidad Biológica*, organizadas en 5 objetivos estratégicos:

- Objetivo estratégico A: Abordar las causas subyacentes de la pérdida de biodiversidad mediante la incorporación de la diversidad biológica en todos los ámbitos gubernamentales y de la sociedad.
- Objetivo estratégico B: Reducir las presiones directas sobre la diversidad biológica y promover su utilización sostenible.
- Objetivo estratégico C: Mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética.
- Objetivo estratégico D: Aumentar los beneficios de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas para todos.
- Objetivo estratégico E: Mejorar la aplicación a través de la planificación participativa, la gestión de los conocimientos y la creación de capacidad.

Las *Metas de Aichi* deben ser traspuestas a las legislaciones nacionales de los gobiernos que forman parte de la CDB e incorporadas a estrategias y planes de acción nacionales en materia de diversidad biológica.

El *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020* tiene como misión tomar medidas efectivas y urgentes para detener la pérdida de diversidad biológica a fin de asegurar que, para 2020, los ecosistemas sean resilientes y sigan suministrando servicios esenciales, asegurando de este modo la variedad de la vida del planeta y contribuyendo al bienestar humano y a la erradicación de la pobreza (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2012).

Por su parte, los gobiernos firmantes se comprometen a establecer metas nacionales que apoyen las *Metas de Aichi para la Diversidad Biológica* y a incorporarlas en *Estrategias y Planes de Acción Nacionales en Materia de Biodiversidad*.

Millennium Ecosystem Assessment

El *Millennium Ecosystem Assessment*, publicado en mayo de 2005, proporciona un análisis integral de las tendencias pasadas y futuras del estado de los ecosistemas. Pretende dotar a los decisores políticos y al público en general de acceso a una vasta evaluación científica sobre las consecuencias para el bienestar humano de las alteraciones en los ecosistemas, así como de las opciones políticas disponibles para atajarlas. Su enfoque es en los servicios de los ecosistemas y fue diseñado para responder a las necesidades de distintos convenios, como el CDB, la *Convención de Lucha contra la Desertificación* o la *Convención de los Humedales*, trabajando a distintas escalas, desde la local a la global (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

2.2.3. La trasposición a la legislación nacional española

La primera legislación relativa a la naturaleza en España data de 1918, con la declaración del Parque Nacional de Covadonga. Poco después, en 1925, una Real Orden Circular establece el carácter obligatorio de la protección de animales y plantas y declara la utilidad de las asociaciones conservacionistas (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2011). En 1978, el artículo 45 de la Constitución Española (Cortes Generales, 1978) reconoce la protección de la naturaleza como un bien colectivo y el papel del Estado en asegurar la utilización racional de los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

La entrada de España en la Unión Europea y su adhesión a convenios internacionales contribuyó al avance del país en materia de legislación ambiental, con dos hitos como el *Convenio relativo a Humedales de Importancia Internacional* (RAMSAR, 1982) y el *Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres* (CITES, 1986).

Otros tratados internacionales, que se refieren concretamente a la conservación de la biodiversidad y que España ratifica como signataria, son el *Convenio sobre la Diversidad Biológica* de 1994, el *Protocolo de Cartagena* de 2003 y los *protocolos de Nagoya y Nagoya - Kuala Lumpur* de 2014 y 2018, respectivamente (CDB, 2020).

Para la trasposición de estos documentos a la legislación española se empieza por crear, en 1998, la *Estrategia Española para la Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica*, que fue abandonada sin haberse aplicado (Jiménez, 2016).

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, asume los principios fundamentales del *Convenio sobre la Diversidad Biológica* y crea el *Plan Estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*, como instrumento de planificación de la actividad de la Administración del Estado en esta materia. El Real Decreto (RD) 1274/2011, de 16 de septiembre, aprueba el *Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad* para el período de 2011 a 2017 y revisa la Ley anterior, alineándose con los compromisos asumidos por España en la materia en el ámbito internacional y comunitario, los derivados del Plan Estratégico del CDB para el período 2011-2020 (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2012), pero también de la Estrategia Europea sobre Biodiversidad *Nuestro seguro de vida, nuestro capital natural: una estrategia de biodiversidad de la UE para 2020*, adoptada por la Comisión Europea en mayo de 2011 y que sigue vigente en la fecha en que se escribe esta monografía.

2.3. Biodiversidad y sociedad

“Sólo una población educada sobre la biodiversidad puede ejercer la presión necesaria para asegurar el camino hacia un futuro sostenible.”

Koïchiro Matsuura, Director General de la UNESCO en 2000

2.3.1. Educación para la biodiversidad

La conservación de la biodiversidad es una responsabilidad conjunta de la humanidad y solo es posible con el apoyo de toda la sociedad (García-Gómez y Martínez-Bernat, 2010). Por eso es tan necesaria la **educación para la biodiversidad**, que es considerada como fundamental para alcanzar los objetivos del *Convenio sobre la Diversidad Biológica* desde la primera firma de este documento (CDB, 1992). La educación para la biodiversidad contribuye a crear una conciencia pública de los valores de la diversidad biológica y de las amenazas a que se enfrenta. Esta dimensión social de la conservación de la naturaleza, hasta entonces casi ignorada (García, 2010), queda expresa en su artículo 13º (CDB, 1992), relativo a la comunicación, educación y conciencia pública, que establece que las partes contratantes:

«Promoverán y fomentarán la comprensión de la importancia de la conservación de la diversidad biológica y de las medidas necesarias a esos efectos, así como su propagación a través de los medios de información, y la inclusión de esos temas en los programas de educación».

La idea de que se debe aumentar la conciencia pública y la capacitación y favorecer una efectiva participación pública en los procesos de toma de decisión y del papel clave de la educación en la persecución de estos objetivos, queda consolidada en el *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020* y las *Metas de Aichi para la Diversidad Biológica* (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2012). Como principal resultado de la 10ª Conferencia de las Partes, celebrada en 2010 en Nagoya,

este plan estratégico señala la falta de conciencia pública sobre la importancia de biodiversidad como una de las principales barreras para alcanzar los objetivos del Convenio, y establece la comunicación, educación y conciencia pública (CEPA, por sus siglas en inglés de *Communication, Education and Public Awareness*) como fundamentales en su concreción. La centralidad de la CEPA en este plan estratégico se plasma en la 1ª Meta de Aichi para la Diversidad Biológica, que preconiza:

«Para 2020, a más tardar, las personas tendrán conciencia del valor de la diversidad biológica y de los pasos que pueden seguir para su conservación y utilización sostenible».

La implementación de programas educativos formales y no formales, y la integración de las temáticas relacionadas con la biodiversidad en distintos niveles de enseñanza de los currículos escolares, está presente como una de las preocupaciones de las didácticas de las ciencias desde las primeras reuniones del CDB (Crisci y Katinas, 2011; Dreyfus *et al.*, 1999; van Weelie y Wals, 2002). Varios son los autores que formulan objetivos para la **educación para la biodiversidad**, ambiciosos y direccionados hacia todos los grupos etarios y sectores de la sociedad, y que pretenden además habilitar a los miembros de una comunidad para (McLeish, 1997):

- Comprender el significado de biodiversidad;
- Apreciar sus aspectos dinámicos y comprender que las especies, hábitats y ecosistemas cambian naturalmente con el tiempo;
- Ser más conscientes y conocedores, y estar más informados, de la biodiversidad local y de su propio nivel de interacción con ella;
- Reconocer la relación entre la biodiversidad y el mantenimiento de la calidad de vida;
- Conocer los factores que influyen en la biodiversidad y comprender que las actividades humanas pueden tanto perjudicarla como promoverla;
- Ser conscientes del impacto de las acciones propias y ajenas, incluyendo el estilo de vida y las opciones como consumidores, en la conservación de la biodiversidad;

- Mejorar su capacidad en relación con la biodiversidad, incluyendo la adopción de prácticas que promuevan el conocimiento y el ejercicio de acciones apropiadas para su conservación;
- Ser conscientes de las acciones que se pueden llevar adelante para preservar y mejorar la biodiversidad y a actuar en conformidad.

La escuela tiene un papel muy importante en la prosecución de estos objetivos y la **educación para la biodiversidad** en el contexto escolar deberá ofrecer posibilidades para que los jóvenes aprendan sobre sus diferentes significados, interpretaciones y usos. A su vez, estos deben ser capaces de observar, reconocer y monitorear la biodiversidad con el fin de poder investigar críticamente su uso conceptual en el discurso ambiental y político; para que, finalmente, puedan debatir el carácter normativo¹² de la palabra biodiversidad (Lindemann-Matthies *et al.*, 2009).

En 2014 se publicó el documento estratégico del sector de la educación de la Unesco *Aprender sobre biodiversidad aplicando múltiples perspectivas* (UNESCO, 2014), que defiende y orienta la aplicación de las múltiples miradas usadas en la Educación para el Desarrollo Sostenible a las cuestiones de la biodiversidad. Este documento propone que, además del tradicional marco científico que orienta la enseñanza de la biodiversidad en el contexto escolar, se integren las perspectivas históricas, geográficas, de derechos humanos, de igualdad de género, de respeto de valores, de diversidad cultural y de sostenibilidad. A la vez, enfatiza el carácter interdisciplinario de una **educación para la biodiversidad** que trasvase el contexto escolar de educación formal para estar presente en actividades extracurriculares y contextos educativos informales o no formales.

¹² Los aspectos normativos se refieren a las reglas no escritas, pero aceptadas, de comportamientos esperados en diferentes sociedades y culturas.

2.3.2. La biodiversidad como constructo complejo

Además de la multiplicidad de dimensiones de la biodiversidad desde el punto de vista estrictamente científico, presentadas en el apartado 2.1. y representadas por la variabilidad de la vida en la Tierra en sus dimensiones taxonómica, funcional, filogenética, genética, trófica, etc. (Naeem *et al.*, 2016b), en las representaciones de la biodiversidad figuran también dimensiones sociales, políticas y simbólicas.

Esta pluralidad de dimensiones hace de la biodiversidad un constructo¹³ complejo, que adquiere distintos significados y valores dependiendo del contexto en que se utiliza (Fischer y Young, 2007; van Weelie y Boersma, 2018; van Weelie y Wals, 2002). Además de complejo, el término biodiversidad es aún considerado por varios autores como un constructo mal definido, porque además de tener distintos significados, estos son muchas veces intercambiables en una misma persona y, tal como en otros constructos de significados múltiples, esta característica debe ser considerada en el ámbito educativo (van Weelie y Boersma, 2018; van Weelie y Wals, 2002). En el contexto escolar, el tratamiento de los conceptos de significados múltiples requiere que sean transformados en entidades más pequeñas, que promuevan el aprendizaje y el entendimiento continuado del constructo (Braun *et al.*, 2010). Un ejemplo de este tipo de abordaje puede ser la enseñanza de la identificación de las especies locales y de los conocimientos biológicos a ellas asociados.

¹³ Un constructo es una construcción mental resultante de la observación de fenómenos naturales, de la inferencia de características comunes a esas observaciones y de la atribución de una etiqueta a las causas de las características comunes observadas. El valor científico de un constructo emerge de su significado compartido entre distintas personas, representando una herramienta conceptual que facilita el entendimiento y la comunicación entre ellas (Binning, 2016).

2.3.3. Factores que influyen en la multidimensionalidad de la biodiversidad

Las múltiples dimensiones del constructo 'biodiversidad' proporcionan percepciones igualmente plurales. Hay una esfera de valores, creencias, actitudes y comportamientos hacia la biodiversidad que sobrepasan en mucho el mero conocimiento científico, y que son igualmente valiosas en la promoción de su conservación. Por ello, la **educación para la biodiversidad**, especialmente aquella que tiene como objetivo la promoción de comportamientos favorables a su conservación, ha de tener en cuenta, además del conocimiento científico del tema, las percepciones y actitudes del público hacia la biodiversidad.

Por 'percepción' se entiende la identificación, interpretación y organización de las sensaciones a fin de obtener una experiencia significativa sobre el mundo (Schacter *et al.*, 2011). Las percepciones de un tema forman parte del conocimiento de ese tema, pero también influyen en las actitudes hacia él. Una actitud tiene siempre una dimensión evaluadora y se puede definir como la reacción más o menos favorable de un individuo a un objeto, comportamiento, persona, institución, suceso, o cualquier otro aspecto evaluable de su mundo (Pratkanis *et al.* 1989). Las actitudes humanas se desarrollan como resultado de las creencias salientes de los sujetos sobre el objeto de la actitud, y se componen de distintas categorías: la cognitiva, que contiene informaciones y percepciones sobre el objeto de la actitud; la emocional, que es la expresión de sentimientos y respuestas fisiológicas al mismo objeto; y la connotativa, que corresponde a las intenciones, planes, compromisos e incluso acciones motoras que envuelven al objeto de la actitud (Heberlein, 2013).

Diversos factores influyen en el conocimiento y la percepción de la biodiversidad, y en el desarrollo de actitudes y comportamientos favorables hacia ella por parte de los individuos y de las comunidades (Fischer y Young, 2007; Moss *et al.*, 2015, 2016). El CDB pone el énfasis en la educación y el conocimiento, como formas de incrementar la conciencia pública sobre la importancia de la biodiversidad y de las amenazas a las que se enfrenta, pero no siempre un aumento de conocimiento se traduce en un cambio de comportamientos (Buijs *et al.*, 2008; Fischer y Young, 2007; Schultz, 2011). Es cierto que

el conocimiento científico influye en la interpretación que las personas hacen de la realidad, y es fundamental para identificar los problemas ambientales y riesgos asociados para la humanidad, influyendo en la disposición de individuos y comunidades para actuar de determinada manera (Muñoz van Eynde, 2014). Sin embargo, hay evidencias de que es posible tener una percepción positiva sobre determinado asunto sin poseer un conocimiento científico profundo del tema (Elder *et al.*, 1998; Fischer y Young, 2007), especialmente en el caso de constructos complejos y multidimensionales, como es el caso de la biodiversidad. Hay evidencias de que un conocimiento científico limitado no obsta a que la diversidad biológica pueda ser percibida y apreciada en sus dimensiones estéticas y de unicidad, generando en los individuos percepciones y actitudes positivas, aportando el sentido de pertenencia a un determinado lugar o área natural, y promoviendo comportamientos favorables a su conservación (Fischer y Young, 2007). En este caso la educación para la biodiversidad ha de tener en cuenta todas las dimensiones que permiten apreciarla.

Dada la naturaleza multidimensional del constructo biodiversidad, los factores apuntados como influyentes en el conocimiento, la percepción, las actitudes y los comportamientos hacia ella son variados y de distinta naturaleza. Son decisivos los factores demográficos, como la edad y el género (Bermudez y Battistón, 2015; Campos *et al.*, 2012; Lindemann-Matthies, 2005; Prokop *et al.*, 2008a), así como factores socioeconómicos y culturales (Bermudez *et al.*, 2017, 2018; Bourdieu, 1984; Pilgrim *et al.*, 2007), o aspectos biogeográficos, como el lugar del mundo donde se vive, más o menos desarrollado (Pilgrim *et al.*, 2007, 2008), y, en un mismo país, el grado de ruralidad de la localidad donde se habita y donde se pasó la infancia (Campos *et al.*, 2013; Pilgrim *et al.*, 2007). También tiene influencia en los conocimientos, percepciones, actitudes y comportamientos hacia la biodiversidad, la experiencia de la naturaleza – o sea, el tiempo pasado en paisajes naturales, que permite interacciones con sus elementos y con la biodiversidad – y el grado de conectividad con la naturaleza – *nature relatedness* o *connectedness*, en inglés – que mide el mayor o menor sentimiento de que un individuo o la especie humana forman parte de la naturaleza (Muñoz van Eynde, 2014; Nisbet y Zelenski, 2013; Pyle, 2003; Schultz, 2001; Zhang *et al.*, 2014). Aspectos tan dispares como tener mascotas, el ambiente formal, informal o familiar, y las fuentes

donde se ha obtenido el conocimiento sobre la biodiversidad, son igualmente relevantes (Bermudez *et al.*, 2017; Louv, 2008; Pilgrim *et al.*, 2007; Randler *et al.*, 2012).

Las emociones, las creencias y los aspectos normativos también contribuyen para la formación del constructo biodiversidad en individuos y sociedades; todos estos factores tienen implicaciones directas en sus actitudes y comportamientos hacia ella. Un ejemplo de cómo las emociones pueden interferir con la conservación de la dimensión específica de la biodiversidad, es el miedo y el asco hacia ciertos animales, emociones motivadas generalmente por razones culturales y correlacionadas con actitudes negativas y comportamientos adversos a la conservación (Ceríaco, 2012; Prokop *et al.*, 2011; Randler *et al.*, 2012). La creencia en la tecnología y la ciencia humanas como sustitutos suficientes de la naturaleza, o cosmovisiones y valores más o menos antropocéntricos o ecocéntricos, son otros factores con impacto directo en nuestra comprensión, percepción, actitudes y comportamientos hacia la biodiversidad (Amérigo *et al.*, 2005; Buijs *et al.*, 2008; Grace y Ratcliffe, 2002; Hunter y Rinner, 2004). Estrechamente interconectadas con las creencias, las normas, o códigos de conducta, ambientales, también tienen influencia en los comportamientos proambientales (Collado *et al.*, 2019; van Weelie y Wals, 2002).

Todos estos factores moldean los conocimientos, percepciones, actitudes y comportamientos, que a su vez están íntimamente interconectados, influyen los unos a los otros, resultando últimamente en la construcción mental de la biodiversidad de cada individuo y de la sociedad. La Figura 3 presenta un resumen, que no pretende ser exhaustivo, de los principales factores mencionados en la literatura y que deben tenerse en cuenta a la hora de definir estrategias educativas para la biodiversidad.



Figura 3 – Principales factores que influyen en los conocimientos, percepciones, actitudes y comportamientos hacia la biodiversidad, citados en la bibliografía. Fuente: Elaboración propia con base en la revisión bibliográfica.

2.3.4. La biodiversidad en los currículos educativos españoles

En los currículos educativos españoles de Ciencias de la Naturaleza y Biología correspondientes a ESO y Bachillerato, la biodiversidad se trata en el estudio de la taxonomía y sistemática biológica, de la evolución de las especies y su origen, además de la propia ecología.

A continuación, se repasa el marco legal de la enseñanza de la biodiversidad en España, vigente durante en el año lectivo de 2014/2015, en el cual se realizó nuestro experimento, a través de los Reales Decretos (RD) 1631/2006, de 29 de diciembre, y 1467/2007, de 2 de noviembre, por los que se establecen, respectivamente, las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, en el ámbito de las directivas de la Ley Orgánica de Educación (LOE) 2/2006, de 3 de mayo.

Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO)

En la ESO, el concepto de biodiversidad aparece en el primer curso, en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza. La temática se presenta en el bloque 4, 'Los seres vivos y su diversidad', con la introducción al estudio de la biodiversidad mediante la clasificación de los seres vivos en los cinco reinos (moneras, protoctistas, hongos, plantas y animales) y el uso de claves de identificación de organismos sencillas. La necesidad de que los estudiantes sean capaces de valorar la importancia del mantenimiento de la diversidad de los seres vivos y de analizar los problemas asociados a la pérdida de biodiversidad es manifiesta como objetivo de esta temática (RD 1631/2006, de 29 de diciembre).

En el segundo curso de la ESO se estudia la dimensión ecosistémica de la biodiversidad, en el bloque 5, 'La vida en acción', que repasa los distintos componentes y tipos de ecosistemas y los distintos roles de los organismos en ellos, como productores, consumidores o descomponedores.

En los últimos dos cursos de la ESO las cuestiones de la biodiversidad pasan a ser tratadas en la materia de Biología y Geología. En el tercer curso, los problemas medio ambientales y la responsabilidad humana en ellos se tratan en el bloque 6 'Las personas y el medio ambiente'. Se estudian las consecuencias ambientales del consumo de energía, así como la contaminación del aire y del agua. Se señala la importancia del uso sostenible de los recursos naturales y de «cuidar del medio ambiente y adoptar conductas solidarias y respetuosas con él» y aunque la problemática de la pérdida de biodiversidad no se trata específicamente, en los criterios de evaluación se menciona que el alumnado debe saber «recopilar información (...) acerca de la influencia de las actuaciones humanas sobre los ecosistemas», entre ellas, la extinción de especies. Los alumnos y alumnas deberán también ser capaces de analizar la información recopilada y adelantar argumentos sobre posibles actuaciones para evitar el deterioro del medio ambiente y promover una gestión más racional de los recursos naturales, lo que remite a acciones concretas para la salvaguarda de la biodiversidad.

En el bloque 3 del último curso de la ESO, bajo el enunciado 'La evolución de la vida', se trata por primera vez el nivel genético de la biodiversidad, refiriéndose en los criterios de evaluación que los estudiantes deberán reconocer la importancia de la diversidad

genética (intraespecífica e interespecífica) y, conforme las tendencias recientes, se otorga mayor relieve a la Biología Molecular y la Genética que a la Historia Natural. El bloque trata además del origen y la evolución de los seres vivos, evidenciando que también deberán saber valorar «la biodiversidad como resultado del proceso evolutivo» y el “papel de la humanidad en la extinción de las especies y sus causas».

Bachillerato

En bachillerato, el tema de la biodiversidad se trata en la modalidad de Ciencias y Tecnología, en las asignaturas opcionales de Biología y Geología en el primer curso, y de Biología en el segundo. Tras los contenidos propios de los cuatro cursos de ESO, en primero de bachillerato se estudian los seres vivos y se ofrece una panorámica sobre su unidad y su diversidad, con ejemplos de «seres vivos concretos, que sirven de organismo-tipo para caracterizar los principales grupos taxonómicos» (RD 1467/2007, de 2 de noviembre). Uno de los objetivos de este curso es la comprensión por parte de los alumnos y alumnas de «la visión explicativa que ofrece la teoría de la evolución a la diversidad de los seres vivos». La diversidad de la vida, más específicamente de animales y plantas, y el problema y criterios de su clasificación, se tratan en los bloques 4 ‘Unidad y diversidad de la vida’, 5 ‘La biología de las plantas’ y 6 ‘La biología de los animales’. Si en el caso de las plantas las enseñanzas mínimas para el bachillerato refieren como contenidos para este curso la diversidad de los principales grupos taxonómicos, sin mencionar cuáles son estos, en el caso de los animales se hace referencia específicamente a los grupos de los moluscos, los artrópodos y los vertebrados. Para ambos, animales y plantas, sí se menciona la necesidad de saber manejar claves dicotómicas sencillas de identificación de organismos. Son además materias de este curso la importancia de las plantas en el mantenimiento de los ecosistemas y la vida en la Tierra, la importancia de la diversidad animal, los animales en peligro de extinción y las acciones para conservar la biodiversidad (RD 1467/2007, de 2 de noviembre).

2.4. Educación para la biodiversidad: educación para el conocimiento de las especies locales

“El inicio de la sabiduría es llamar las cosas con su nombre correcto.”
Confucio – 475 a. C.

2.4.1. Alfabetización ecológica

La alfabetización ecológica (*ecoliteracy*, en inglés) de una población o de un individuo consiste en la sabiduría acumulada sobre la naturaleza, que resulta de un contacto próximo y frecuente con el mundo natural motivado por la búsqueda de estrategias de subsistencia diarias como comida o recursos económicos (Pilgrim *et al.*, 2008). Este conocimiento ecológico tradicional pasa de generación en generación por intermedio de narrativas y observaciones, está incrustado en la sociedad y contribuye a sus tradiciones culturales, identidades, creencias y cosmovisiones. Contrariamente al conocimiento científico, es dinámico, adaptativo, de base local y ha coevolucionado con los ecosistemas (Berkes *et al.*, 2000). Berkes *et al.* (1999) proponen que el grado de alfabetización ecológica de un individuo o comunidad se puede medir teniendo en cuenta las siguientes cuatro componentes, que deben ser consideradas de forma cumulativa y progresiva: (1) el conocimiento de especies locales, (2) el conocimiento de sus usos y funciones en el ecosistema, (3) el conocimiento y participación en los sistemas de gestión del territorio y de los recursos naturales y de las instituciones sociales que los gobiernan, y, por último, (4) por las cosmovisiones que guían los principios éticos de los individuos y comunidades.

La capacidad de identificar organismos, uno de los componentes fundamentales del conocimiento ecológico tradicional (Pilgrim *et al.*, 2008), está relacionada con el aprecio demostrado por las personas hacia la biodiversidad y con su predisposición para involucrarse en acciones para su conservación (Lindemann-Matthies, 2002; Randler,

2008). La práctica de la conservación de la naturaleza está directamente relacionada con el aprecio de las personas hacia ella, que se adquiere por intermedio del contacto cercano y el conocimiento de los sistemas naturales. En la base del conocimiento de la biodiversidad está el reconocimiento de las especies locales pues, como se ha visto, la capacidad de identificar una especie es fundamental para acceder a un mayor conocimiento sobre ella, como información sobre los aspectos particulares de su biología, su papel ecológico, su estatuto de conservación o los posibles peligros o beneficios que pueda suponer para el ser humano (Coleman, 2015; Dubois, 2003; Khuroo *et al.*, 2007; Trombulak *et al.*, 2004). La especie es la unidad básica de la biodiversidad y su correcta identificación es clave para la evaluación del estado de conservación de la biodiversidad y para el progreso de las diversas ramas de los estudios biológicos. Además, la identificación biológica de las especies comunes que cohabitan con los humanos es fundamental para desarrollar el sentimiento de conectividad con la naturaleza y las demás formas de vida, que es indispensable para la conservación de la biodiversidad (Cox y Gaston, 2015; Prokop *et al.*, 2008a).

Sin embargo, estudios realizados con niños y jóvenes en edad escolar refieren una limitada capacidad de identificación de especies locales y comunes, incluso cuando se trata de aquellas más conspicuas o carismáticas y de las que se dispone de información fácilmente accesible, como las aves (Hooykaas *et al.*, 2019; Prokop y Rodák, 2009). El alejamiento de la naturaleza que sufren las sociedades hoy en día (Pyle, 1993; Soga y Gaston, 2016) es seguramente una de las causas de la baja capacidad de los jóvenes para identificar especies del entorno; pero también lo es la reducida atención prestada en las escuelas a la educación taxonómica (Crisci y Katinas, 2011). La capacidad de los jóvenes para reconocer y retener información sobre criaturas, ya sean reales o imaginarias, ya ha sido demostrada, así como su habilidad innata para clasificar objetos naturales o inanimados (Balmford *et al.*, 2002). Por ello, descuidar la enseñanza de la identificación taxonómica en la escuela es desaprovechar la oportunidad de transmitir el conocimiento sobre la biodiversidad que nos rodea, durante una etapa de la vida en que somos altamente permeables a este tipo de temáticas, lo que supone reducir la posibilidad de transformar ese conocimiento en actitudes y comportamientos favorables hacia la conservación de la biodiversidad que se mantendrán a lo largo de la vida.

Los pocos estudios existentes sobre la habilidad de estudiantes de distintos cursos lectivos para la identificación de organismos, refieren diversos factores que influyen en la mayor o menor capacidad de niños y jóvenes para identificar especies, como la edad y el género (Huxham *et al.*, 2006; Kellert, 1984a; Killermann, 1998), la posesión de mascotas (Prokop *et al.*, 2008bb; White *et al.*, 2018), el tipo de especies a identificar – especies nativas *versus* exóticas; vertebrados *versus* invertebrados; ‘cariñosos’ *versus* ‘asquerosos’ (Lindemann-Matthies, 2005); animales *versus* plantas (Ballouard *et al.*, 2011; Kellert, 1993; Lindemann-Matthies, 2005; Nates *et al.*, 2010) – o las experiencias previas en la naturaleza (Pilgrim *et al.*, 2007). Los estudios sobre esta temática son contradictorios, y carecen de análisis de la importancia relativa de los distintos factores a través, por ejemplo, de análisis multivariantes (White *et al.* 2018); pero todos ellos coinciden en la importancia del reconocimiento e identificación de las especies locales para la apreciación y conservación de la biodiversidad.

2.4.2. Insectos en la educación para la biodiversidad

Pese a que los insectos tienen una enorme importancia en los ecosistemas terrestres y pueden encontrarse en prácticamente todos los hábitats del planeta, con excepción de los océanos, son poco conocidos por el público, que normalmente los observa con disgusto y miedo (Kellert, 1993; Prokop *et al.*, 2011). Sin embargo, al poder ser manipulados y observados con mucha más proximidad que otros grupos de animales, pueden ser útiles vehículos en la educación para la biodiversidad. Son esenciales en la creación de vínculos con y en aportar experiencia de la biodiversidad, pues su pequeño tamaño y ubicuidad facilitan la experiencia directa de la naturaleza, uno de los factores predictivos de mayores conocimientos sobre la biodiversidad y de actitudes y comportamientos más favorables hacia ella (Nisbet y Zelenski, 2013; Pilgrim *et al.*, 2007). Con casi un millón de especies conocidas, ningún otro grupo de organismos evidencia tan claramente la increíble diversidad biológica existente en el planeta Tierra. Se pueden encontrar centenares de especies en pocos metros cuadrados, y exhiben distintas funciones ecológicas, que van desde la descomposición del suelo, a la polinización y dispersión de semillas, o a ser importantes fuentes de alimento para otros

niveles tróficos (Cardoso *et al.*, 2011). Son también excelentes modelos pedagógico-científicos, ya que, por un lado, representan las complejas relaciones intra e interespecíficas que caracterizan las relaciones ecológicas, y por otro, sirven de modelos para el progreso del conocimiento científico en distintas ramas de las ciencias biológicas que van desde la genética a la evolución, pasando por la fisiología (Matthews *et al.*, 1997).

Aunque no sean tan carismáticos como los grandes mamíferos amenazados, los insectos son también, como se ha visto, grandes víctimas del sexto episodio de extinción en masa que atravesamos. La falta de conocimiento sobre su importancia y diversidad, su aparente abundancia y las percepciones negativas que sufren por parte del público (Kellert, 1993), hacen de ellos víctimas silenciosas de la crisis de la biodiversidad, pues la importancia que reviste su conservación no goza del reconocimiento y el apoyo del público (Cardoso *et al.*, 2011). Esta situación es particularmente problemática, una vez que el declive de los insectos tendrá graves consecuencias en el funcionamiento de los ecosistemas al causar interrupciones e impactos en las cadenas tróficas y en los servicios de polinización, lo que precipitará el colapso anticipado por sobrepasar los límites ecológicos del Planeta (Rockström *et al.*, 2009). Pese a las preocupantes evidencias científicas, no estamos haciendo lo suficiente por la conservación de los insectos. Por ello, más que nunca, hace falta desarrollar su aprecio por parte de la sociedad (Samways *et al.*, 2020), y la utilización de insectos como herramientas de aprendizaje en la educación puede ayudar a contribuir a este objetivo (Matthews *et al.*, 1997).

Un mayor conocimiento de los invertebrados está positivamente correlacionado con actitudes más favorables hacia ellos (Kellert, 1993). Dada la importancia de los insectos y la reconocida relación existente entre el conocimiento de una especie, o un grupo de especies, y las actitudes hacia ellas y la predisposición para apoyar su conservación, la enseñanza y aprendizaje de las especies comunes de insectos del entorno próximo es fundamental para su conservación. Por otra parte, la capacidad de identificación de insectos y de otros organismos, una capacidad que corresponde al nivel más básico del conocimiento ecológico (Pilgrim *et al.*, 2007) y una habilidad natural del ser humano, especialmente de los más jóvenes (Balmford *et al.*, 2002), permite anticipar una mayor

afinidad, así como actitudes y comportamientos favorables, hacia los organismos que se saben identificar (Cornelisse y Sagasta, 2018).

2.4.3. Enseñanza de la Taxonomía y la Sistemática

En el siglo XXI, con la crisis de la biodiversidad, la importancia de la Taxonomía vuelve a ponerse de relieve (Dubois, 2003). Si desde la perspectiva científica y académica es importante describir todas las especies que todavía están por conocer, con el fin de evitar su extinción y asegurar una conservación efectiva (McNeely, 2002), desde la perspectiva social y ambiental es importante concienciar a los más jóvenes sobre la importancia de la labor de la Taxonomía, y para ello es esencial enseñar el proceso de identificación de organismos (Agnarsson y Kuntner, 2007; Crisci y Katinas, 2011). Como se ha visto, el interés de los más jóvenes por las criaturas naturales o artificiales es bien conocido (Balmford *et al.*, 2002), así como lo es la naturaleza clasificadora de los humanos (Raven *et al.*, 1971) y su capacidad para identificar y adquirir conocimientos sobre las características de los organismos con quienes comparten la Tierra (Wilson, 1984). Como ejercicio didáctico, el proceso de identificación de organismos permite poner en práctica uno de los pasos fundamentales del método científico: la observación. Además, la taxonomía y la clasificación de organismos proporcionan a los jóvenes un contacto próximo con la ciencia como herramienta de indagación que ofrece explicaciones racionales para nuestras observaciones del mundo natural (Crisci *et al.*, 1993).

Los sistemas de clasificación biológica son hipótesis científicas sobre el orden en la naturaleza, basadas en las relaciones evolutivas que existen entre organismos. Como cualquier hipótesis científica, tienen una naturaleza predictiva y explicativa de los fenómenos que analizan, y están también sometidos a un constante proceso de cuestionamiento y actualización. La enseñanza de la taxonomía y de la sistemática biológica, que pone en evidencia la naturaleza tentativa y creadora de modelos de la ciencia, es además una contribución importante para alcanzar los objetivos de la educación para una ciudadanía alfabetizada científicamente (Crisci y Katinas, 2011).

Actualmente, la enseñanza de la taxonomía en los currículos escolares es escasa y limitada a grandes grupos de organismos. De acuerdo con la LOE, los alumnos y alumnas de 1º de ESO deben saber separar los organismos vertebrados en sus clases (Mamíferos, Aves, Peces, Reptiles y Anfibios). En lo que respecta a los invertebrados, tan solo deben saber reconocer las características que permiten identificar algunos filos, como los Moluscos, Artrópodos o Anélidos (RD 1631/2006, de 29 de diciembre). En 1º de Bachillerato los currículos tratan de la diversidad de la vida y del problema y criterios de su clasificación, refiriéndose específicamente a los grupos de los Moluscos, los Artrópodos y los Vertebrados. Además, los estudiantes deben aprender a manejar claves dicotómicas sencillas de identificación de organismos (RD 1467/2007, de 2 de noviembre).

La educación para la biodiversidad está íntimamente conectada con la enseñanza de la taxonomía y de la sistemática biológica. Crisci y Katinas (2011) defienden que la escuela y la asignatura de Biología en particular deben desarrollar en los estudiantes un aprecio por la taxonomía y la sistemática como disciplinas que responden a las siguientes preguntas:

- ¿Por qué es importante estudiar la Taxonomía y la Sistemática?
- ¿Cuántos grupos diferentes de organismos existen en la Tierra?
- ¿Cómo podemos organizar esta diversidad para así poder comprenderla mejor?
- ¿Cómo definimos, nombramos e identificamos a los organismos?
- ¿Cómo puede nuestro sistema de organización incorporar nueva información?
- ¿Cómo se relacionan los organismos en la Tierra?
- ¿Cuáles son los factores que resultan en un incremento o reducción de la diversidad y qué rol juegan las personas en este proceso?

Los manuales escolares de Educación Secundaria española ponen a disposición del alumnado y profesores claves de identificación y contenidos didácticos que permiten identificar y conocer las características de categorías taxonómicas tan amplias como el Reino o el Filo (Bermudez *et al.*, 2014) pero no hay oferta de claves que permitan llegar a categorías taxonómicas inferiores como el Orden o la Familia, mucho menos la Especie. Algunos proyectos educativos como *Key to Nature* han reunido en los últimos años

varias claves de identificación adaptadas a su uso en distintos niveles de enseñanza preuniversitaria (Martellos y Nimis, 2008; Tarkus *et al.*, 2010). Sin embargo, la mayor parte de los materiales que permiten la identificación de especies no son del todo adecuados para su utilización por el público escolar y general.

La gran mayoría de las claves usadas tradicionalmente para identificar organismos son dicotómicas, es decir, los usuarios deben elegir entre dos grupos de uno o más caracteres de diagnóstico en cada uno de los pasos de la identificación. Además, están escritas por especialistas para especialistas, con características a menudo difíciles de observar e intrínsecamente difíciles de utilizar. En este tipo de claves, normalmente disponibles en papel, suele haber una diferencia muy grande entre la cantidad de información requerida y la necesaria para identificar un organismo, y el lenguaje técnico usado es muy complejo y de difícil interpretación. Todas estas características dificultan el proceso de identificación más de lo necesario (Godfray, 2002; Martellos y Nimis, 2008; Tilling, 1984).

En los últimos años, con la ayuda de programas asistidos por ordenador, ha sido posible crear claves de identificación amigables para los usuarios y accesibles en línea en formatos múltiples (dicotómicas, politómicas o multicriterio), que permiten jerarquizar los caracteres identificativos, así como el uso de imágenes y otra información adicional como descripciones, distribuciones y aspectos variados de la biología de las especies (Godfray, 2002; Tilling, 1984). Estas claves facilitan y democratizan el proceso de identificación de organismos y pueden agregar en un único lugar todo el conocimiento acumulado sobre una especie o grupo de especies. Algunas constituyen además recursos docentes digitales disponibles para su uso por una mayor cantidad de personas y de forma más flexible en cuanto a la hora y lugar del acceso (Torralba-Burrial, 2018).

2.4.4. ¿Por qué los ortópteros?

Los ortópteros (grillos, saltones, langostas y saltamontes) son insectos más o menos bien conocidos en todo el mundo. Se caracterizan por tener el tercer par de patas muy

desarrollado y adaptado al salto y se pueden clasificar en dos grandes grupos o subórdenes: Ensifera y Caelifera (Triplehorn *et al.* 2005).

Al suborden Ensifera pertenecen los grillos, “chicharras” o grillos de silla, y los saltones o grillos de matorral. Todos ellos son capaces de producir sonido, principalmente los machos, que “cantan” para atraer a las hembras durante el cortejo nupcial. Los Ensifera (Figura 4) se distinguen por presentar antenas largas (Figura 4a) y tímpanos en la base de las tibiae anteriores (Figura 4b). Las hembras exhiben un ovopositor – aparato especializado para la puesta de huevos – en forma de espada, bien visible externamente (Figura 4c), que da el nombre al suborden (*‘ensifer’* significa espada en griego), y los machos poseen el aparato para la producción de sonido – el órgano estridulador – en la base de las alas anteriores o tegminas (Figura 4d).

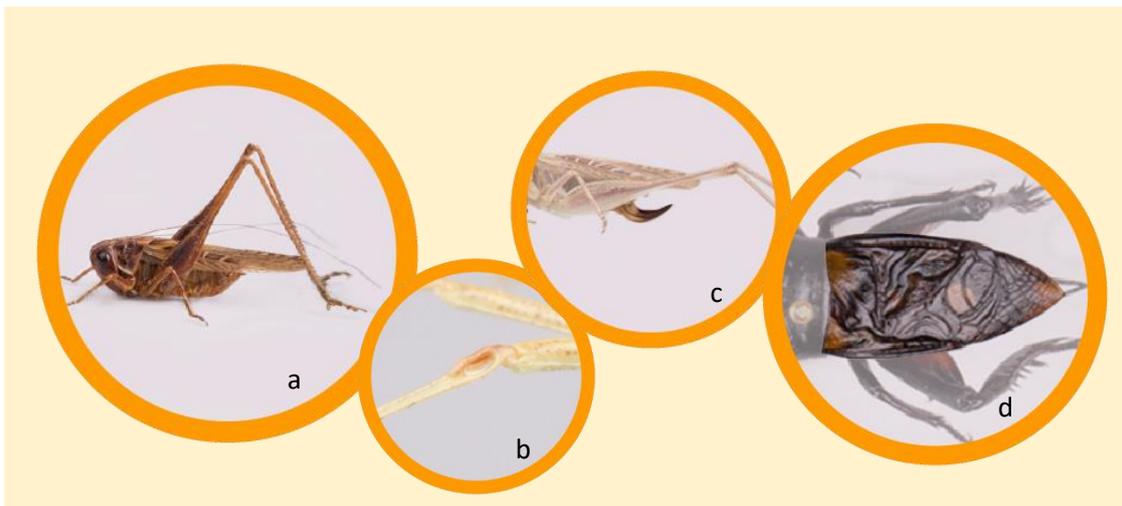


Figura 4 - Características distintivas de los Ensifera: a - antenas largas (más de 30 segmentos); b - tímpano en la base de las tibiae anteriores; c - ovopositor bien visible y en forma de espada; d - órgano estridulador en la base de las tegminas o alas anteriores. © Ricardo Ramirez

Al suborden Caelifera pertenecen las langostas y saltamontes, u ortópteros de antenas cortas (Figura 5a), en los que el tímpano se localiza en la base del abdomen (Figura 5b), las hembras tienen el ovopositor corto (Figura 5c) y, en los machos, el órgano estridulador se localiza en la cara interna de los fémures posteriores y en las alas anteriores (Figura 5d).



Figura 5 – Características distintivas del suborden Caelifera: a – antenas cortas (no sobrepasan la mitad de la longitud del cuerpo); b - tímpano en los primeros segmentos abdominales; c -ovopositor poco saliente. © Ricardo Ramirez; d – órgano estridulador en la cara interna del fémur posterior. © Silvia Pina.

Dentro de estos dos subórdenes se distinguen otros grupos más o menos fáciles de reconocer por sus características externas (Sardet *et al.*, 2015). Por ejemplo, en el suborden Ensifera, los grillos, que presentan colores negros, pardos o color paja y son cantores por excelencia (familia Gryllidae, Figura 6a) y los grillos de matorral (familia Tettigoniidae) que a primera vista pueden parecer saltamontes, pero una mirada más atenta pondrá de relieve las largas antenas que sobrepasan largamente la mitad de la longitud del cuerpo (Figura 6b).



Figura 6 - Ejemplos de dos familias del suborden Ensifera: a – Grillo de campo (*Gryllus campestris*) la especie más típica de la familia Gryllidae © Albano Soares; b – Grillo de matorral (*Platycleis albopunctata*), representativo de la familia Tettigoniidae: se pueden apreciar las largas antenas y el cuerpo comprimido lateralmente característicos del grupo. © Albano Soares.

En el suborden Caelifera, morfológicamente más homogéneo, destacan los saltamontes típicos (familia Acrididae, Figura 7a), que representan gran parte de la diversidad de este grupo, pero también es posible distinguir por su aspecto característico otras familias, como los saltamontes piedra (familia Pamphagidae, Figura 7b) o los saltamontes pigmeos (familia Tetrigidae, Figura 7c).



Figura 7 - Principales familias del suborden Caelifera representadas en la Península Ibérica: a - saltamontes típico (*Omocestus rufipes*, familia Acrididae) © Albano Soares; b – saltamontes piedra (*Ocnerodes fallaciosus*, familia Pamphagidae) © Rui Félix; c – saltamontes pigmeos (*Tetrix undulata*, familia Tetrigidae). © Albano Soares.

Todos los ortópteros son insectos hemimetábolos, es decir, que no tienen metamorfosis completa. Poseen una relativamente elevada diversidad de especies y son muy importantes en términos de biomasa. Debido a que son muy abundantes, tienen un papel fundamental en el ciclo de los nutrientes, pues son capaces de transformar grandes cantidades de materia vegetal, muy difícil de digerir, en su propia materia, que queda disponible para los organismos que los depredan, como aves, reptiles y mamíferos (Belovsky y Slade, 2000; Song *et al.*, 2015).

Además, se usan como bioindicadores y modelos biológicos en estudios de fisiología, neurobiología, bioacústica y ecología evolutiva (Bellmann y Luquet, 2009; Song *et al.*, 2015). Excepto en Europa y en América del Norte, se usan como fuente de alimentación humana, así como, tradicionalmente, en la medicina popular, como cebo o fuente de proverbios, entre otros usos etnozoológicos (Costa-Neto, 1998; Ulicsni *et al.*, 2016).

Desde la Antigüedad en China, pero también en Europa a partir del siglo XIX, los ortópteros, principalmente los grillos, han sido usados como mascotas y mantenidos en jaulas para que sus dueños pudiesen escuchar sus cantos (Costa-Neto, 1998). Son además un ejemplo de insectos que aparecen como protagonistas en fábulas tradicionales, cuentos infantiles y dibujos animados, como en la fábula de *La cigarra y la hormiga*, perpetuada por Esopo, La Fontaine y Félix María de Samaniego (Figura 8), o Pepito el grillo de *Las aventuras de Pinocho* de Carlo Collodi, una de las primeras películas animadas llevadas al cine en 1940 por Walt Disney.



Figura 8 - Utilización de saltamontes y grillos en los cuentos populares: a – “La cigarra y la hormiga”, ilustración de Milo Winter de 1919, una de las imágenes usadas para ilustrar la adaptación de Félix María Samaniego del cuento clásico (Samaniego, 1841); b – “La cigale et la fourmi”, primer cuento del Libro 1 de las Fábulas de La Fontaine; ilustración de Granville (1803–1847) (La Fontaine). En realidad, los dibujos que representan la cigarra, un insecto cantor del Orden Hemiptera, son un saltamontes (a) y un grillo de matorral (b).

Los ortópteros de la Península Ibérica

Por su posición biogeográfica entre Europa y África, en la transición entre el clima atlántico y el mediterráneo, y por su geología, con grandes cadenas montañosas que producen varios tipos de paisajes, microclimas y tipos de vegetación, la Península Ibérica es uno de los puntos clave (*hotspot*) de la biodiversidad en la Cuenca del Mediterráneo, y por ello muy importante para su conservación (Medail y Quezel, 1999). Es también significativa su diversidad de ortópteros, con 321 especies (Llucia-Pomares, 2002) de las 825 que habitan en Europa (Harz, 1969, 1975). Más de un tercio del total de las especies

de ortópteros ibéricas son endémicas¹⁴ lo que hace de la fauna de saltamontes y grillos de la Península Ibérica una de las más interesantes del continente europeo (Gangwere *et al.*, 1985; Lluçia-Pomares, 2002).

Entre las especies endémicas destacan algunas descritas para la ciencia muy recientemente¹⁵ que, al ser poco conocidas y tener distribuciones muy restringidas, son todavía más vulnerables a las amenazas provocadas por las actividades humanas y a la extinción (Myers, 1988; Myers *et al.*, 2000; Pimm *et al.*, 2014). Las especies endémicas son también relevantes para la creación de un sentimiento de pertenencia y de lugar, creando una conexión entre la biodiversidad local y sus habitantes y promoviendo la conservación de la naturaleza (Díaz *et al.*, 2015). Sin embargo, para ello es necesario que estas especies de elevado valor ecológico y de conservación salgan de la esfera del conocimiento científico a la del conocimiento público, pasando a ser conocidas y valoradas por la comunidad.

Los grillos de silla o “chicharras”¹⁶, pertenecientes a la subfamilia Bradyporinae, son un buen ejemplo de grupo de ortópteros altamente diversificados en la Península Ibérica que, pese a su importancia biológica y conservacionista, no gozan del merecido reconocimiento público. Estos ortópteros muy característicos, con el tamaño del cuerpo relativamente grande y las alas muy reducidas y redondeadas, cantan en los días de verano emitiendo un sonido parecido al de algunas cigarras. En la Península Ibérica se diferenciaron a lo largo de la evolución siete géneros de grillos de silla exclusivos de esta región (Barat, 2012) que son casi desconocidos del público. Algunas de estas especies, como la “chicharra” de Mieg, que se distribuye por el Sistema Central y está presente en la Sierra de Guadarrama cerca de Madrid (Figura 9), pueden llegar a ser muy abundantes localmente, en su estación y hábitat propios. De grandes dimensiones y

¹⁴ Especies cuya área de distribución está restringida, en este caso, a la Península Ibérica.

¹⁵ Sobre las nuevas especies descritas recientemente, consúltese Barat (2004), Barat y Correas (2015), Barranco *et al.* (2013), Domingo (2021), Husemann *et al.* (2013), Olmo-Vidal (2021) y Schmidt *et al.* (2009).

¹⁶ “Chicharras” aparece entre comillas porque este es también el nombre dado popularmente a los insectos del Orden Hemiptera, Familia Cicadidae, más conocidos como cigarras, y cuyos machos emiten un sonido muy estridente, normalmente en verano, para atraer a las hembras para la cópula.

color verde brillante, no pasan desapercibidas. En la Serra da Estrela, en Portugal, incluso tienen un nombre común propio: los pastores las llaman 'cavaletes' (Soares, com. pers.), lo que significa *pequeño caballo* o *caballito*, en portugués. Sin embargo, este aparente reconocimiento es solamente local, y no se observa en otras localidades del país. De hecho, no es muy habitual dar nombres comunes a especies concretas de insectos, tanto en España como en Portugal; normalmente las designaciones vernáculas de los insectos no van más allá de las menciones de los grandes grupos a que pertenecen, es decir las correspondientes a las grandes categorías taxonómicas como el Orden, Suborden o Familia.



Figura 9 – a - "Chicharra" de Miegí (*Neocallicrania miegii*), especie endémica de grandes dimensiones, característica de matorrales mediterráneos. © José Ramón Correas. b - Distribución mundial de la chicharra de Miegí. Fuente IUCN.

Generalmente, el desconocimiento de este y de otros grupos de insectos por parte del público es muy elevado y también queda manifiesto en las confusiones que ocurren en los nombres comunes que atribuyen el mismo nombre a diferentes grupos de insectos pertenecientes incluso a distintos Órdenes. Un ejemplo es precisamente el nombre dado a los *grillos de silla* que, tanto en España como en Portugal, son conocidos por el

mismo nombre común que las cigarras: “chicharras” en español y “cigarrinhas¹⁷” en portugués.

Desde la perspectiva de la taxonomía biológica, las cigarras propiamente dichas pertenecen al Orden Hemiptera, Familia Cicadidae, y poseen características morfológicas bastante distintas a los ortópteros. Las cigarras comparten con los ortópteros la capacidad de producir sonido, pero usan una estructura, localizada en posición ventral en los primeros segmentos abdominales, llamada tímalo y muy distinta a las usadas por los ortópteros. A título de curiosidad cabe señalar que este tipo de representaciones incorrectas se trasladan incluso a las obras literarias; un ejemplo es el cuento *La Cigarra y la hormiga*, en el que la cigarra – insecto cantor del orden Hemiptera – aparece representada como un saltamontes (Figura 8a) o un grillo de matorral (Figura 8b), que en realidad se tratan de insectos pertenecientes al Orden Orthoptera.

El reducido conocimiento del público ibérico sobre la diversidad e importancia de sus ortópteros no es de extrañar. Las obras de síntesis son, tanto en Portugal como en España, escasas o muy antiguas (Pina *et al.*, 2017). El último catálogo de ortópteros de España tiene fecha de 1982 (Herrera, 1982) y en el caso de Portugal no hay todavía un inventario definitivo (Pina *et al.*, 2017). Aunque se encuentran publicaciones científicas monográficas sobre la diversidad de Orthoptera de algunas regiones de la Península Ibérica – p. ej. Lucia-Pomares (2002) y Olmo-Vidal (2002), para Cataluña –, o recensiones que tratan la diversidad de algunas familias o subfamilias (Barat, 2012; Ferreira, 2009; Gorochoy y Llorente, 2001; Llorente y Pinedo, 1990; Llorente y Presa, 1982, 1997) incluyendo claves de identificación y listas de especies, no hay actualmente ninguna obra que abarque todos los Orthoptera de la Península Ibérica, o tan solo de España o de Portugal, encontrándose la información sobre este grupo esparcida por

¹⁷ “Cigarrinha” es también el nombre dado a insectos plaga de la viña y de los pomares (orden Hemiptera, suborden Auchenorrhyncha, familia Cicadellidae) y a las “espumadoras” (orden Hemiptera, suborden Auchenorrhyncha, familia Aphrophoridae); en este caso, aunque pertenezcan a familias distintas, al menos comparten el orden y el suborden con las cigarras típicas (familia Cicadidae).

muchas obras que, además, son muy técnicas y casi imposibles de usar por no especialistas.

Este escenario aleja aún más al público ibérico de los ortópteros, pese a su diversidad y elevado número de especies endémicas, así como a sus atractivas características, como son los colores vivos y las formas variadas, o la capacidad de ‘cantar’. Involucrar a los no taxónomos en la tarea de aumentar el conocimiento y el mapeo de la biodiversidad es fundamental para garantizar su conservación. Para ello es fundamental la existencia de publicaciones taxonómicas accesibles y detalladas y guías de identificación de especies (Costello *et al.*, 2015). Acercar estos insectos a las personas es también fundamental para su conservación, pues solo se conserva lo que se aprecia y solo se aprecia lo que se conoce, y dar un nombre, o sea, identificar, está en la base de todo el conocimiento.

3. Hipótesis y objetivos

En el marco del contexto descrito en el capítulo anterior, las **hipótesis de trabajo** que orientan los objetivos de esta tesis doctoral se presentan a continuación:

1. Los conocimientos, actitudes y comportamientos hacia la biodiversidad están relacionados con características individuales como la edad, el nivel de enseñanza y el género.
2. Los factores sociodemográficos, – como el entorno familiar, nivel económico, grado de estudios y tipo de ocupación profesional, relacionada o no con el ambiente de los progenitores – influyen en los conocimientos, actitudes y comportamientos hacia la biodiversidad.
3. Otros factores que influyen en los conocimientos, actitudes y comportamientos hacia la biodiversidad son los factores contextuales, como la afinidad por la naturaleza y las ciencias naturales, la experiencia de la naturaleza y la práctica de las ciencias naturales y de actividades de identificación de organismos.
4. El conocimiento de los múltiples aspectos de la biodiversidad influye en las actitudes y comportamientos hacia ella, siendo esencial para asegurar su conservación.
5. El conocimiento y la capacidad de identificar especies locales (alfabetización ecológica) es uno de los componentes de la educación para la biodiversidad, por lo que enseñar a identificar los organismos locales es útil en la comprensión de la biodiversidad y de las acciones para protegerla.

A partir de estas hipótesis se plantean los siguientes **objetivos de investigación**:

1. Contribuir al conocimiento del grado de comprensión de la biodiversidad y las acciones necesarias para su conservación, que poseen los y las jóvenes españoles al comienzo de sus estudios de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato.

2. Contribuir a identificar la influencia de características individuales y sociodemográficas, y de distintos factores contextuales en el conocimiento de la biodiversidad biológica y las actitudes y comportamientos hacia ella;
3. Evaluar la eficacia de la realización de actividades de identificación en el aprendizaje de la biodiversidad;
4. Determinar si el uso de una metodología práctica, basada en la utilización de una herramienta de identificación de organismos, produce efectos en el aprendizaje sobre la biodiversidad, en relación con los abordajes tradicionales de enseñanza expositiva.
5. Evaluar la eficacia de una herramienta de identificación de ortópteros ibéricos creada para el desarrollo del presente estudio.

El presente trabajo contempla asimismo una serie de objetivos relacionados con la **educación y divulgación científica**, y con la **concienciación ambiental**, contribuyendo a los compromisos establecidos en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB 1992) y las Metas de Aichi, que proponen que para el 2020 las personas deben ser conscientes del valor de la biodiversidad biológica y de los pasos que se deben dar para lograr su conservación efectiva (objetivo estratégico A de las Metas de Aichi) y plantean el establecimiento de programas de educación y capacitación científica y técnica en medidas de identificación, conservación y uso sostenible de la diversidad biológica (Artículo 13º del CDB). Estos objetivos son:

1. Contribuir a incrementar, entre los jóvenes estudiantes de enseñanza secundaria y bachillerato, el conocimiento de la biodiversidad biológica en sus múltiples dimensiones, la percepción de su importancia, y la consciencia de las acciones que se pueden llevar a cabo para contribuir a su conservación efectiva.
2. Desarrollar una herramienta de identificación de saltamontes y grillos comunes en la Península Ibérica en formato multimedia y una actividad didáctica de identificación de organismos basada en esta herramienta, y contribuir con ellas al desarrollo de materiales de apoyo en el proceso de identificación de organismos, accesibles a usuarios no expertos en taxonomía.

3. Determinar de qué modo las actividades de identificación de organismos en general y de saltamontes y grillos en particular, pueden ser integradas en los currículos escolares, y contribuir a aumentar el conocimiento de los jóvenes sobre la biodiversidad y su conservación, en los dos grados de enseñanza mencionados.
4. Contribuir al conocimiento de las especies de saltamontes y grillos de la Península Ibérica por parte del público escolar y general, y a reducir su alejamiento de la diversidad de ortópteros comunes en la Península Ibérica y de los insectos en general.
5. Contribuir a desarrollar en los jóvenes la capacidad de observación, una de las bases del proceso científico, y a mejorar su consciencia y reconocimiento de la importancia de la identificación de las especies para acceder al conocimiento de la biodiversidad.

4. Materiales y métodos

Este estudio se realizó en colaboración con Centros de Enseñanza Pública de la Comunidad Autónoma de Madrid, y en él han participado alumnas y alumnos de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria (1º ESO) y primero de Bachillerato (1º BACH). De acuerdo con los objetivos del estudio, se analizaron los siguientes elementos:

(1) **Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad:** se evaluó, previamente a la realización de una actividad práctica de identificación de organismos, la influencia de distintos factores en el mayor o menor grado de conocimiento de la biodiversidad y de las acciones para conservarla, así como en la mayor o menor importancia atribuida a la biodiversidad y a su conservación;

(2) **Influencia de la identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad:** se evaluó la eficacia de la realización de actividades de identificación en el aprendizaje de la biodiversidad;

(3) **Actividad de identificación y usabilidad de la herramienta Orthopter-On,** que trata de la conceptualización y evaluación de una actividad de identificación de grillos y saltamontes usando la clave de identificación Orthopter-On, desarrollada *ex profeso* para este estudio.

El trabajo metodológico y experimental se realizó en distintas fases:

- Elaboración de los instrumentos necesarios para la realización del estudio, a saber:
 - (1) Herramienta de identificación multicriterio Orthopter-On, utilizada en la actividad de identificación (ver apartado 4.2.1);
 - (2) Cuestionarios (pretest/postest; ver apartado 4.2.3.) usados en la evaluación de los tres casos de estudio: (I) Conocimientos y actitudes

hacia la biodiversidad; (II) Influencia de las actividades de identificación de organismos en el conocimiento y actitudes hacia la biodiversidad; y (III) Evaluación de la actividad de identificación y de la usabilidad de la herramienta Orthopter-On (ver apartado 4.4.);

- Contacto con escuelas, formación del profesorado y apoyo a la puesta en marcha y realización de la actividad, con su colaboración;
- Evaluación de los conocimientos y actitudes de los alumnos y alumnas hacia la biodiversidad, previos a la realización de la actividad;
- Análisis del efecto de la actividad de identificación en el aprendizaje de la biodiversidad;
- Evaluación de la usabilidad de la clave de identificación Orthopter-On, con base en la cual se desarrolló la actividad de identificación.

En el caso del estudio de la influencia de la identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad, se optó por un abordaje *quasi* experimental ligado a un diseño comparativo. En las Ciencias Sociales, este tipo de estudios son muy usados en investigaciones sobre evaluaciones de políticas u organizaciones. Los estudios *quasi* experimentales mantienen muchas de las características de los experimentales, pero no requieren el cumplimiento de todos los requisitos de validez interna, como la existencia de un grupo de control. Así, el diseño comparativo se usa para estudiar dos casos distintos usando métodos equivalentes (Bryman, 2012) como es el caso de este trabajo. De este modo, para evaluar la influencia de la identificación de organismos en aprendizaje de la biodiversidad, los estudiantes participantes fueron repartidos en dos grupos, que recibieron dos tratamientos distintos:

Tratamiento 1: Clase Orthopter-On (Ort-On). Los alumnos y alumnas que recibieron este tratamiento participaron en una actividad práctica de identificación de saltamontes y grillos comunes en la Península Ibérica, impartida por el profesorado habitual de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza o Biología y usando la herramienta de identificación Orthopter-On;

Tratamiento 2: Clase Convencional (Conv). En este grupo se impartió una clase convencional teórica, de 90 minutos, sobre la biodiversidad y las acciones que cada

persona puede hacer para protegerla, conforme lo estipulado en el currículo escolar para el curso en cuestión. A semejanza del grupo anterior, la clase convencional también fue impartida por el profesorado habitual de la asignatura.

Con el fin de evaluar la eficacia que estos dos métodos de enseñanza tienen en el aprendizaje de los conceptos relacionados con la biodiversidad y las acciones para protegerla, y en las actitudes hacia ella, se desarrolló un cuestionario, siguiendo un diseño de pretest/postest, según se muestra en la Figura 10. El diseño pretest/postest, también conocido como diseño de medidas repetidas, consiste en encuestar dos veces a los mismos individuos, y se utiliza desde hace tiempo como abordaje de las Ciencias Sociales para evaluar los impactos de programas educativos (Crowder y Hand, 1990). También es muy usado en investigación comportamental, con el propósito de comparar distintos grupos y medir los cambios resultantes de tratamientos experimentales (Dimitrov y Rumrill, 2003).

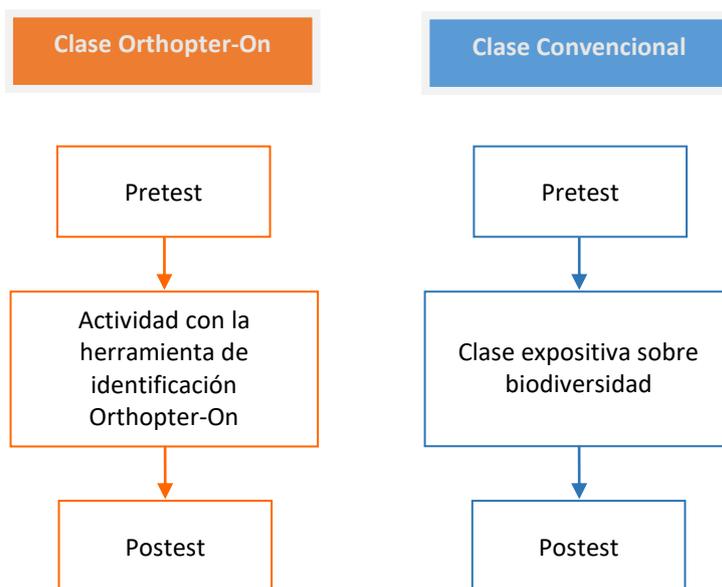


Figura 10 - Esquema representativo de la metodología de evaluación de los dos métodos de enseñanza.

Ambos grupos se sometieron a un pretest antes de la realización de la actividad con la herramienta de identificación, o de la clase convencional. Posteriormente, los mismos alumnos respondieron un cuestionario postest, orientado a valorar si los distintos

tratamientos produjeron cambios en sus respuestas. En el apartado 4.2.3 se hace una descripción más detallada de los cuestionarios del pretest y del postest.

Una vez recogidas todas las respuestas de los cuestionarios, y tras codificar las correspondientes a las preguntas abiertas, se analizaron los datos usando el software IBM SPSS Statistics 26. En una primera fase, se hizo un análisis transversal de la muestra por curso escolar, con un enfoque en los descriptivos estadísticos recogidos a través de las respuestas al cuestionario pretest. Posteriormente, se realizaron distintos análisis estadísticos para cada uno de los experimentos arriba mencionados. Estos análisis se explican con más detalle en el apartado 4.4.

4.1. Población y muestra

El universo objeto de estudio está constituido por escolares españoles de educación secundaria obligatoria (ESO) y bachillerato (BACH). Se ha realizado un muestreo no probabilístico, utilizando una muestra de conveniencia. Al contrario de los muestreos probabilísticos, que pretenden generalizar los datos de la muestra a la población que se quiere estudiar, buscando que la primera sea representativa de la segunda, en los no probabilísticos es más importante el contenido del cuestionario que la representatividad de la muestra. En este caso, se suele recurrir a lo que se llama muestras de conveniencia, en las que se obtienen datos de aquellas personas a las que resulta fácil acceder y que deciden responder al cuestionario de forma voluntaria. El muestreo no probabilístico permite profundizar en el análisis y es más adecuado para estudios de carácter exploratorio en los que está por definir el conjunto de variables relevantes (Muñoz van Eynde *et al.*, 2017), como es el caso del presente estudio.

Se seleccionaron 310 alumnos de los cursos 1º de ESO y 1º de BACH, de cuatro Institutos de Enseñanza Secundaria (IES) de la Comunidad Autónoma de Madrid: el IES Joaquín Turina, localizado en la ciudad de Madrid, y los IES El Escorial, Guadarrama y Sierra de Guadarrama, localizados en pueblos de la sierra madrileña (Tabla II).

Tabla II – Distribución de la muestra de alumnos por curso e instituto.

Instituto	1ºESO	1ºBACH	Total
IES Joaquín Turina (Madrid)	81	13	94
IES El Escorial (El Escorial)	37	21	58
IES Guadarrama (Guadarrama)	40	33	73
IES Sierra de Guadarrama (Soto del Real)	85	-	85
Total por curso	243	67	310

Las respuestas del total de 310 alumnos y alumnas que contestaron al pretest se utilizaron en la evaluación de los **conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad**, previos a su participación en la actividad de identificación (Ort-On) o en la clase convencional (Conv), y en la determinación de los factores que en ellos influyen (apartado 4.4.2.).

La Tabla III presenta los alumnos y alumnas de ambos cursos que completaron el pretest y respectivo posttest, y que participaron en la actividad Ort-On y en la clase convencional (Conv). Para evaluar la **influencia de la identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad** (apartado 4.4.3.) se optó por no incluir los de 1º BACH, por no haber un número suficiente de participantes en la clase convencional que permitiese hacer una comparación estadísticamente significativa. Así pues, se consideraron únicamente los 212 alumnos de 1º ESO que contestaron a ambos cuestionarios, pretest y posttest, de los cuales 109 participaron en la actividad con la herramienta de identificación Ort-On y 103 en la clase convencional expositiva.

Tabla III - Número de alumnos que contestaron al pretest y al posttest en 1ºESO y 1º BACH por grupo: clase convencional (Conv) y clase con la herramienta de identificación Orthopter-On (Ort-On).

	1ºESO			1ºBACH		
	Conv	Ort-On	Total	Conv	Ort-On	Total
Pretest	122	121	243	20	47	67
Pre + Posttest	103	109	212	20	47	67

Por último, una muestra de 156 alumnos de los dos cursos (109, en 1º de ESO; y 47, 1º de BACH, Tabla IV)) que utilizaron la herramienta de identificación Orthopter-On se usó para evaluar la **actividad de identificación y usabilidad de la herramienta Orthopter-On**.

Tabla IV – Número de alumnos de los dos cursos que participaron en la actividad de identificación con la herramienta Orthopter-On.

	Ort-On		
	1º ESO	1º BACH	Total
Usabilidad	109	47	156

4.2. Instrumentos

Para el análisis y operacionalización de cada uno de los casos de estudio fue necesario desarrollar los siguientes instrumentos originales:

(1) La herramienta de identificación Orthopter-On, concebida originalmente para este proyecto, y que se acompaña con una serie de especímenes de insectos ortópteros conservados en resina acrílica, puestos a disposición de los alumnos para su identificación. El uso de la herramienta de identificación Orthopter-On es la base de la actividad didáctica de identificación de grillos y saltamontes ibéricos.

(2) Los instrumentos de evaluación: cuestionarios de pretest y postest. El cuestionario pretest se aplicó para recoger los datos usados en el análisis descriptivo, que también sirvieron para medir los conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad previos a la actividad. El cuestionario postest se usó para tomar las medidas repetidas utilizadas en la evaluación del efecto de la actividad de identificación en el aprendizaje de la biodiversidad. Además, se incluyó al final del postest, por motivos operativos, el instrumento de evaluación de la usabilidad de la herramienta de identificación.

4.2.1. Herramienta de identificación Orthopter-On

Orthopter-On es una herramienta de identificación multicriterio, creada expresamente para este proyecto con el fin de proporcionar a los no taxónomos materiales accesibles para auxiliar en el proceso de identificación de organismos. Más concretamente, se ha desarrollado para su uso en el aula, y es adecuada para alumnos a partir del primer curso de Educación Secundaria Obligatoria y hasta el último curso de Bachillerato. A continuación, se describen las tareas ejecutadas para su desarrollo.

Catálogo de Orthoptera de la Península Ibérica

Se realizó una revisión bibliográfica para la recogida de referencias primarias de especies de ortópteros en la Península Ibérica. Toda la bibliografía consultada fue introducida en una base de datos referencial con tres componentes: la bibliografía, que reúne y caracteriza las referencias bibliográficas con información relevante para este trabajo sobre ortópteros de la Península Ibérica; las referencias bibliográficas mencionadas en dicha bibliografía para cada especie, fecha y localidad; y el archivo de especie, con información diversa relativa a cada una de las especies, que sirvió de base para la creación del archivo de especie de la página web www.orton.pt (véase punto *Archivo de especie* de este apartado). La Figura 11 presenta la estructura de la base de datos referencial, mostrando en cada tabla los campos considerados para cada uno de los componentes.

La información bibliográfica se complementó con la información necesaria para su incorporación a las colecciones entomológicas del Museu Nacional de História Natural e da Ciência (Lisboa), de la Sociedade Portuguesa de Entomologia (Lisboa) y del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid).

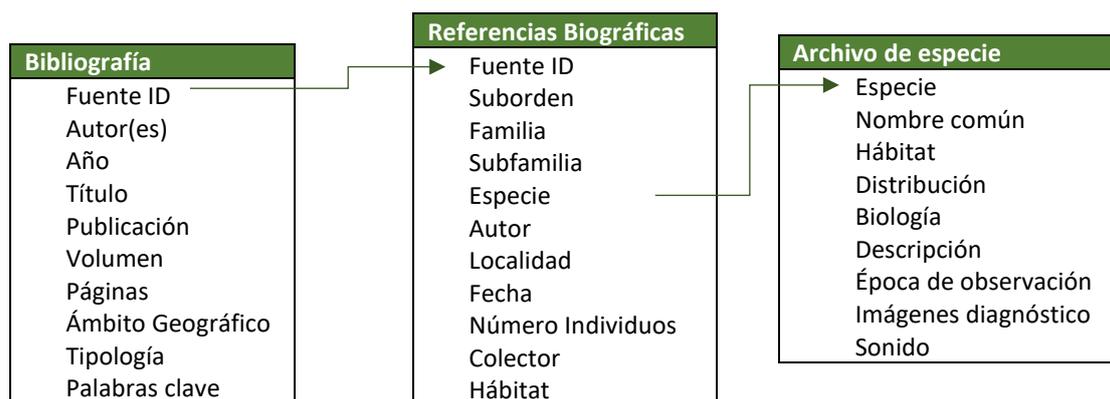


Figura 11 – Estructura de la base de datos relacional donde se reunió la información sobre los ortópteros de la Península Ibérica que sirvió de base para la creación de la herramienta de identificación.

Selección de especies

La información recogida en la revisión bibliográfica, junto con visitas realizadas a distintas colecciones entomológicas y el trabajo de campo, sirvieron de base para la selección de las 35 especies presentes en la versión inicial de la herramienta de identificación (Anexo I).

Para la elección de las especies se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Especies comunes y fáciles de observar en la naturaleza;
- Especies representativas de los principales grupos de ortópteros existentes en la Península Ibérica; y
- Especies que poseen características de diagnóstico relativamente fáciles de observar.

En suma, especies emblemáticas, endémicas, de tamaño grande, que habitan hábitats característicos de la Península Ibérica, o que presentan características particulares y curiosidades en sus ciclos de vida, y por ello todas ellas con potencial para generar un sentido de lugar o de pertenencia.

Durante las visitas a las colecciones se realizaron fotografías de las características identificativas, que posteriormente se utilizaron para ilustrar los distintos pasos de la clave de identificación disponible en línea. Por otra parte, el trabajo de campo permitió la colecta de los especímenes que integran la colección didáctica de muestras de ortópteros conservados en resina acrílica (véase apartado Colección didáctica), así como la toma de fotografías de las especies seleccionadas en ambiente natural.

Este trabajo permitió además encontrar nuevas localizaciones de dos especies poco conocidas en Portugal, ampliando considerablemente su área de distribución, utilizadas en la publicación de la nota que se incluye en el Anexo II, titulada “*New records of Petaloptila (Petaloptila) fermini Gorochov y Llorente, 2001 and Gryllomorpha (Gryllomorphella) uclensis Pantel, 1890 from continental Portugal (Orthoptera, Gryllidae)*” (Monteiro et al., 2016).

Construcción de la herramienta de identificación Orthopter-On

Las 35 especies seleccionadas sirvieron de base para la creación de la herramienta de identificación multicriterio Orthopter-On, que, al haber sido desarrollada en una plataforma web, permite su actualización progresiva hasta albergar información sobre toda la diversidad de especies de la Península Ibérica, así como los respectivos pasos e imágenes de detalles de características para su identificación.

La herramienta de identificación fue desarrollada por programadores especializados y puesta a disposición en la web, con recurso a tecnologías de código abierto LAMP –Linux (sistema operativo), Apache (servidor Web), MySQL (sistema gestión de bases de datos) y PHP (lenguaje de programación).

Descripción de la herramienta de identificación Orthopter-On

Esta clave de identificación interactiva e ilustrada con fotografías permite la identificación de 35 especies comunes de Orthoptera de forma sencilla y apelativa. Orthopter-On está disponible en línea (www.orton.pt) en español, portugués e inglés. El sitio web consta de una página inicial, donde se describe el proyecto, junto a la morfología y el ciclo de vida de los ortópteros, y desde la que se puede acceder a la clave de identificación a través del botón '*Identificar*'. La página inicial también da acceso a un glosario de términos científicos, a la lista y respectivo '*Archivo de especie*' de cada una de las 35 especies de saltamontes y grillos incluidas en la clave, y a la lista de las muestras que forman la '*Colección didáctica*' de resinas acrílicas para identificar, con los respectivos datos normalmente asociados a una colección científica. Los principales componentes de la herramienta se describen a continuación.

Botón *Identificar*

El botón '*Identificar*' (Figura 12) lleva al usuario a la clave de identificación Orthopter-On, en la que una sucesión de elecciones basada en la cuidadosa observación de la

presencia o ausencia de características conduce a la identificación del organismo elegido, a semejanza de las claves dicotómicas tradicionales (Tilling, 1984). Pero, contrariamente a éstas, que solo permiten la decisión entre dos alternativas, en la clave de identificación Orthopter-On es posible elegir entre más de dos, lo que facilita el proceso al reducir significativamente el número de pasos hasta llegar a la identificación (Best *et al.*, 2013; Martellos y Nimis, 2008).

El soporte multimedia posibilita la ilustración de las características diagnósticas con fotografías pormenorizadas y ampliadas, permitiendo comparar con facilidad las dos o más opciones a tomar (Martellos y Nimis, 2008). El texto que acompaña a las imágenes de las características diagnósticas es corto y de lenguaje accesible a los jóvenes de ESO y bachillerato. Sin embargo, en los casos en que hay palabras difíciles, estas están conectadas al glosario, de modo que pueden consultarse con facilidad. Estas opciones facilitan y tornan más atractivo el proceso de identificación. Así mismo, la clave Orthopter-On está organizada de modo que se respetan los grupos taxonómicos en el Orden Orthoptera y se reflejan las relaciones evolutivas que hay entre las distintas especies.

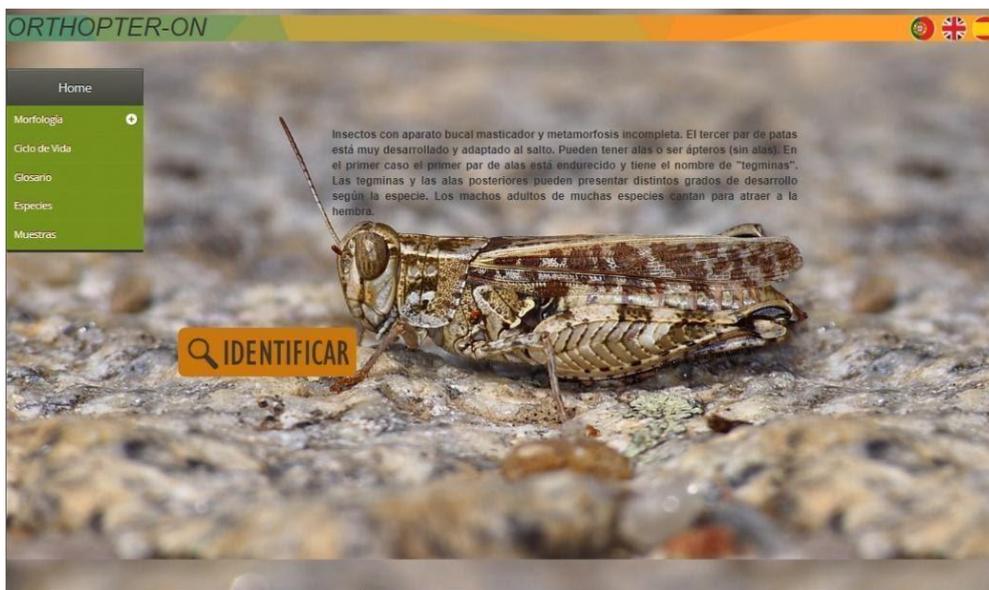


Figura 12 – Página inicial de Orthopter-On, donde se describen las características del Orden Orthoptera y se puede acceder, en el menú lateral, a informaciones sobre el proyecto (Home), la morfología de los distintos grupos, el ciclo de vida, etc. Pulsando el botón “identificar” se entra en la clave de identificación. Fotografía © Albano Soares.

En cada una de las páginas dedicadas a la identificación de organismos, varias fotografías representan los grupos de especies a seleccionar o rechazar en el proceso de clasificación, teniendo en cuenta las características del ejemplar elegido. Bajo las fotos de cada grupo de especies, un pequeño texto resume sus características; por ejemplo, en la segunda foto de la Figura 13 se puede leer: “Especie de gran tamaño: (hasta 50 mm de longitud). Patas anteriores excavadoras. Base de las alas anteriores (tegminas) con órgano especializado en la producción de sonido. Hembras con el ovopositor poco evidente”.

Observa el ortóptero en tu mano. Pasa el ratón sobre la imagen para ver las características distintivas de cada grupo. Elige el grupo con las características de tu insecto.

GRILLOS Y SALTONES



Especie de antenas finas y largas (más de 30 segmentos). Timpano localizado en las tibiae anteriores. En la base de las alas anteriores (tegminas) presentan un órgano especializado en la producción de sonido – el órgano estridulador (más desarrollado en los machos). Las hembras poseen el ovipositor muy desarrollado y con distintas formas

¿Crees que es un grillo o un saltón?

[Pulsa aquí](#)

GRILLO TOPO



Especie de gran tamaño: (hasta 50 mm de longitud). Patas anteriores excavadoras. Base de las alas anteriores (tegminas) con órgano especializado en la producción de sonido. Hembras con el ovopositor poco evidente

¿Crees que es un grillotopo?

[Pulsa aquí](#)

SALTAMONTES



Especie de antenas cortas y robustas (menos de 30 segmentos). Timpano localizado en la base del abdomen. Tegminas no presentan órgano estridulador. Hembras con el ovopositor poco visible.

¿Crees que es un saltamontes?

[Pulsa aquí](#)

GRILLOS Y SALTONES



Especie de antenas finas y largas (más de 30 segmentos). Timpano localizado en las tibiae anteriores. En la base de las alas anteriores (tegminas) presentan un órgano especializado en la producción de sonido – el órgano estridulador (más desarrollado en los machos). Las hembras poseen el ovipositor muy desarrollado y con distintas formas

¿Crees que es un grillo o un saltón?

[Pulsa aquí](#)

GRILLO TOPO



Especie de gran tamaño: (hasta 50 mm de longitud). Patas anteriores excavadoras. Base de las alas anteriores (tegminas) con órgano especializado en la producción de sonido. Hembras con el ovopositor poco evidente

¿Crees que es un grillotopo?

[Pulsa aquí](#)

SALTAMONTES



Especie de antenas cortas y robustas (menos de 30 segmentos). Timpano localizado en la base del abdomen. Tegminas no presentan órgano estridulador. Hembras con el ovopositor poco visible.

¿Crees que es un saltamontes?

[Pulsa aquí](#)

Figura 13 – Primera página de identificación, que surge tras la selección del botón ‘Identificar’. Pulsando en el nombre de la característica a observar (en azul en la imagen) se puede ver dicha característica ampliada, con el fin auxiliar el proceso de identificación: las patas anteriores excavadoras del Grillo topo, en este caso. Fotografías: Grillos y saltones, Grillo topo © José Ramón Correas; Saltones © Francisco Barros; pormenor de la pata © Ricardo Ramírez.

Las palabras subrayadas en el texto corresponden al nombre de la estructura a observar, y pueden aparecer atenuadas sobre la imagen elegida para representar cada grupo, próximas a la estructura a que se refieren. Pasando con el ratón sobre las mismas es posible ver, muy ampliada, dicha estructura. La clave de identificación Orthopter-On enseña más de 80 pormenores de las características identificativas de las especies representadas.

El alumno deberá observar el ejemplar conservado en resina acrílica a la lupa y comparar la morfología de las estructuras representadas en cada uno de los grupos en clave, con la morfología de las estructuras de su muestra, eligiendo el grupo con el conjunto de estructuras más parecidos al del ejemplar que está intentando identificar, para continuar en la etapa siguiente de la identificación y así sucesivamente, hasta llegar a la identificación de la especie. Es probable que el alumno no lo logre a la primera, en cuyo caso tendrá que volver atrás e intentarlo nuevamente: los taxonomistas también lo hacen.

[Archivo de especie](#)

Como resultado de la identificación se llega a la página del archivo de especie (Figura 14) donde se puede obtener más información sobre cada una de las especies de ortópteros representadas en la clave Orthopter-On (Grupo, nombre común, nombre científico, descripción, hábitat, época de observación y distribución).

Aquí el usuario de la clave también encontrará, siempre que haya sido posible obtenerlas, varias fotografías de machos, hembras y estados inmaturos de la especie, que permiten ejemplificar la diversidad de formas en que aparecen estos seres vivos en la naturaleza, representativas de la componente genética de la biodiversidad. En algunos casos es posible escuchar el “canto” tan característico de este grupo de insectos, que también tiene valor de identificación. El papel del canto de las aves, como complemento a la identificación visual, fue considerado como relevante para un mejor desempeño en actividades de identificación de organismos de alumnos eslovacos (Prokop y Rodák, 2009).

Grupo Grillos topo

Nombre comun Grillo topo

Especie *Gryllotalpa vinea*

Descripción Especie inconfundible por su gran tamaño y patas anteriores excavadoras.

Habitat Vive bajo suelos húmedos donde hace galerías. Por veces puede habitar en huertas y jardines.

Época de observación Adultos de abril a mayo.

Distribución Toda Europa, Medio Oriente y Norte de África.



▶ 0:38 / 0:38 ———▶ 🔊 ⋮

Figura 14 – Archivo de especie del grillo topo, donde se puede acceder a la información sobre la especie identificada. © Francisco Barros

Colección didáctica

La colección didáctica, que es a la vez una colección científica, cuenta con 100 ejemplares de las 35 especies de grillos y saltamontes representadas en la clave de identificación Orthopter-On. Al igual que en cualquiera de las colecciones científicas que se encuentran en los museos de Historia Natural, cada espécimen, protegido por una resina acrílica, posee una etiqueta que indica el número de colección, la localidad de captura, la fecha y el colector (Figura 15). El número de colección forma parte de una base de datos y permite la consulta de más informaciones sobre el ejemplar en la pestaña 'Muestras' de la página inicial. Así, se puede conocer cuál es el nombre científico de la especie y confirmar la identificación del ejemplar elegido, pero también otras

informaciones como si es macho o hembra, el hábitat o la planta en que fue capturado, el nombre de la localidad, las coordenadas geográficas y el nombre del colector.



Figura 15 - Ejemplar exhibiendo macho y hembra de saltamontes preservados en resina acrílica. Una colección de 50 resinas acrílicas con especímenes pertenecientes a 35 especies utilizadas para realizar la actividad de identificación. © Eva Monteiro

4.2.2. Actividad Orthopter-On

La actividad Orthopter-On consiste en una clase práctica de identificación de saltamontes y grillos, con una duración de 90 minutos, concebida para ser realizada con la ayuda del profesorado. Estos, que previamente han asistido a una sesión de formación (ver apartado siguiente), empiezan por hacer una ligera introducción a la morfología de los ortópteros y a los principios básicos del funcionamiento de la clave de identificación (30 minutos). A continuación, se invita a los participantes a realizar la actividad de identificación usando libremente las muestras de la colección didáctica, y se les anima a que observen e identifiquen tantas muestras como sean capaces en el tiempo disponible.

Los alumnos y alumnas trabajaron en grupos de dos y cada pareja tuvo acceso a la colección didáctica y dispuso de un ordenador con conexión a internet y una lupa binocular para observar las características diagnóstico (Figura 16).

Se facilitó una ficha de la actividad (Anexo III) a cada alumno, para que pudiese registrar los pasos seguidos durante el proceso de identificación de cada especie: los grupos taxonómicos, las características identificativas y el resultado de la identificación (nombre específico y nombre común).



Figura 16 – Alumno observando a la lupa binocular un ejemplar ortóptero de la colección didáctica, mientras consulta la herramienta de identificación Orthopter-On disponible on-line. Fotografía: © Prof. José Luis Gutiérrez.

Formación del profesorado

Se propuso a profesores de 1º ESO y 1º BACH de los Institutos de Enseñanza Secundaria participantes, que utilizarasen la herramienta de identificación Orthopter-On y la colección didáctica para realizar una actividad práctica de identificación de saltamontes y grillos ibéricos.

Con el fin de familiarizarles con el funcionamiento de la clave, así como de actualizar sus conocimientos sobre la morfología y taxonomía de los ortópteros, se realizó una acción de formación en cada uno de los centros participantes, con una duración aproximada de cuatro horas, que consistió en una sesión teórico-práctica con los siguientes objetivos:

- Presentar el proyecto 'Identificación de organismos en la alfabetización para la biodiversidad en escuela: Caso de estudio con grillos y saltamontes en institutos de enseñanza secundaria de España'

- Reevaluar con el profesorado los materiales preparados y el diseño de la actividad didáctica;
- Explorar los conceptos básicos sobre biodiversidad en los currículos escolares, a través de una actividad práctica de identificación de organismos;
- Presentar las bases de la morfología de la Clase Insecta, en particular del Orden Orthoptera, así como de la diversidad e importancia ecológica de este Orden en el contexto ibérico;
- Recoger sus opiniones y sugerencias con el fin de optimizar la clave de identificación y el diseño y desarrollo de la actividad.

4.2.3. Cuestionarios

Para la recogida de los datos a analizar se optó por el uso de cuestionarios, que constituyen un instrumento muy útil y ampliamente usado en estudios sociales relacionados con la medición de conocimientos y actitudes (Cohen *et al.*, 2007). Para su diseño se siguió una metodología paso-a-paso que consistió en: i) la definición de los contenidos, con base en la consulta bibliográfica; ii) la construcción y selección del conjunto de ítems; iii) la revisión por expertos; y iv) la realización de un estudio piloto para su validación (Black, 1999; Oppenheim, 1992). A continuación, fueron administrados a los estudiantes de la muestra seleccionada por los profesores de las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza (en 1º ESO) o Biología (en 1º BACH). Se informó a los alumnos y alumnas de que se trataba de una encuesta anónima, parte de un estudio de investigación, y que los resultados no serían usados en su evaluación curricular.

Cuestionario pretest

El cuestionario pretest (Prt), que se presenta en el Anexo IV, integra una sección inicial para la identificación del alumno a través de un código único que permite identificarlo unívoca e inequívocamente, manteniendo a su vez el anonimato y la recogida de datos

factuales – tanto si el alumno es parte del grupo que participa en la actividad de identificación con la herramienta de identificación (Clase Orthopter-On), como si participa en la clase expositiva convencional (Clase Convencional) –, así como información sobre datos de caracterización sociodemográfica (edad, género, curso y colegio). Las restantes cuestiones del pretest se dividen en dos grupos:

- Grupo I (34 ítems). Incluye cuestiones que aportan información a las variables explicativas y que caracterizan a los alumnos en cuanto a sus características sociodemográficas y entorno familiar, su afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales, y su experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales y de identificación de organismos;
- Grupo II (13 ítems). Agrupa las cuestiones que constituyen las variables dependientes, usadas en la evaluación de los conocimientos, actitudes y comportamientos hacia la biodiversidad y su uso sostenible.

Cuestionario posttest

En el Anexo V se muestra el cuestionario posttest (Pst), donde se repitieron las preguntas del grupo II (cuestiones Pst-P1 a Pst-P7) con el fin de evaluar si hubo variaciones en los conocimientos, actitudes y comportamientos hacia la biodiversidad y su conservación, después de haber realizado la actividad de identificación (Clase Orthopter-On) o asistir a la clase convencional sobre biodiversidad (Clase Convencional), y de determinar el efecto de la identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad. En el subcapítulo 4.4.3. se presentan los detalles de los análisis estadísticos efectuados en este experimento.

En la Tabla V (apartado 4.3.1.) se presenta un resumen de los ítems de los cuestionarios pretest y posttest, según el tipo de preguntas realizadas y el dominio a caracterizar y evaluar al que pertenecen.

Cuestionario sobre la usabilidad de la herramienta Orthopter-On

Finalmente, se construyó un cuestionario específico con el fin de evaluar la herramienta de identificación Orthopter-On y valorar su usabilidad, es decir, su facilidad de uso en el proceso de identificación, así como su cumplimiento de los objetivos para los cuales fue creada. Este cuestionario consta de 10 preguntas (Pst-P8 a Pst-P17), incorporadas al cuestionario posttest administrado a los participantes en la actividad de identificación (véase Tabla VI y Anexo V). Antes de la realización de la actividad se recabaron datos sociodemográficos y se preguntó a los alumnos acerca de su percepción sobre la dificultad del proceso de identificación de organismos. Las restantes cuestiones se plantearon posteriormente.

Tipología de preguntas

Se utilizaron preguntas cerradas de escala Likert para medir la intensidad de la opinión de los alumnos sobre cuestiones relacionadas con la afinidad hacia las ciencias naturales (p. ej. grado de preocupación por el ambiente y gusto y facilidad por las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza y Biología) y la frecuencia de la práctica de actividades en la naturaleza y de observación de organismos. En las restantes cuestiones cerradas, se podía contestar a una o más opciones (respuesta múltiple), dependiendo de los casos (véase Tabla V y Tabla VI).

En algunos casos se optó por la formulación de preguntas abiertas, con el fin de no influenciar las respuestas y reducir el riesgo de introducir en la pregunta información sobre los conocimientos que se querían medir (Moss *et al.*, 2015). Las respuestas obtenidas se codificaron de modo que pudieran ser analizadas cuantitativamente (véase subcapítulo 4.4.2).

Validación de los cuestionarios

Se realizó una validación cualitativa de los instrumentos utilizados, en dos fases. En la primera de ellas, los cuestionarios fueron leídos y comentados por diferentes profesores y profesoras del primer ciclo de enseñanza secundaria obligatoria y de bachillerato. Tras valorar sus comentarios y sugerencias, se modificó la versión preliminar de los cuestionarios, que posteriormente se administraron a 20 alumnos de primero curso de ESO y a otros 20 alumnos de primero de bachillerato. Tras analizar sus respuestas y valorar las dificultades a que se enfrentaron a la hora de interpretar y comprender las preguntas, el tiempo empleado para contestarlos y, una vez más, las sugerencias del profesorado, se procedió a realizar los cambios necesarios en los cuestionarios, para obtener su versión definitiva.

4.3. Variables

4.3.1. Definición de las variables

En la Tabla V se presentan los ítems del cuestionario y las respectivas variables utilizadas en los distintos análisis de este estudio. Para cada ítem se indica:

- el **tipo** de pregunta (abierta, cerrada unirrespuesta, cerrada multirrespuesta o escala de Likert);
- las **categorías** de cada variable, que corresponden, en el caso de las preguntas abiertas, a los resultados obtenidos tras la codificación de las respuestas de los alumnos y, en el caso de las variables indicadas con **, a la transformación de las categorías originales, recogidas a través de respuestas cerradas o de escala de Likert, en nuevas categorías que se muestran en la columna correspondiente (sobre la codificación de las respuestas abiertas véase apartado 4.3.2);
- los valores de las nuevas categorías en los casos en que fue necesario proceder a la **recodificación** de la variable para su utilización en los modelos lineales mixtos generalizados y de regresión logística usados en el análisis estadístico (véase apartado 4.3.2); y, finalmente,
- la correspondencia con las preguntas de los cuestionarios (Pretest y/o Postest) de las que proceden.

Tabla V - Variables utilizadas en este estudio, agrupadas por cada uno de los dominios considerados.

Dominio/Ítem	Tipo ⁽¹⁾	Categoría ⁽²⁾	Recodificación ⁽³⁾	Prt	Pst
1 – Características sociodemográficas y entorno familiar					
Edad	A	Edad (en años)	-	-	-
Curso	C	1º ESO/1º BACH	-	-	-
Género	C	Femenino/Masculino/ Desconocido	-	-	-
Instituto	C	IES Joaquín Turina / IES El Escorial / IES Guadarrama / IES Sierra de Guadarrama	-	-	-
Ocupación del padre/madre	A	Relacionada con el medio ambiente / No relacionada / No sabe	-	P5	-
Ocupación del padre/madre	A	Nivel de competencias, según la Clasificación Nacional de Ocupaciones (ver anexo VI)	-	P5	-
Nivel de estudios padre/madre**	C	1 - Estudios primarios/secundarios 2 – Bachillerato/ Formación Profesional 3 – Estudios Universitarios 4 – No sabe	Sin/con grado universitario	P6	-
2 - Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales					
Conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA)	A	Conoce / No conoce	-	P1	-
Ámbito geográfico de las ANMA citadas	A	Autonómico / Nacional / Internacional	-	P1	-
Preocupación por la naturaleza y el medio ambiente	L	De 1 (Nada preocupado/a) a 5 (Muy preocupado/a)	1-Nada o poco 2-Medianamente 3-Bastante o mucho	P2	-
Gusto por la asignatura de Ciencias Naturales /Biología	L	De 1 (No me gusta nada) a 5 (Me gusta muchísimo)	1-Nada o poco 2-Medianamente 3-Bastante o mucho	P3	-
Facilidad con la asignatura de Ciencias Naturales/Biología	L	De 1 (Una de las asignaturas que más me cuesta) a 5 (una de las que menos me cuesta)	1-Bastante o mucho 2-Medianamente 3-Nada o poco	P3	-
Calificación en Ciencias Naturales/Biología	C	Insuficiente / Aprobado / Notable / Sobresaliente / No lo recuerdo	-	P4	-

Dominio/Ítem	Tipo ⁽¹⁾	Categoría ⁽²⁾	Recodificación ⁽³⁾	Prt	Pst
3 - Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales					
Frecuencia práctica de actividades en la naturaleza**	L	0 a 52 semanas al año	-	P7	-
Fuentes de aprendizaje sobre la biodiversidad	MR	Medios de comunicación / Museos y centros de ciencia / Actividades en la naturaleza / Escuela / Con amigos y familiares / Otros	-	P13	-
4 - Práctica de identificación de organismos					
Importancia de saber identificar seres vivos	L	De 1 (Nada) a 5 (Muy importante)	1-Nada o poco 2-Medianamente 3-Bastante o mucho	P16	P7
Por qué es importante identificarlos	A	Conocimiento / Utilitario / Conservación / Valor intrínseco / No es importante	-	P16	P7
Dificultad de la identificación de animales y plantas	L	De 1 (Nada complicado) a 5 (Muy complicado)	1-Nada o poco 2-Medianamente 3-Bastante o mucho	P17	-
Realización de actividades de identificación	C	Si / No	-	P18	-
Frecuencia realización de actividades de identificación	L	1 (Casi nunca) a 5 (una vez a la semana o más)	-	P18	-
Materiales utilizados para la identificación	MR	Guías de campo /Claves de identificación / Ayuda de amigos/ Internet / Otros	-	P19	-
Contexto de identificación (en qué situación, dónde, o con quién)	A	Formal (Escuela; Salidas de campo) / Informal (Museos y centros de ciencia; Actividades de tiempo libre, cursos de verano o scouts) / Familiar (Amigos y familiares); Solo	Formal / Informal / Familiar / 2 o más situaciones / No sabe	P20	-
5 – Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación					
Comprensión de la biodiversidad*	A	Escala de comprensión de la biodiversidad modificada (Moss <i>et al.</i> 2015) (véase apartado 4.4.2)	-	P8	P1
Importancia de la biodiversidad*	L	De 1 (Nada importante) a 5 (Muy importante)	1-Nada o poco 2-Medianamente 3-Bastante o mucho	P9	P2

Dominio/Ítem	Tipo ⁽¹⁾	Categoría ⁽²⁾	Recodificación ⁽³⁾	Prt	Pst
5 – Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación (continuación)					
Beneficios de la biodiversidad	A	Aprovisionamiento / Regulación / Culturales / Soporte	Cita beneficios / No cita	P10	P3
Importancia de la conservación*	L	De 1 (Nada importante) a 5 (Muy importante)	1-Nada o poco 2-Medianamente 3-Bastante o mucho	P11	P4
Acciones para proteger la biodiversidad*	A	Escala de conocimiento de acciones de conservación modificada (Moss <i>et al.</i> 2015) (véase apartado 4.4.2)	-	P12	P5
Conocimiento de animales del entorno	A	Animales no especificados (ANE) / Animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos (ADE)/ Vertebrados autóctonos especificados (VAE) / Invertebrados autóctonos especificados (IAE)	ANE / ADE / Animales vertebrados e invertebrados autóctonos (VIA)	P14	-
Conocimiento de plantas del entorno	A	Plantas no especificadas (PNE) / Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas (PCE) / Árboles autóctonos especificados (AAE) / Otras plantas autóctonas (OPA)	PNE / PCE / Plantas autóctonas especificadas (PAE)	P14	-
Observación de organismos camino al instituto	C	Si / No	-	P15	P6
Animales observados	A	ANE / ADE / VAE / IAE	-	P15	P6
Plantas observadas	A	PNE / PCE / PAE	-	P15	P6

(1) A= abierta, C=cerrada unirrespuesta, MR=cerrada multirrespuesta, L=escala de Likert.

(2) Categorías de las variables originales, que en el caso de las preguntas abiertas, resultan de la codificación de las respuestas descrita en el apartado 4.4.2.

(3) Nuevos valores atribuidos a las categorías de las variables recodificadas, para efectos de los análisis estadísticos.

Prt (Pretest) y Pst (Postest): en estas columnas se indica el número de la pregunta de cada uno de los cuestionarios de la que procede la variable.

* Indica las variables dependientes.

** Variables cerradas cuyas categorías originales fueran transformadas en nuevas categorías para los análisis descriptivos.

Finalmente, en la Tabla VI se presentan los ítems, variables y sus categorías, usadas en la evaluación de la actividad y de la usabilidad de la herramienta de identificación Orthopter-On, que por motivos operativos se incorporaron al cuestionario postest

utilizado en la clase con la herramienta de identificación Orthopter-On (preguntas P9 a P17).

Tabla VI – Ítems incluidos en el cuestionario postest utilizado en la clase con la herramienta de identificación Orthopter-On, con el fin de evaluar la actividad y la usabilidad de la herramienta de identificación. Se indican los ítems/variables que proceden de las preguntas indicadas en la última columna;

Ítem	Tipo ⁽¹⁾	Categoría ⁽²⁾	Pst
Con los materiales adecuados podrías identificar organismos	L	1 – Nada o poco de acuerdo; 2 – Moderadamente de acuerdo; 3 – Bastante o muy de acuerdo	P9
Materiales adecuados para la identificación de organismos	A	Auxiliares (Lupas; Prismáticos); Didácticos (Claves de identificación; guías de campo); Oportunidades (ocasiones didácticas que facilitan la observación y el contacto con los organismos a identificar)	P10
Orthopter-On es útil para conocer los organismos de la región	L	1 – Nada o poco de acuerdo; 2 – Moderadamente de acuerdo; 3 – Bastante o muy de acuerdo	P11
Utilidad Orthopter-On para conocer organismos	A	Aprender más; Fácil y divertida; No es útil	P11
Orthopter-On me ha parecido fácil de usar	C	Si / No	P12
Es fácil de usar porque...	A	Eficaz; Accesible; Visual; Interactiva	P12
Es difícil de usar porque...	A	Lenguaje; Muchas especies; Dificultad de observación	P12
Fue necesaria la ayuda de el/la profesor/a	C	Si / No	P13
Situación en que fue necesaria ayuda de el/la	A	Características diagnóstico; Distinguir entre especies o grupos semejantes	P14
¿Cuántas especies has podido identificar?	A	Nº de especies identificadas	P15
Especies que te hayan llamado la atención	A	Cita género o especie; Gran categoría taxonómica; No contesta	P16
Sugerencias para mejorar la clave	A	Informativas; Circunstanciales; Formales (véase apartado 4.4.2)	P17

(1) A= abierta, C=cerrada unirrespuesta, L=escala de Likert.

(2) Categorías de las variables originales, que en el caso de las preguntas abiertas, resultan de la codificación de las respuestas descrita en el apartado 4.4.2.

Pst: Pregunta del formulario postest del que procede el ítem o variable

4.3.2. Análisis de contenido y codificación de las preguntas abiertas

Todos los datos recogidos a través de preguntas abiertas en las encuestas se transcribieron y grabaron *verbatim* en una base de datos, en entorno Microsoft Access. Se procedió a un análisis de contenidos, a partir del cual se codificaron las respuestas, para permitir su posterior análisis cuantitativo. El análisis de contenidos de datos cualitativos es un método para describir el significado de estos datos de forma sistemática, a través de la codificación del material recogido, que permite asignarlo a distintas categorías determinadas en el marco de un estudio. La asignación a dichas categorías cuantificables permite su posterior análisis. Se trata de una metodología ampliamente usada para explicar fenómenos en las ciencias sociales y de la educación (Creswell, 2012; Krippendorff, 2004; Schreier, 2012). La formulación de preguntas abiertas se utiliza habitualmente para analizar temas en profundidad y cuando no se quiere limitar de partida las visiones de los participantes (Moss *et al.*, 2015; Weller *et al.*, 2018).

El análisis de contenidos se realizó de forma independiente por dos investigadores, de acuerdo con la siguiente metodología: lectura del texto, división en segmentos, etiquetaje de los segmentos con códigos, revisión de los segmentos codificados para eliminar redundancias o sobreposiciones uniendo dichas codificaciones en temas más amplios (Creswell, 2012). El resultado de la codificación llevada a cabo independientemente por los dos investigadores fue discutido, las categorías y puntuaciones atribuidas contrastadas y, en caso de discordancia, debatidas hasta que se llegó a un consenso.

Seguidamente se describen los análisis de contenido efectuados a las respuestas a las preguntas abiertas y las posteriores codificaciones en categorías.

Conocimiento de asociaciones conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA) (Prt-P1)

Las personas que pertenecen a asociaciones de conservación de la naturaleza o de defensa del medio ambiente, exhiben un mayor grado de conocimientos y percepciones

más positivas sobre la biodiversidad (Junge *et al.*, 2011; Lindemann-Matthies y Bose, 2008; Moss *et al.*, 2015). Como los alumnos y alumnas participantes, por su edad, tienen menos probabilidades de ser miembros de pleno derecho de una asociación, se les pidió que nombraran aquellas que conozcan. Las instituciones indicadas por los alumnos fueron posteriormente clasificadas en función de su ámbito de actuación o influencia: autonómico, nacional o internacional. Entre ellas se encuentran instituciones sin el carácter de ANMA, pero que de alguna forma tienen un papel en la conservación de la naturaleza o en la promoción de sus valores, tales como servicios estatales y medios de comunicación, que además fueran referidas por más de un alumno; por ello, se decidió incluirlas en el análisis descriptivo, en la categoría de 'otras' (véase Tabla anexa VI, Anexo VII).

Ocupación de los progenitores (Prt-P5)

Las ocupaciones de los padres y las madres de los alumnos se clasificaron, en función de su relación con el medio ambiente, en las siguientes categorías:

- **Relacionada con el ambiente:** cuando la profesión está relacionada con el medio ambiente o la naturaleza;
- **No relacionada con el ambiente:** cuando la profesión indicada no está relacionada con el medio ambiente o la naturaleza;
- **No sabe:** en esta categoría se incluyen los casos en que los alumnos no contestan o declaran no saber cuál es la profesión del padre o de la madre, así como aquellos en que ha sido imposible determinar si la profesión indicada tiene relación con el medio ambiente, o cuando los progenitores se encuentran en situación de desempleo o jubilación, sin que el alumno haya precisado su profesión.

La influencia de la familia en el aprendizaje de la ciencia, como proveedora de experiencias físicas (p. ej. visitas a museos de ciencia) y de recursos conceptuales (conversaciones y disponibilidad de bibliografía u otra información sobre el tema en casa) es conocida (Zimmerman *et al.*, 2013). Las experiencias y conocimientos de los

progenitores y familiares más cercanos en, y sobre, la naturaleza, afectan al conocimiento de los jóvenes sobre la misma (Bebbington, 2005). Del mismo modo, tener una profesión relacionada con la biología, la ecología o la conservación de la naturaleza, está relacionado con un conocimiento más amplio de la biodiversidad y una mayor preocupación por su conservación (Bebbington, 2005; Junge *et al.*, 2011; Lindemann-Matthies y Bose, 2008). Por todo ello, se puede admitir que idéntica relación y efecto, en relación con la biodiversidad, se verifican en aquellos casos que los progenitores tienen profesiones relacionadas con el medio ambiente y la naturaleza.

Además, las profesiones se clasificaron según los niveles de competencia descritos en la *Clasificación Nacional de Ocupaciones 2011* (CNO-11, Real Decreto 1591/2010, de 26 de noviembre, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Ocupaciones). Según la CNO-11, el nivel de competencias es una medida de la complejidad y diversidad de tareas y cometidos propias de una ocupación. Los cuatro niveles de competencia se presentan en el Anexo VI, por orden creciente de complejidad.

Los niveles de estudios y de competencias de los progenitores se usaron como indicadores del nivel socioeconómico familiar, considerando que los primeros mantienen una relación directa con el segundo (Lynch, 2006; Wolla y Sullivan, 2017). Distintas investigaciones han mostrado la relación de ambos factores con un mayor grado de conocimiento de la biodiversidad, al menos en los países occidentales (Bermudez *et al.*, 2017, 2018; Pilgrim *et al.*, 2007, 2008).

Comprensión de la biodiversidad (Prt-P8 y Pst-P1)

Para evaluar la comprensión de la biodiversidad, se adaptó al presente trabajo la escala de comprensión de la biodiversidad desarrollada por Moss *et al.* (2015) para evaluar la contribución de los zoológicos de todo el mundo para alcanzar la Meta 1 de Aichi. Para determinar su comprensión de la biodiversidad, se solicitó a los alumnos y alumnas que dijeran, a través de palabras sueltas, frases o un párrafo, lo que significaba para ellos la biodiversidad. Un análisis cualitativo de las respuestas sugirió la existencia de grados

continuos en la comprensión de la biodiversidad y para cuantificarlos se utilizó la escala unidireccional de comprensión de la biodiversidad de Moss *et al.* (2015).

Conforme a lo establecido en la Escala de Moss, las respuestas de cada alumno a la pregunta *¿Que significa para ti la biodiversidad?* se puntuaron de 1 a 5 tras el análisis de contenidos, según su naturaleza, como se presenta a continuación:

- **1 punto:** respuestas inexactas; la descripción no contiene elementos exactos (p. ej. «el ambiente», «la naturaleza»).
- **2 puntos:** respuestas ambivalentes; las descripciones contienen algunos elementos exactos y otros inexactos.
- **3 puntos:** las respuestas presentan algunas evidencias de comprensión, como la mención de algún elemento biológico (p. ej. «especies»).
- **4 puntos:** las respuestas demuestran evidencias positivas de comprensión, como algunas descripciones detalladas, pero mencionando solo animales o plantas; o descripciones vagas pero detalladas (p. ej. «muchas especies», «variedad de especies»).
- **5 puntos:** fuertes evidencias de comprensión, sin elementos inexactos; mención específica de animales y plantas (p. ej. «diversidad de animales y plantas en una región»).

En una segunda fase, a la puntuación anteriormente obtenida se le añadió 1 punto por la mención de cada uno de los siguientes componentes de la biodiversidad:

- interconexión entre las especies y el ambiente;
- valor genético de la biodiversidad;
- importancia de la biodiversidad para los humanos;
- necesidad de conservación de la biodiversidad;
- comportamientos responsables hacia la biodiversidad.

De este modo, la variable de la escala de Moss original resultante de esta pregunta puede presentar valores entre 1 y 10 puntos (Moss *et al.*, 2015).

Sin embargo, en el presente estudio fue necesario adaptar la escala anterior, considerando los casos en que no hubo respuesta, no como perdidos o nulos, como lo hicieron Moss *et al.* (2015), sino asignándoles un valor de 0 en la escala de comprensión de la biodiversidad. El motivo para esta modificación se basa en la gran cantidad de alumnos y alumnas que no contestaron en el pretest a esta pregunta, pero sí lo hicieron en el postest, lo que nos llevó a considerar que los alumnos que no respondieron a la pregunta *¿Que significa para ti la biodiversidad?* en el pretest lo hicieron porque no tenían ningún conocimiento del tema, y por ello su valoración se adecuaba mejor a una puntuación de 0 en la escala de comprensión de la biodiversidad. Además, esta opción nos parece también la más adecuada para una correcta comparación de los resultados obtenidos antes y después de la realización de los dos tratamientos (Orthopter-On y clase convencional), ya que en ambos casos una parte considerable de los estudiantes que no contestaron a la pregunta en el pretest, sí lo hicieron en el postest. A esta nueva variable la hemos denominado *Escala Moss de comprensión de la biodiversidad modificada* (ver Tabla V), y sus valores oscilan entre 0 y 10.

Beneficios de la biodiversidad (Prt-P10 y Pst-P3)

Las respuestas sobre los beneficios de la biodiversidad se codificaron según cuatro categorías, de acuerdo con los servicios de ecosistema (Millennium Ecosystem Assessment, 2005):

- **Servicios de aprovisionamiento:** cuando los beneficios mencionados se refieren a comida, materias primas u otros bienes materiales que resultan directamente de los organismos que constituyen la biodiversidad (p. ej. la miel producida por las abejas; la madera usada en la construcción).
- **Servicios de regulación:** los beneficios citados tienen impacto directo en la regulación del clima, de las inundaciones, en el control de enfermedades y plagas, en el mantenimiento de la calidad del agua, etc.;

- **Servicios culturales:** beneficios que transmiten valores religiosos, educativos, estéticos e inspiradores, así como los valores recreativos, simbólicos y cognitivos que contribuyen a nuestro bienestar espiritual;
- **Servicios esenciales o de soporte:** beneficios que constituyen servicios de sustento, crecimiento y producción, que mantienen las condiciones de habitabilidad en la Tierra, como la formación y retención del suelo, la fotosíntesis, la polinización, el ciclo de los nutrientes, etc.

Cada alumno podía referir hasta cuatro beneficios de la biodiversidad, o marcar una casilla en el caso de que no se acordase de ninguno. Las respuestas que no se correspondían con ningún tipo de servicio de ecosistema se consideraron como casos perdidos.

Conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad (Prt-P12 y Pst-P5)

Para valorar el grado de conocimiento acerca de las posibles acciones que se pueden llevar a cabo para proteger la biodiversidad, se adaptó igualmente la escala de conocimiento de acciones de conservación desarrollada por Moss *et al.* (2015). Como en el caso de la comprensión de la biodiversidad, las respuestas se distribuyen en un *continuum* que va desde acciones muy generales a otras muy específicas, realizables a nivel personal. Las respuestas se codificaron inicialmente en una variable binaria que indica si se menciona al menos una acción (1=Sí) o no se menciona ninguna (0=No). La referencia a una acción o comportamiento favorable a la protección de la biodiversidad corresponde a 1 punto en la referida escala, al que se añaden más puntos de acuerdo con las siguientes características de la acción o comportamiento:

- **0 puntos:** la acción o comportamiento que se indica no es relevante para la conservación;
- **1 punto:** no se indica una acción o comportamiento específico (p. ej. «salvar los ecosistemas»);

- **2 puntos:** identificación específica de una acción o comportamiento pro biodiversidad que no puede ser alcanzado a nivel individual (p. ej. «acabar con la caza»);
- **3 puntos:** identificación de acciones o comportamientos muy específicos pro biodiversidad que pueden ser alcanzados a nivel individual (p. ej. «colocar cajas-nido», «conducir menos para combatir los efectos de las alteraciones climáticas»);
- **4 puntos:** identificación de acciones o comportamientos muy específicos pro biodiversidad en que la persona declara claramente que practica acciones o muestra comportamientos orientados a la protección de la biodiversidad (p. ej. «yo reciclo mi teléfono móvil por los gorilas»).

En la respuesta a esta pregunta se podían indicar hasta dos acciones, cada una de las cuales se puntuó por separado. La suma de ambas valoraciones constituye la puntuación final de la Escala de Moss de conocimiento de acciones de conservación de la biodiversidad. Dicha escala puede llegar a un máximo de 10 puntos, si se indican dos acciones o comportamientos, o cinco puntos si mencionan solo una.

Como en la escala de comprensión de la biodiversidad, y por los motivos anteriormente presentados, esta escala se adaptó de modo que, en los casos en que no hubo respuesta, el valor obtenido en la escala de conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad sea igual a 0. A partir de ahora, para los efectos de este estudio, nos referiremos a esta como la *Escala de conocimiento de acciones de protección modificada*, o simplemente *Conocimiento de acciones de protección/conservación de la biodiversidad*, cuando nos referimos a la variable correspondiente.

Conocimiento (Prt-P14) y observación de organismos (Prt-P15 y Pst-P6)

El grado de conocimiento de animales y plantas locales se encuentra asociado a una mayor o menor alfabetización sobre la biodiversidad y predisposición para contribuir a su conservación (Ballouard *et al.*, 2011; White *et al.*, 2018). Así, para valorar el conocimiento de los organismos locales se pidió a los estudiantes que identificaran

libremente algunos animales y plantas de su entorno. A continuación, se les solicito que mencionaran los seres vivos en los que se habían fijado ese mismo día de camino al instituto.

La utilización de enumeraciones libres es una metodología etnográfica bien establecida en que se les pide a los sujetos de estudio que mencionen de forma aleatoria ítems en un determinado dominio. Esta metodología se basa en los siguientes presupuestos: (1) las personas tienden a enumerar libremente elementos que les son familiares; (2) los individuos que saben más sobre un asunto listan un mayor número de términos relacionados con ese asunto; (3) los términos mencionados por más gente tienden a indicar ítems con prominencia o preponderancia local (Quinlan, 2005).

Los datos obtenidos a través de esta metodología permiten descubrir, para un determinado dominio del conocimiento, la 'prominencia o preponderancia relativa' (*relative salience*, en inglés) de los distintos ítems entre todos los encuestados (Quinlan, 2005). Tradicionalmente usada para poner en relieve ciertos dominios culturales de una población humana, esta metodología fue adoptada por distintos autores para el estudio del conocimiento de animales y plantas (Bermudez *et al.*, 2017, 2018; Campos *et al.*, 2012; Gurung, 2003; Lindemann-Matthies, 2005).

En este estudio, los organismos indicados por cada alumno fueran listados y uniformizados en distintos elementos de biodiversidad, correspondiendo estos a la categoría taxonómica más baja identificable del organismo mencionado. Por ejemplo, *rana* es un elemento de biodiversidad de la clase Amphibia identificable hasta la categoría taxonómica de la Familia y *gallipato* es otro elemento de biodiversidad del mismo grupo identificable hasta la categoría taxonómica de la especie.

Posteriormente, cada elemento de biodiversidad mencionado se clasificó en función de: (1) su origen (Autóctono vs Exótico); (2) su relación con los humanos (Silvestre vs Doméstico u Ornamental/Cultivado); (3) el gran grupo taxonómico a que pertenece; y (4) el grado mínimo de diferenciación taxonómica identificable mencionado, según las categorías descritas a continuación.

En el caso de los animales:

- **Animales no especificados (ANE):** se asignaron a esta categoría los elementos de biodiversidad en que no fue posible determinar la familia taxonómica a que pertenece el animal mencionado, en el caso de los vertebrados, y el orden taxonómico en el caso de los invertebrados;
- **Animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos (ADE):** en esta categoría se reúnen los animales, vertebrados o invertebrados, cuya permanencia en el territorio está relacionada con los humanos o sus actividades;
- **Vertebrados autóctonos especificados (VAE):** esta categoría incluye los vertebrados silvestres y autóctonos especificados hasta la categoría taxonómica del género;
- **Invertebrados autóctonos especificados (IAE):** incluye los invertebrados autóctonos especificados por lo menos hasta la categoría del orden.

En cuanto a las plantas, se distinguieron las siguientes categorías:

- **Plantas no especificadas (PNE):** se asignarán a esta categoría los elementos de biodiversidad en que no fue posible determinar el grupo taxonómico al que pertenece; los alumnos refieren en cambio el porte del elemento florístico mencionado (p. ej. árbol, hierba, césped, etc.);
- **Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas (PCE):** en esta categoría se reúnen los elementos de biodiversidad vegetal cuya permanencia en el territorio está relacionada con los humanos o sus actividades;
- **Árboles autóctonos especificados (AAE):** plantas de porte arbóreo autóctonas identificables por lo menos hasta la categoría taxonómica de la familia o género;
- **Otras plantas autóctonas (OPA):** arbustos y herbáceas identificables por lo menos hasta la categoría taxonómica del género.

Por qué es importante identificar a los seres vivos (Prt-P16 y Pst-P7)

Los motivos presentados para justificar la importancia de la identificación de los seres vivos se clasificaron en una o varias de las siguientes categorías:

- **Conocimiento:** por ejemplo, «porque tenemos que saber con quiénes compartimos la Tierra»;
- **Utilitarios:** cuando se justifica la importancia de la identificación de organismos con la mención de posibles peligros o beneficios para la humanidad (p. ej. «por si son peligrosos»);
- **Conservación:** cuando es importante identificar para reconocer un eventual valor de conservación de determinado organismo (p. ej. «para saber si están amenazados»);
- **Valor intrínseco:** se reconoce la importancia *per se* del organismo (p. ej. «porque me gustan»);
- **No es importante identificar:** cuando no se reconoce la importancia de la identificación de organismos, o se la reconoce, pero relativizándola en función de determinadas circunstancias (p. ej. «solo importa saber identificar un organismo si trabajas o quieres estudiar biología»).

Circunstancias de realización de actividades de identificación de organismos (Prt-P20)

El análisis de contenidos de las respuestas a la pregunta sobre en qué situación o lugar, o con quién se realizaron actividades de identificación de organismos, permitió identificar seis situaciones distintas encuadradas en tres contextos de aprendizaje:

- **Aprendizaje en contexto formal:** incluye la realización de actividades de identificación (1) en la escuela, o (2) en salidas de campo, en ambos casos en compañía de algún profesor/a;
- **Aprendizaje en contexto informal:** comprende la realización de actividades de identificación en (3) Museos y Centros de ciencia, o (4) en cursos de verano o actividades de ocupación de tiempo libre;
- **Aprendizaje en contexto familiar o solo:** es decir, en casa o en el campo, (5) con familiares y amigos o (6) sin compañía (sólo).

Materiales adecuados para la identificación de organismos (Pst-P10)

Los materiales que los alumnos y alumnas consideran adecuados para su uso en la identificación de seres vivos se clasificaron en las siguientes categorías:

- **Materiales didácticos:** materiales que permiten consultar a través de descripciones e imágenes las características de los organismos que se pretenden identificar (p. ej. claves de identificación, guías de campo, internet);
- **Materiales auxiliares:** aquellos que pueden ayudar en el proceso, pero que en sí mismos no sirven para la identificación (p. ej. lupas, pinzas);
- **Oportunidades:** ocasiones didácticas que proporcionan la oportunidad de observar y tener contacto con los organismos a identificar, como por ejemplo salidas de campo acompañadas por especialistas.

Utilidad de Orthopter-On para conocer mejor los organismos del entorno (Pst-P11)

Los motivos presentados para justificar la utilidad de la herramienta de identificación Orthopter-On en la mejoría del conocimiento de los organismos de la región, se clasificaron en tres categorías:

- **Es útil porque permite aprender más:** se refiere la ocurrencia de aprendizaje sobre los seres vivos del entorno, tanto sobre saltamontes y grillos, como sobre organismos en general;
- **Es útil porque es fácil y divertida:** en esta categoría se menciona la facilidad de utilización, el valor práctico y lúdico de la herramienta, y la posibilidad de un contacto cercano al organismo a identificar;
- **No es útil:** los estudiantes no consideran que la herramienta de identificación contribuye para su aprendizaje de los organismos del entorno.

Por qué la herramienta de identificación Orthopter-On es fácil, o difícil, de usar (Pst-P12)

Los motivos presentados para justificar la facilidad de utilización de la herramienta Orthopter-On, se clasificaron en cuatro categorías:

- **Eficacia:** permite llegar a la identificación de la especie;
- **Accesibilidad:** su uso es intuitivo y accesible;
- **Carácter fuertemente visual:** ilustrada con imágenes y ampliaciones de las características de los ortópteros a identificar;
- **Interactividad:** se pueden tocar los especímenes y usar la clave e interactuar con ella de forma autónoma.

Por su parte, los motivos que sustentan las opiniones de que la herramienta de identificación es difícil de usar, se han agrupado en las siguientes categorías:

- **Lenguaje utilizado:** lenguaje complicado, con términos técnicos;
- **Elevado número de especies:** ;
- **Dificultad en observar determinadas características de los especímenes.**

En qué situación fue necesaria la ayuda del profesor (Pst-P13)

Las situaciones en que fue necesaria la ayuda del profesor apuntadas por los alumnos fueron dos:

- **Reconocimiento de características diagnóstico:** en el reconocimiento de las características de diagnóstico mencionadas en la herramienta de identificación Orthopter-On;
- **Distinción entre especies o grupo de especies:** en la distinción entre especies o grupos de especies semejantes presentes en la clave.

Indica algún ortóptero que te haya llamado la atención (Pst-P16)

Los ortópteros mencionados se clasificaron en dos categorías, en función del grado de especificidad de referido:

- **Especificados** – Cuando fueron nombradas una o más especies de saltamontes y grillos refiriéndose a su nombre común o a su nombre científico, de modo a que fue posible determinar la especie a que se refieren.
- **Gran categoría taxonómica** - Cuando los alumnos mencionan categorías taxonómicas superiores a la de la especie.

Sugerencias para mejorar la clave (Pst-P17)

Ha sido posible clasificar en tres categorías las sugerencias para mejorar la clave de identificación Orthopter-On:

- **Informativas:** cuando se sugiere que se pongan a disposición más informaciones para tornar más fácil el proceso de identificación;
- **Circunstanciales:** aquellas respuestas que sugieren realizar mejoras en las condiciones de los materiales escolares (p. ej. lupas y ordenadores);
- **Formales:** referidas a alteraciones en el modo como se desarrolla la actividad (p. ej. uso de animales vivos, mayor diversidad de especies, o incremento de la duración de la actividad).

Recodificación de las variables para su integración en los Modelos Lineales Mixtos Generalizados

Algunas de las variables debieron ser recodificadas para permitir su integración en los modelos lineales mixtos generalizados (MLMG) y los modelos de regresión logística (RL) utilizados para el análisis de datos. Los valores finales de las categorías de estas variables recodificadas se presentan en la Tabla V (columna 'Recodificación').

De este modo, en el dominio *Características sociodemográficas y entorno familiar* la variable ‘Nivel de estudios de los progenitores’ (padre/madre) pasó a tener solamente dos categorías: “sin grado universitario” y “con grado universitario”, en lugar de las cuatro usadas en la caracterización de la muestra.

En los dominios *Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales*, *Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales* y *Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación*, todas las variables medidas a través de la escala de Lickert – ‘Preocupación por el ambiente’, ‘Gusto’ y ‘Facilidad por la asignatura de ciencias de la naturaleza/biología’, ‘Importancia’ y ‘Grado de dificultad de identificación de animales y plantas’ e ‘Importancia de la biodiversidad’ y ‘de su conservación’ – pasaron de tener cinco categorías ordinales, a tener tres: “Nada o poco”, “Medianamente”, y “Bastante o Mucho”.

Además, la variable ‘Contexto de identificación’ (dominio *Práctica de identificación de organismos*) pasó a incluir las siguientes categorías: “Formal”, “Informal” “Familiar”, “en 2 o más situaciones” y “no sabe”.

Por su parte, en la variable ‘Conocimiento de animales del entorno’, se unieron las categorías “Vertebrados autóctonos especificados” (VAE) e “Invertebrados autóctonos especificados” (VIA) en una única, denominada “Animales vertebrados e invertebrados autóctonos especificados” (AAE), y en la variable *Conocimiento de plantas de los alrededores* se combinaron las categorías “Árboles autóctonos especificados” (AAE) y “Otras plantas autóctonas” (OPA) en una única categoría denominada “Plantas autóctonas especificadas” (PAE).

Finalmente, las variables ‘Importancia de la biodiversidad’ e ‘Importancia de la conservación de la biodiversidad’, cuando se usaron como variables dependientes, se transformaron en variables dicotómicas, con una categoría correspondiente a las respuestas “Nada, poco o medianamente importante” y otra a los que respondieron “Bastante o muy importante”.

4.4. Análisis

4.4.1. Análisis descriptivo. Caracterización de la muestra

El conjunto de preguntas del cuestionario pretest y las variables explicativas obtenidas de ellas se utilizaron como base para la caracterización descriptiva de la muestra, realizada mediante un primer análisis univariante por nivel de estudio, tal como se muestra en el capítulo siguiente (5.1).

Con base en este análisis, se seleccionó el conjunto de variables que integraron los modelos lineales mixtos generalizados (MLMG) y de regresión logística (RL) utilizados para valorar la significación de las variables seleccionadas en la explicación de la variabilidad observada en las respuestas a las cuatro preguntas en que se sustentan las variables dependientes consideradas: ‘comprensión de la biodiversidad’, ‘conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad’, ‘importancia atribuida a la biodiversidad’ e ‘importancia atribuida a su conservación’.

4.4.2. Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación

Para determinar los factores relacionados con la comprensión de la biodiversidad y de las acciones para protegerla, se aplicaron una serie de MLMG. Estos modelos son una extensión de los modelos mixtos lineales que permiten (i) que las variables de respuesta presenten distribuciones diferentes a la normal, (ii) que la media de la población dependa de un predictor lineal a través de una función de enlace (*link function*) de tipo no lineal, y (iii) que la distribución probabilística de la variable de respuesta sea cualquiera de la familia exponencial (identidad, logit y log). Las variables explicativas (predictores) pueden ser cualquier combinación de variables continuas, variables de clasificación y sus interacciones. La estimación de parámetros en estos modelos se

realiza mediante procedimientos de máxima verosimilitud. Además, permiten procesar datos correlacionados, al usar efectos aleatorios y estimar sus componentes de varianza asociados al modelo, adicionales a los del error residual, y tienen la ventaja de poder incorporar los efectos de factores aleatorios y de control relativos a los sujetos y a los ítems considerados (SAS Institute Inc., 2020).

De este modo, los MLMG se han utilizado para determinar el impacto de las variables explicativas seleccionadas en las variables dependientes de escala investigadas ('Comprensión de la biodiversidad' y 'Conocimiento de acciones para proteger/conservar la biodiversidad'). En el caso de las variables dependientes dicotómicas ('Importancia atribuida a la biodiversidad' e 'Importancia atribuida a la conservación de la biodiversidad') fue necesario adoptar un modelo de regresión logística para determinar el mismo efecto, ya que este tipo de variables no admite la aplicación de MLMG.

Tanto los MLMG como los modelos de regresión son indicados para la evaluación de los efectos simultáneos de varios factores sobre una variable de respuesta; sin embargo, estos modelos no deben ser sobrecargados de factores. Así pues, antes de la construcción de los distintos modelos se seleccionaron las variables explicativas que mejor representan el fenómeno a caracterizar, teniendo también en cuenta la inclusión de variables con un menor número de casos perdidos, y/o menor riesgo de sesgo por deseabilidad social. La selección se efectuó a partir del análisis descriptivo univariante (véase capítulo 5.1) y se describe con más detalle en el subcapítulo 5.2.1.

Además, las variables explicativas se agregaron y analizaron de acuerdo con los cinco dominios presentados anteriormente (véase Tabla VI, apartado 4.3.1.): (1) *Características sociodemográficas y entorno familiar*; (2) *Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales*; (3) *Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales*; (4) *Práctica de identificación de organismos*; y (5) *Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación*. Para cada uno de ellos se construyeron cuatro modelos, teniendo en cuenta las cuatro variables dependientes.

En el caso particular del dominio *Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación*, se han utilizado, como variables explicativas, combinaciones de tres de las cuatro variables usadas como dependientes en los demás modelos. O sea, cuando una de las variables integra el modelo como variable dependiente (p. ej. *Comprensión de la biodiversidad*) las demás variables integran el mismo modelo como variables explicativas (p. ej. *Conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad*, *Importancia atribuida a la biodiversidad* e *Importancia atribuida a la conservación de la biodiversidad*), como se indica en la Tabla VII.

Tabla VII – Variables dependientes y explicativas usadas en los cuatro modelos relativos al dominio Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación. La tabla muestra cómo las variables se intercambian como dependientes y explicativas en los distintos modelos

	Modelo I	Modelo II	Modelo III	Modelo IV
	Variables dependientes o explicadas			
	Comprensión de la biodiversidad	Conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad	Importancia atribuida a la biodiversidad	Importancia atribuida a la conservación de la biodiversidad
Variables explicativas		Comprensión de la biodiversidad	Comprensión de la biodiversidad	Comprensión de la biodiversidad
	Conocimiento de acciones		Conocimiento de acciones	Conocimiento de acciones
	Importancia de la biodiversidad	Importancia de la biodiversidad		Importancia de la biodiversidad
	Importancia de la conservación	Importancia de la conservación	Importancia de la conservación	

En los MLMG, el estadístico F se emplea para contrastar la hipótesis nula (H_0) de que ninguna variable explicativa tiene algún efecto sobre la variabilidad presentada por la variable dependiente o explicada. El nivel de confianza considerado en este estudio es del 95%, de modo que cuando el valor de significación estadística, o *p-valor*, es menor que 0,05, se desecha la hipótesis nula y se considera el modelo válido, y se consideran

como variables con un efecto significativos sobre la variable dependiente aquellas variables explicativas cuyo valor de p es también menor de 0,05.

Así, en todos los MLMG construidos para las dos variables dependientes de tipo escala ('Comprensión de la biodiversidad' y 'Conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad'), las respectivas variables explicativas se utilizaron en sus respectivos roles, como factores de efectos fijos, variables covariantes y factores de efectos aleatorios, siendo que para cada MLMG se representan los siguientes estadísticos:

- Valor F del modelo completo: contrasta la hipótesis nula de que ninguna variable tiene efecto sobre la variable dependiente;
- F sobre cada factor: indica, para cada dominio, las variables explicativas con efecto significativo en la variabilidad de la variable dependiente;
- Prueba T: contrasta la hipótesis de que el efecto de dicha categoría del factor no difiere respecto de la categoría de referencia;
- Coeficientes fijos (β): indican el efecto, expresado a través del número de puntos (negativos o positivos) en la escala de la variable dependiente, que supone pasar de la categoría de referencia de determinada variable explicativa, a la(s) categoría(s) que presentan coeficientes fijos significativos de la misma variable;
- Todos los estadísticos van acompañados de su correspondiente p -valor.

Como ya se ha avanzado anteriormente, en el caso de las variables dependientes categóricas ('Importancia atribuida a la biodiversidad' y 'a la conservación de la biodiversidad') se utilizaron modelos de regresión logística para determinar qué variables explicativas tienen efectos significativos sobre ellas y la magnitud y sentido del efecto. Para su aplicación fue necesario transformar las dos variables dependientes categóricas en variables dicotómicas, con los valores "Nada, poco o medianamente importante" y "Bastante o muy importante". La magnitud del cambio en la variable dependiente, con respecto a la categoría de esta seleccionada como referencia, se presenta en términos de *odds ratio* (OD) y *cocientes de probabilidad* (indicado como incremento del cociente de probabilidades en los resultados de los respectivos modelos). En ambas variables se tomó como categoría de referencia la que agrupa las respuestas "Nada, poco o medianamente importante".

En estos modelos de regresión, se usó el estadístico F (modelo corregido) para contrastar la hipótesis de que ninguna variable tiene influencia en la variabilidad de las variables dependientes. En caso de que el modelo corregido y el estadístico F de un determinado factor sean significativos (p -valor <0,05), se utiliza el estadístico T para determinar qué categorías de dicho factor son significativas respecto a la de referencia. El *Odds ratio* ($\exp(\beta)$) permite determinar el tipo de relación existente entre las variables explicativas y la variable dependiente, siendo que:

- $\exp(\beta) = 1$. No existe relación significativa entre la variable dependiente y la explicativa;
- $\exp(\beta) > 1$. Existe una relación positiva entre ambas variables;
- $\exp(\beta) < 1$. Existe una relación negativa entre ambas variables.

En los casos en que las variables explicativas son de escala (p. ej. 'Frecuencia de realización de actividades en la naturaleza', cuya escala varía de 0 a 52 semanas) la interpretación difiere de los casos anteriores. Para determinar el efecto (OD) que tiene la realización de actividades en la naturaleza una vez por semana, es decir 52 veces al año, sobre la variabilidad de la variable dependiente categórica, es necesario multiplicar el valor del coeficiente fijo (β) de la variable en cuestión calculado por el modelo, lo cual corresponde a la realización de actividades en la naturaleza 1 semana al año, por 52 semanas, usando la siguiente fórmula:

$$OD = \exp(\beta * X), \text{ donde } X \text{ es igual al número de semanas}$$

Así, por ejemplo, para un valor del coeficiente fijo $\beta=0,025$ de la variable de escala considerada, el efecto sobre la variable dependiente de realizar actividades en la naturaleza todas las semanas del año sería:

$$OD = \exp(0,025 * 52) = \exp(1,3) = 3,67$$

Para todos los modelos (MLMG y RL), el género, la edad y el curso se usaron como variables de control, y los institutos como factores aleatorios. Las categorías de respuesta recogidas mediante el uso de escalas Likert de cinco categorías se recodificaron en tres.

4.4.3. Importancia de la identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad

Se procuró además determinar si la actividad de identificación de grillos y saltamontes comunes, realizada por el grupo experimental, está relacionada con eventuales cambios en las respuestas a las preguntas comunes entre el pretest y postest, y si los cambios producidos fueron significativamente diferentes con respecto a las de quienes participaron en la clase convencional. Para ello, para cada una de las preguntas seleccionadas, se generó una nueva variable cuyo valor se calculó como la diferencia entre las puntuaciones obtenidas en el postest y en el pretest.

Además, se comprobó la existencia de posibles diferencias significativas entre las respuestas dadas por los mismos alumnos en el pretest y el postest; al tratarse de dos muestras relacionadas que no presentan una distribución normal, se utilizó la prueba no paramétrica para muestras relacionadas de Wilcoxon.

4.4.4. Tratamiento de los casos perdidos

En el análisis preliminar descriptivo, los casos perdidos se trataron como tales, y se muestran en las tablas de frecuencias para cada una de las variables. Sin embargo, en la construcción de los MLMG fue necesario recuperar el elevado número de casos de perdidos de algunas de las variables, con el fin de garantizar un mejor ajuste de los modelos. Para ello, a los casos perdidos de las variables nominales y ordinales se les asignó el valor de la moda; y a los de las variables de escala, el de la media, excepto en los casos de las escalas de *Comprensión de la biodiversidad* y de *Conocimiento de*

acciones para proteger la biodiversidad, en los que se atribuyó la puntuación 0 a quienes no contestaron a la pregunta, como se ha explicado en el apartado 4.3.2.

5. Resultados

5.1. Caracterización de la muestra

En este capítulo se describe la muestra de alumnos, teniendo en cuenta sus características sociodemográficas, su entorno familiar, y una serie de factores identificados en la bibliografía como influyentes en los conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación de una determinada población.

El alumnado participante en este estudio ha sido caracterizado de acuerdo con cinco dominios o áreas temáticas: *Características sociodemográficas y entorno familiar* (apartado 5.1.1); *Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales* (apartado 5.1.2); *Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales* (apartado 5.1.3); *Práctica de identificación de organismos* (apartado 5.1.4); *Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación* (apartado 5.1.5).

5.1.1. Características sociodemográficas y entorno familiar

Participaron en este estudio un total de 310 alumnos: 108 mujeres y 134 hombres cursando primer curso de Educación Secundaria Obligatoria (1º ESO), y 41 y 25, respectivamente, de primero de Bachillerato (1º BACH). Una persona de cada curso no indicó su género (Figura 17). La media de edad de los alumnos de 1º ESO es de 12,5 años, y de 16,6 en los alumnos de 1º BACH. Ambas dentro de los valores medios de edades esperados para estos dos cursos.

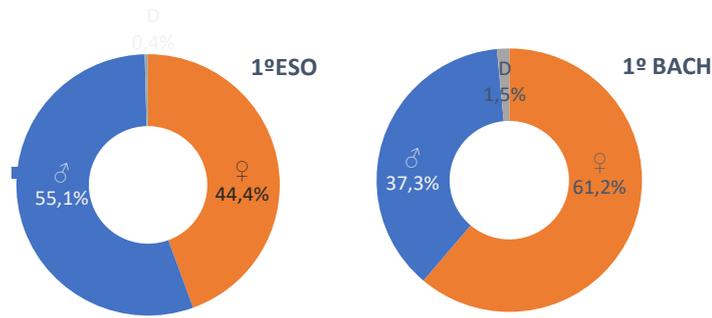


Figura 17- Alumnos participantes, por curso y género (♀- Femenino ♂- Masculino D – Desconocido) y curso.

El entorno familiar de los alumnos se ha señalado como un factor determinante en la construcción del tipo de relación con la naturaleza y en los conocimientos del medio natural. En el seno familiar se experimentan por primera vez distintos tipos de interacciones con otras formas de vida y con la naturaleza, que contribuyen a forjar concepciones, más o menos ecocéntricas, sobre el lugar del ser humano en la naturaleza; por ello, la familia es fundamental en la alfabetización ecológica y científica (Bermudez *et al.*, 2017, 2018; Louv, 2008; Zimmerman *et al.*, 2013). A semejanza de los distintos agentes sociales, cuyas representaciones de la biodiversidad pueden ser distintas (Buijs *et al.*, 2008), los progenitores que ejercen profesiones relacionadas con la naturaleza o el medioambiente tienen más preocupaciones ambientales y mayores conocimientos de la biodiversidad, que transmiten a su progeñie (Bebbington, 2005; Junge *et al.*, 2011; Lindemann-Matthies y Bose, 2008; Pilgrim *et al.*, 2007).

En el presente estudio, se han considerado como profesiones relacionadas con la naturaleza o el ambiente las siguientes: jardinería, biología, agente forestal, actividades agropecuarias y trabajadores del ministerio del medioambiente (véase Tabla anexa I, Anexo VII). Dichas ocupaciones representan un pequeño porcentaje de las profesiones de los padres, y en el caso de las madres únicamente se dan en las de alumnos de ESO (Figura 18, Tabla anexa II).

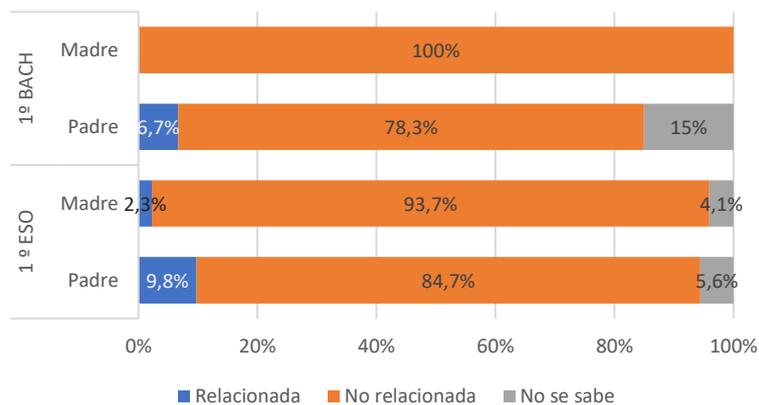


Figura 18 – Porcentaje de padres y madres con profesiones relacionadas con el ambiente o la naturaleza.

Otro factor relevante en relación con el grado de conocimiento de la biodiversidad es el nivel socioeconómico de las familias (Bermudez *et al.*, 2017, 2018; Pilgrim *et al.*, 2008). En este estudio, se usan las habilitaciones y el nivel de competencias profesionales de los progenitores como indicadores del nivel socioeconómico. La existencia de una asociación significativa entre el nivel de estudios del padre y el de la madre (Tabla anexa III, Anexo VII) indica una cierta homogeneidad en los hogares. Por otra parte, un mayor nivel estudios es en sí mismo predictivo de un mayor grado de preocupación ambiental, ya que las personas con más habilitaciones tienen una mayor capacidad de comprender la complejidad ecológica (Boeve-de Pauw y van Petegem, 2010; Casey y Scott, 2006).

La citada homogeneidad en el nivel de estudios de los progenitores, junto con sus habilitaciones profesionales, constituyen un indicador del nivel socioeconómico del agregado familiar (Lynch, 2006; Wolla y Sullivan, 2017). Como se muestra en la Figura 19, la mayoría de los padres y madres tienen profesiones que requieren un nivel de competencias intermedio (Nivel 2 de la CON-2011, presentada en el Anexo VI). En los dos cursos, alrededor de un cuarto de los padres y madres ejercen profesiones calificadas con niveles de competencias altos (3 o 4), especialmente las madres de los alumnos y alumnas de 1º BACH, un 29,8% de las cuales presentan los niveles de competencia más elevados. En cuanto al nivel de estudios (Figura 20), la proporción de padres o madres con estudios universitarios es cercana a un tercio, un valor que está por debajo de las cifras oficiales de Eurostat para 2017, según las cuales un 39,9% de la

población española con edades entre los 30 y 34 años – la franja de edades para la cual hay datos de Eurostat sobre este indicador – tiene formación superior. En cualquier caso, teniendo en cuenta la edad media de los alumnos y alumnas, y la fecha de realización del experimento (2015) es probable que sus padres y madres tengan una edad superior a la de la faja etaria referida en el informe de Eurostat. Sin duda, el elevado porcentaje de alumnos de 1º ESO que desconoce el nivel de estudios de sus progenitores (del orden del 30%), repercute en las cifras finales de esta variable. Por otra parte, se observa un desfase entre los niveles de competencias y el nivel de estudios, pues el porcentaje de padres y madres con el nivel de estudios más alto (nivel 4) es superior al porcentaje de quienes poseen los niveles de competencia 3 y 4, que son los que exigen un nivel educativo más elevado. Desfase que puede considerarse lógico y esperable, ya que el nivel de formación no siempre se traduce en oportunidades profesionales acordes con el mismo.

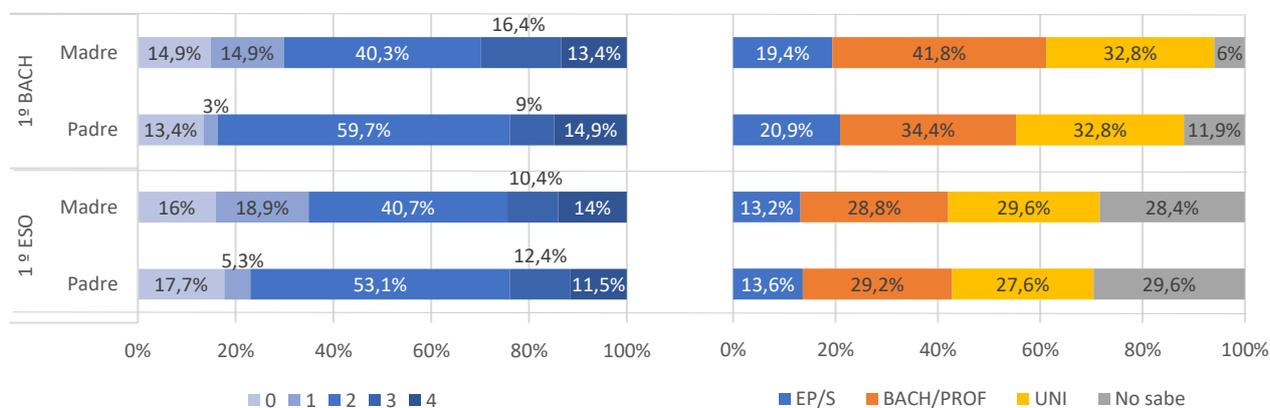


Figura 19 - Nivel de competencias de los padres y las madres de los participantes, por curso, de acuerdo con la Clasificación Nacional de Ocupaciones (CNO).

0 - alumno no sabe o no contesta cuál es la profesión del padre/madre. 1 a 4, consultar CNO en anexo VI

Figura 20 – Nivel de estudios de los padres y las madres de los alumnos participantes, por curso.

EP/S – Estudios primarios o secundarios; BACH/PROF – Bachillerato o formación profesional; UNI - Estudios universitarios.

5.1.2. Afinidad hacia la naturaleza, el medio ambiente y las ciencias naturales

La afinidad de las personas hacia la naturaleza y el medio ambiente influyen su alfabetización para la biodiversidad, su conocimiento de acciones de conservación, y sus actitudes hacia la biodiversidad y su preservación. En general, quienes pertenecen a organizaciones de defensa del medio ambiente y/o conservación de la naturaleza demuestran un mayor grado de alfabetización y percepciones positivas sobre la biodiversidad (Junge *et al.*, 2011; Lindemann-Matthies y Bose, 2008; Moss *et al.*, 2016). Una mayor afinidad por la naturaleza y el medio ambiente se suele corresponder con una preocupación más profunda por estas cuestiones, por lo que cabe esperar que las personas con más gusto por las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza y Biología y calificaciones más elevadas en ellas tengan a su vez una mayor afinidad por la naturaleza y el medio ambiente.

Teniendo en cuenta que los alumnos y alumnas participantes en este estudio son menores de edad, se asumió que la probabilidad de que sean miembros activos de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA) es reducida. Así, se consideró en cambio su conocimiento de este tipo de instituciones, así como el ámbito de actuación (autonómico, nacional o internacional) a que pertenecen las ANMA que mencionaron.

El conocimiento de ANMA es significativamente superior en los estudiantes de 1º BACH (Tabla anexa IV). En 1º ESO, menos de un tercio declara conocer ANMA, independientemente del ámbito mencionado (autonómico, nacional, internacional u otros), mientras que el 82,5% de los de 1º BACH citaron alguna de ellas (Figura 21).

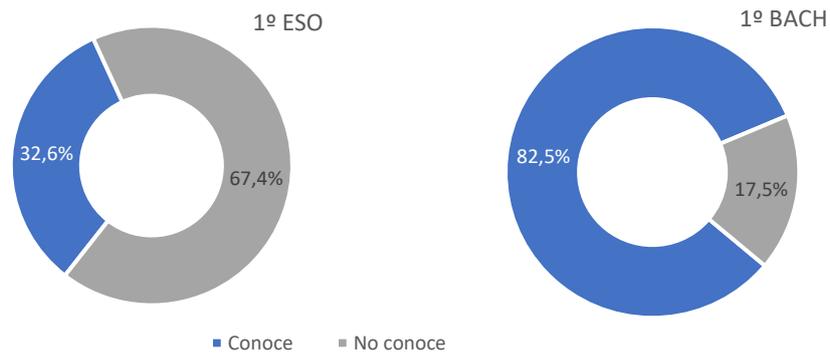


Figura 21 – Porcentaje de alumnos de los dos cursos que conocen asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medioambiente (ANMA).

Los alumnos y alumnas se muestran más familiarizados con organizaciones de ámbito internacional, que han sido las más mencionadas, particularmente por los estudiantes de 1º de bachillerato (Figura 22, Tabla anexa V). De estas, Greenpeace es de lejos la más referida (n=109), seguida de Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF¹⁸) (n=21). Por otra parte, solo 6 alumnos de ambos cursos citaron alguna organización de ámbito autonómico o nacional, con un total de 5 asociaciones distintas. Frente a ellas, 15 alumnos de 1º ESO y 10 alumnos de 1º BACH han identificado 9 instituciones que, sin ser ANMA propiamente dichas, desempeñan algún tipo de papel en la conservación de la naturaleza o en la promoción de sus valores, ya sean servicios de conservación estatales, parques naturales, o medios de comunicación especializados en estos temas (Tabla anexa VI).

¹⁸ World Wild Fund, en inglés

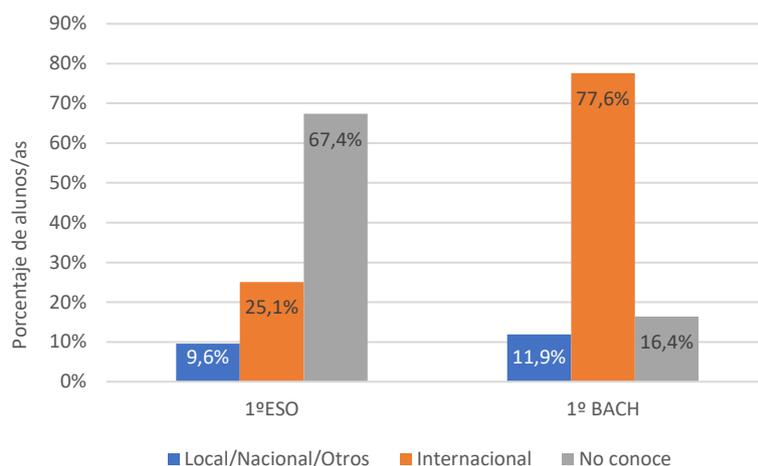


Figura 22 - Conocimiento y ámbito de las asociaciones de conservación de la naturaleza y/o defensa del medio ambiente (ONGAs) citadas por los alumnos de 1º ESO y 1º de bachiller.

Pregunta multirrespuesta: Los resultados suman más del 100% porque se podía presentar más de una razón.

El grado de preocupación por la situación de la naturaleza y el medio ambiente de los alumnos de ambos cursos, tanto en el ámbito general, como en el nacional o de su comunidad se representa en la Figura 23 (véase también la Tabla anexa VII). En promedio, la preocupación es ligeramente más elevada entre los de 1º BACH, aunque sólo se han detectado diferencias significativas en el nivel general (Tabla anexa VIII). Como se puede apreciar, la mayoría se manifiesta al menos medianamente preocupada a todos los niveles considerados (autonómico, nacional y general), siendo las categorías correspondientes a los grados “Medianamente preocupado/a” (un 3 en la escala de Likert) y “Bastante preocupado/a” (un 4 en la escala de Likert) las más mencionadas. Cabe destacar que ninguno de los alumnos de bachillerato se declara “Poco o nada preocupado/a” por la situación del medio ambiente y de la naturaleza en general.

Los estudiantes de ambos cursos tienen una percepción más alta de la problemática medioambiental a escala nacional que en el ámbito de su comunidad autónoma. La percepción de que la problemática ambiental es lejana en el espacio y en el tiempo, y ocurre lejos del territorio donde se habita y del momento histórico en que se vive, ha sido observada por varios autores e identificada con el término *hiperopía ambiental* (Amérigo *et al.*, 2005; Gifford *et al.*, 2009; Uzzell, 2000). Esta concepción de la problemática ambiental contribuye a que no se tomen medidas precisamente en el nivel

– el local – y en el momento – el presente – en que se pueden concretar acciones de conservación de la naturaleza y defensa del medio ambiente efectivas. El mayor grado de preocupación de los estudiantes más mayores por la problemática medio ambiental a nivel general, también parece reforzar la idea de que estamos ante este fenómeno, que en este caso no es tan evidente en el caso de los alumnos más jóvenes, lo que puede indicar que éstos no tienen todavía una idea formada del medioambiente a una escala más amplia o global.

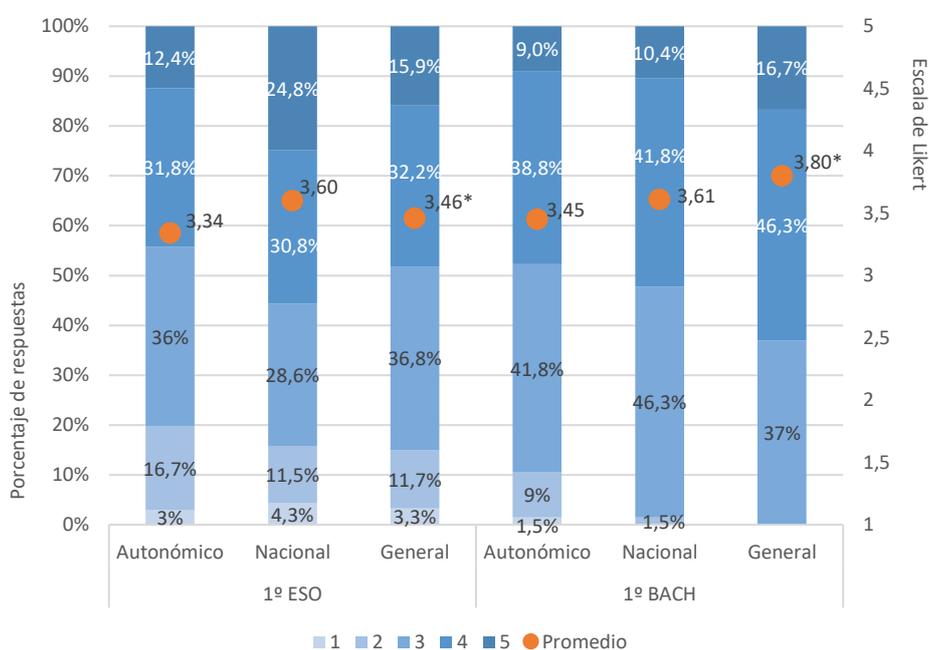


Figura 23 - Grado de preocupación por la situación de la naturaleza y el medio ambiente manifestado por los alumnos encuestados.

1 – Nada preocupado/a; 2 - Poco preocupado/a; 3 – Medianamente preocupado/a; 4 – Bastante preocupado/a; 5 – Muy preocupado/a.

* Indica diferencias significativas entre los alumnos de ambos cursos

Por lo que respecta a las calificaciones obtenidas en las asignaturas de ciencias de la naturaleza y biología, así como al gusto por estas asignaturas y la facilidad o dificultad para cursarlas, los valores promedio son en todos los casos más elevados en los alumnos de bachillerato, aunque solo se han detectado diferencias significativas entre los dos cursos en lo que respecta al gusto por las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza –

cursada en 1º de ESO – y Biología – en 1º de Bachillerato – (Figura 24 y Figura 25, véase también las Tablas anexas IX y X).

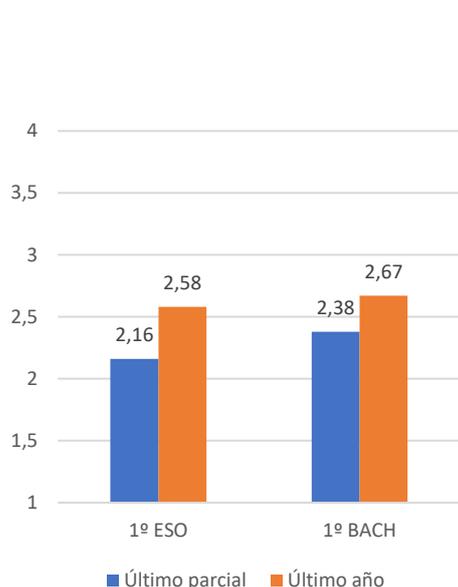


Figura 24 – Promedio de las calificaciones obtenidas en Ciencias de la Naturaleza (1º ESO) y Biología (1º BACH).

1-insuficiente; 2-aprobado; 3-notable; 4-sobresaliente.

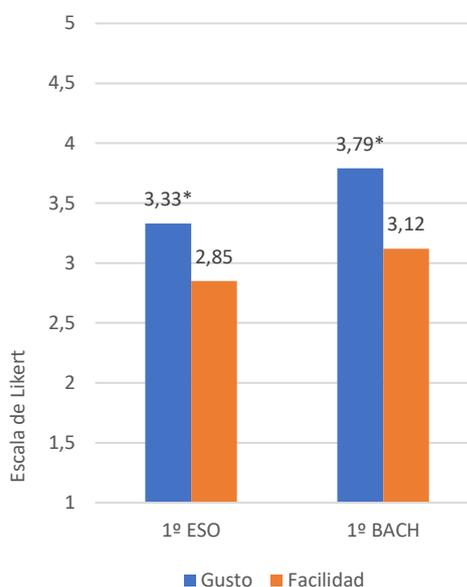


Figura 25 - Promedio de las respuestas de los alumnos sobre su gusto por y dificultad a las asignaturas de Ciencias Naturales (1º ESO) y Biología (1º BACH).

Gusto: de 1 - No me gusta nada a 5 - Me gusta muchísimo.
Facilidad: de 1 - Una de las asignaturas que más me cuesta a 5 - Una de las que menos me cuesta.

* Indica diferencias significativas entre los dos cursos.

Se verifica una asociación significativa entre las calificaciones en Ciencias de la Naturaleza y Biología en el último parcial y las obtenidas en el curso anterior, tanto en alumnos de 1º ESO como en los de 1º BACH (Tabla anexa XI). Lo mismo ocurre entre los valores promedio de la facilidad que supone cursar estas asignaturas y el gusto por ellas (Tabla anexa XII).

5.1.3. Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales

En este apartado se caracteriza la experiencia de la naturaleza de los participantes, a través de la frecuencia con la que realizan actividades en ella. Asimismo, se identifican

cuáles con las fuentes a través de las que aprenden los conocimientos que poseen sobre la biodiversidad.

Los alumnos refieren participar a menudo en algunas actividades en la naturaleza a lo largo del año, siendo las caminatas y senderismo, y la observación de la fauna y flora las actividades realizadas con mayor frecuencia. Las primeras en un promedio de 16 semanas al año en el caso de ambos cursos. Las segundas 14,3 y 16 semanas al año, respectivamente en los alumnos de 1º ESO y 1º BACH. Sigue otra actividad estrechamente relacionada con la observación de la naturaleza: la fotografía de la naturaleza (13,6 semanas al año en 1º ESO y 11,9 en 1º BACH). La jardinería (que supone una actividad al aire libre con cierta relación con la naturaleza, y, especialmente, la caza y la pesca son las actividades menos practicadas por los alumnos de ambos cursos (Figura 26 y Tabla anexa XIII).

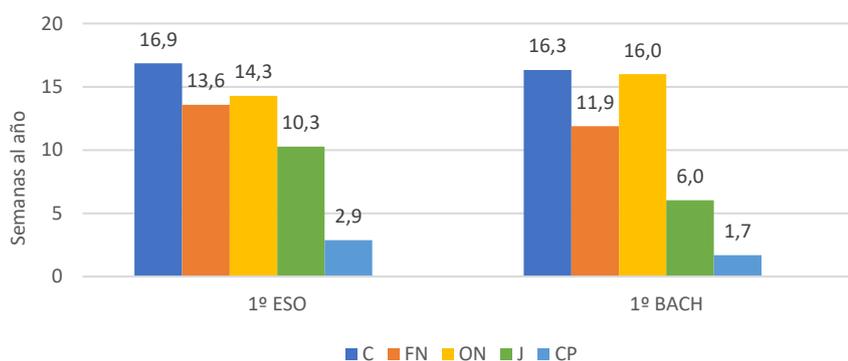


Figura 26 – Número medio de semanas al año (de 0 a 52 semanas) que los alumnos y las alumnas de los dos cursos practican distintas actividades en la naturaleza.

C – Caminatas/Senderismo; FN - Fotografía de la Naturaleza; ON - Actividades de observación de fauna y flora; J - Jardinería; CP - Caza/Pesca.

En cuanto a las fuentes de conocimiento sobre la biodiversidad, es decir, los medios donde los alumnos y alumnas aprendieron lo que saben sobre el tema, se nota una notable falta de conciencia al respecto en 1º ESO. En este curso, 67 de éstos (27,6%) no mencionaron ninguna fuente, mientras que en el caso de 1º BACH todos indicaron por lo menos una (Tabla anexa XIV). En ambos cursos, casi todos mencionan la escuela como principal fuente: 81,3% de los de 1º ESO y 97% de los de 1º BACH, que mencionaron al

menos una fuente (Figura 27). Estos últimos denotan un conocimiento más diversificado de fuentes que los más jóvenes, con un mayor porcentaje de alumnos citando la mayoría de ellas. La única excepción son los “amigos y familiares”, que tienen más importancia entre los alumnos del curso menos avanzado. Por lo contrario, los alumnos de bachillerato refieren más las fuentes de conocimiento externas al medio familiar, como las actividades en la naturaleza (49,3%), los museos y centros de ciencia (35,8%) y los medios de comunicación (31,3%).

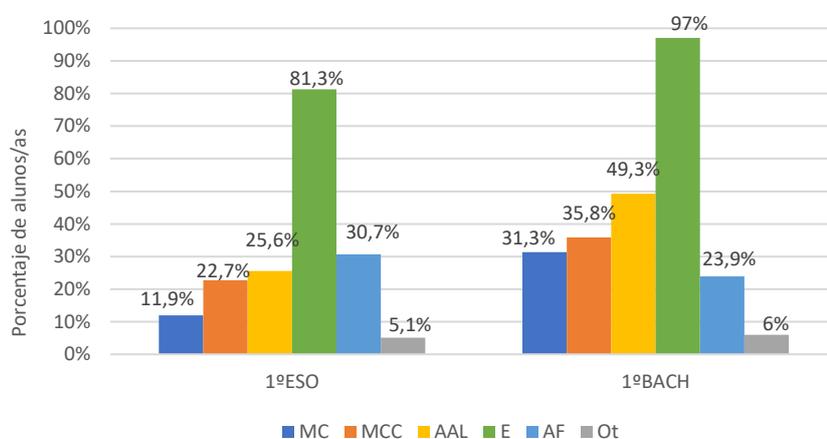


Figura 27 – Fuentes de aprendizaje de los conocimientos sobre biodiversidad.

MC – Medios de comunicación; MCC – Museos y centros de ciencia; AN – Actividades en la naturaleza; E – Escuela; AF – Amigos y familiares; Ot – Otros.

Pregunta multirrespuesta: los resultados suman más del 100% ya que cada se podía señalar más de una fuente.

5.1.4. Práctica de identificación de organismos

La mayoría de los estudiantes de ambos cursos declaró haber realizado alguna vez actividades de identificación de animales y plantas. Un 85,1% en 1º BACH, frente a un 76,1% en 1º de ESO (Figura 28 y Tabla anexa XV). Entre estos últimos, los que participaron alguna vez en estas actividades dicen hacerlo con mayor frecuencia, en promedio, que los alumnos de bachillerato – 9,4 semanas al año, frente a 6 (Tabla anexa XVI). Es destacable, en ambos cursos, el elevado porcentaje de alumnos que declararon haber participado en este tipo de actividades menos de una semana al año – 31,4% en 1º ESO y 35,7% en 1º BACH –, así como el reducido porcentaje de alumnos que las realiza

por lo menos de una vez al mes – 27,2% en 1º ESO y 12,5% en 1º BACH (Figura 29 y Tabla anexa XVI).

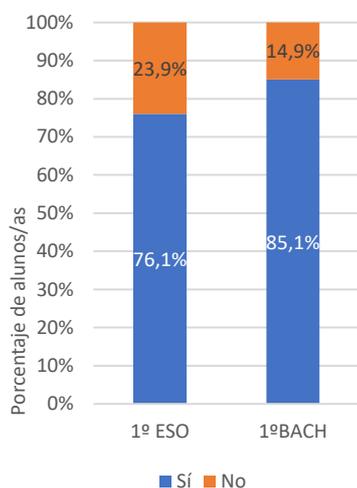


Figura 28 – Realización de actividades de identificación de organismos por curso.

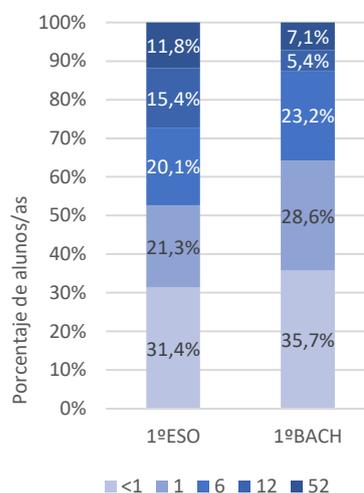


Figura 29 – Frecuencia de realización de actividades de identificación de organismos en ambos cursos, expresada en número de semanas al año.

Aunque son menos los alumnos y alumnas de 1º ESO que participaron alguna vez en actividades de identificación (Figura 28), estos consideran este tipo de actividades más importantes y menos complicadas que los alumnos más mayores, si bien las diferencias no son estadísticamente significativas (Figura 30 30 y Tabla anexa XVII)). La importancia media atribuida por los primeros a saber identificar un ser vivo corresponde a la categoría “Bastante importante”, mientras que, los alumnos de 1º BACH lo consideran “Medianamente importante”. Sin embargo, cerca de un tercio de los estudiantes de ambos cursos no ha sido capaz de presentar ninguna razón por la que es importante identificar a los seres vivos (Figura 31).

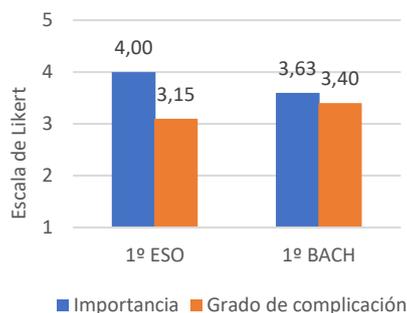


Figura 30 - Importancia y grado de complicación atribuidos a la identificación de organismos.

Importancia: de 1 – Nada importante, a 5 – Muy importante; Grado de complicación: de 1 – Nada complicado a 5 – Muy complicado.

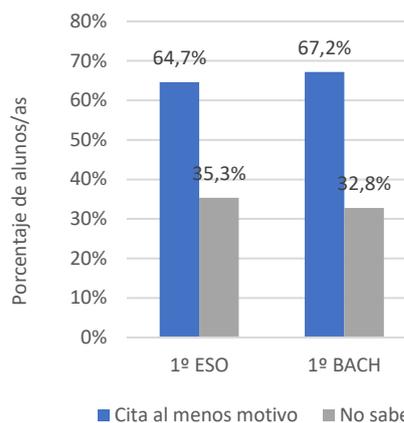


Figura 31 – Alumnos y alumnas de los dos cursos que citan alguna razón por la que es importante saber identificar un ser vivo.

Entre las razones mencionadas para justificar la importancia de la identificación, destacan el conocimiento y los motivos utilitaristas (Figura 32 y Tabla XVIII). El conocimiento se formula muchas veces como una justificación absoluta (p. ej. «porque es importante saber»), pero también como una forma de obtener más información sobre el organismo (p. ej. «porque es importante saber cómo viven y cómo se comunican»). Los motivos utilitaristas argumentan que identificar una especie es importante para el reconocimiento de los eventuales beneficios o peligros que ésta nos pueda traer (p. ej. «por si es venenosa»; «para saber si se puede comer»). Muchas menos veces, se refieren a la importancia de la identificación de una especie para asegurar su conservación (p. ej. «para que no les perjudiquemos, ni a su ambiente»; «para saber si están en peligro de extinción»), o por el valor intrínseco del organismo o de la naturaleza (p. ej. «porque un ser vivo tiene una vida igual que nosotros y tiene el derecho que nos preocupemos por él»; «porque los seres vivos son muy importantes y todo el mundo debería saber identificarlos»). Cerca de 7% de los alumnos de ambos cursos considera que identificar organismos no es relevante, o solo lo es en algunos casos, por ejemplo, si se tiene una profesión relacionada con la biología o con el medio ambiente, un argumento que ya se ha presentado en estudios similares (Bebbington, 2005).

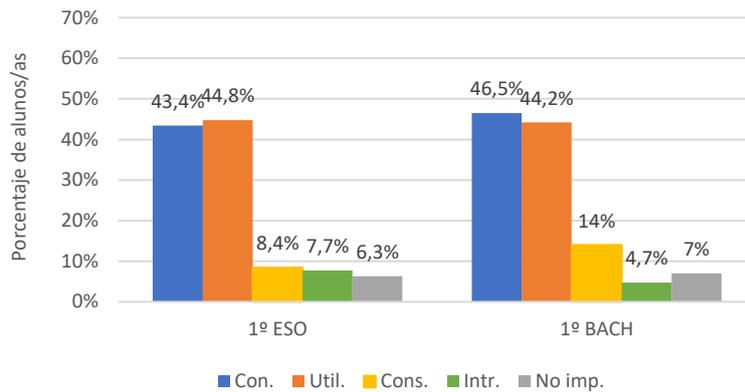


Figura 32 – Razones por las que es importante, o no, saber identificar un ser vivo.

Con. – Conocimiento; Util. – Motivos utilitaristas; Cons. – Conservación; Intr. – Valor Intrínseco; No Imp. – No es importante/solo es importante en algunos casos.

Pregunta multirrespuesta: Los resultados suman más del 100% porque se podía presentar más de una razón.

La Figura 33 muestra el tipo de materiales y ayudas usados por los jóvenes para la realización de actividades de identificación de animales y plantas (véase también Tabla anexa XIX). El uso de claves de identificación es bastante más frecuente entre los de 1º BACH (un 57,9% las mencionan, frente al 20,8% en 1º ESO). La utilización de guías de campo y de internet es prácticamente igual en ambos cursos, con ligeras diferencias: las primeras fueron más citadas en bachillerato, e internet usada en mayor proporción en 1º ESO, siendo el principal material usado en la identificación de organismos.

Como ya se había verificado para las fuentes de conocimiento de la biodiversidad, la familia y los amigos tienen un papel más relevante en el apoyo a la identificación de organismos para los estudiantes de 1º ESO.

Finalmente, los alumnos, principalmente los de 1º ESO, han mencionado otro tipo de materiales que ayudan en el proceso de identificación porque permiten la manipulación de los organismos (p. ej. pinzas) o la mejor observación de sus características (p. ej. lupas y microscopios), pero que en sí mismos no permiten la identificación.

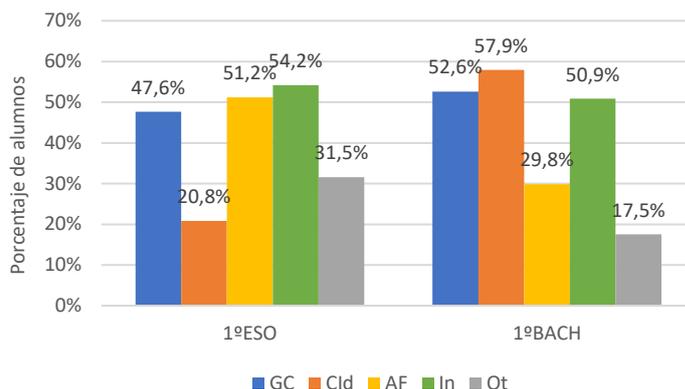


Figura 33 – Materiales y ayudas usados en las actividades de identificación de animales y plantas.

GC – Guías de campo; Cld – Claves de identificación; AF – Ayuda de amigos y familiares; In – Internet; Ot – Otros.

Pregunta multirrespuesta: Los porcentajes suman más del 100% porque se podía indicar más de un material.

Cuando solicitados para explicar brevemente en qué situación, dónde, o con quién, han realizado actividades de identificación, los estudiantes indicaron tres grandes tipos de circunstancias, que resultan de la combinación de la situación, lugar y compañía (véase Figura 34 y Tabla anexa XX): (1) las realizadas en un contexto de educación formal (F), con el profesorado de Ciencias de la Naturaleza o de Biología, que pueden haber tenido lugar en la escuela (Es) o en salidas de campo organizadas y acompañadas por el/la profesor/a de la asignatura (SC); (2) las realizadas en un contexto de educación informal (INF), ya sea en museos o centros de ciencia (MCC), o bien en actividades de ocupación de tiempo libre, cursos de verano o *scouts* (ATL); y (3) las realizadas de forma autónoma en casa o en el campo (AU), ya sea en solitario, o con amigos y/o familiares (AF).

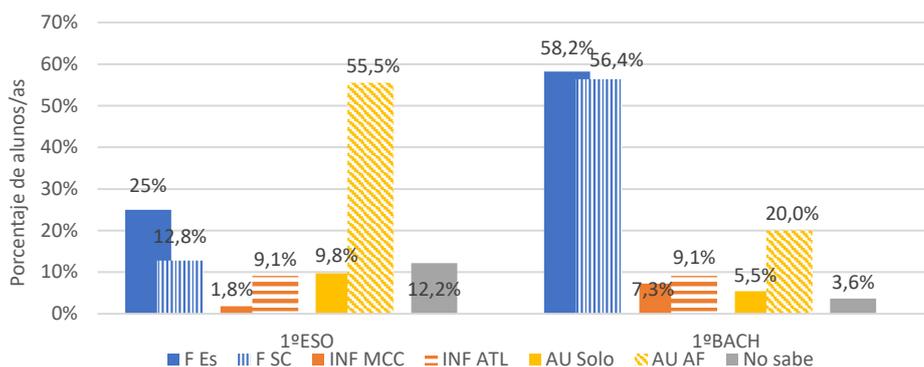


Figura 34 – Situaciones, lugares y compañía en que los alumnos y alumnas realizaron las actividades de identificación de animales y plantas.

F Es - Situación de enseñanza formal en la escuela con el/la profesor/a; F SC – Situación de enseñanza formal en salidas de campo con el/la profesor/a; INF MCC – Situación de enseñanza informal en museos y centros de ciencia; INF ATL – Situación de enseñanza informal en cursos de verano/actividades de ocupación de tiempo libre/scouts; AU Solo - De forma autónoma: el alumno solo; AU AF - De forma autónoma: con ayuda de amigos o familiares.

Pregunta multirrespuesta: Los porcentajes suman más del 100% porque la respuesta a la pregunta abierta se ha codificado en una o varias categorías.

Una vez más, se verifica una mayor preponderancia de las situaciones de carácter más formal en los alumnos de 1º BACH (58,2% de las respuestas en este curso se refieren a actividades de identificación realizadas en la escuela y 56,4% en salidas de campo, ambas situaciones en contexto formal), en relación con los de 1º ESO (25% y 12,8%, respectivamente). También se manifiesta la importancia del entorno familiar en la experiencia de la identificación de organismos en los alumnos de 1º ESO (un 55,5% afirmaron haber realizado actividades de identificación en la compañía de amigos y familiares, frente a solamente el 20% de los de bachillerato).

5.1.5. Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación

En 1º ESO, casi un 40% de los alumnos no contestó la pregunta «¿Que significa para ti la biodiversidad?», que permite calcular la escala de comprensión de la biodiversidad, y algo más de la mitad (55,6%) no conocen acciones que puedan llevar a cabo para contribuir a la protección o la conservación de la diversidad biológica. En 1º BACH, en cambio, casi todos contestaron a la pregunta sobre el significado de la biodiversidad, pero todavía se verifica un 41,8% que no enumeraron acciones que pueden hacer para conservar la biodiversidad (Figura 35).

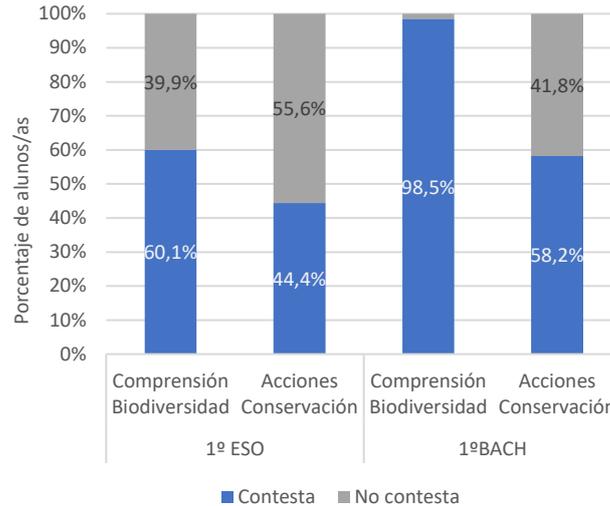


Figura 35 – Porcentaje de alumnos y alumnas que contestan a las preguntas sobre la comprensión de la biodiversidad y el conocimiento de acciones para protegerla.

De igual modo, y como se puede ver en la Figura 36 (véase también la Tabla anexa XXI), los valores obtenidos en las escalas de comprensión de la biodiversidad y de conocimiento de acciones para protegerla son significativamente más bajos en 1º ESO. En el caso de la primera, los alumnos más jóvenes obtuvieron una puntuación media de 1,84, que corresponde a un grado de comprensión inexacto y ambiguo, no llegando a presentar evidencias de comprensión (1 a 3 en la escala de comprensión de la biodiversidad), mientras que los de 1º de bachillerato presentan una puntuación media de 4,39, que indica evidencias positivas de comprensión de la biodiversidad (véase subcapítulo 4.3.2). El valor obtenido en la escala de conocimiento de acciones para proteger o conservar la biodiversidad es también significativamente más bajo entre los más jóvenes, cuya puntuación de 2,57 indica que lograron identificar, en promedio, una única acción o comportamiento favorable a la conservación de la biodiversidad, pero dicha acción no puede alcanzarse mediante la acción individual (p. ej. salvar los ecosistemas). En cambio, los de 1º BACH, con una puntuación media de 3,84, se sitúan entre poseer una capacidad de identificar acciones o comportamientos específicos favorables a la conservación de la biodiversidad, que pueden ser alcanzados a nivel individual (p. ej. «acabar con la caza»), y la identificación de formas muy específicas de actuar o comportarse que el alumno declara practicar.

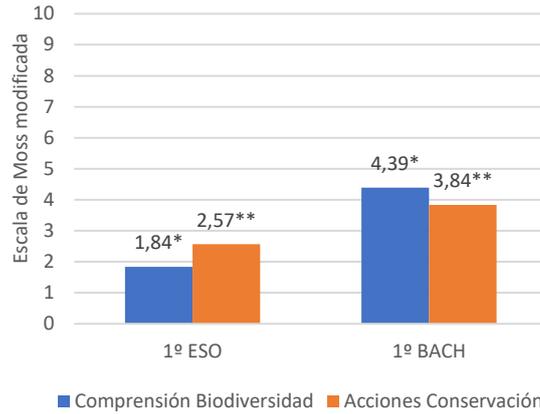


Figura 36 – Valores promedio obtenidos por los alumnos en las escalas de comprensión de la biodiversidad y de acciones para protegerla.

*indica diferencias significativas entre los dos cursos en la media obtenida en la escala de comprensión de la biodiversidad; ** indica diferencias significativas entre los dos cursos en la media presentada por los alumnos en la escala conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad.

El reducido conocimiento de los beneficios aportados por la biodiversidad es también manifiesto, como se muestra en la Figura 37. El desconocimiento de los bienes y servicios aportados por la biodiversidad es incluso superior al desconocimiento de las acciones para conservar la biodiversidad en los alumnos de ambos cursos (véase Figura 35). Es particularmente notable y más elevado entre los de 1º ESO, un 74,4% de los cuales no ha sabido mencionar ningún beneficio aportado por la biodiversidad, pero también es considerable en el caso de los de 1º BACH (48,5%) (véase Tabla anexa XXII).

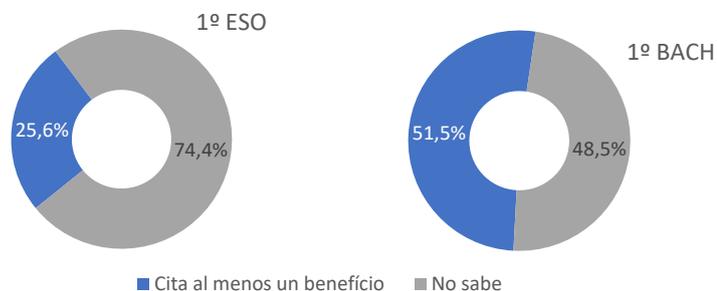


Figura 37 – Porcentaje de alumnos y alumnas que citan al menos un beneficio de la biodiversidad y de aquellos que no saben identificar ninguno.

Considerando solamente los estudiantes que citan algún tipo de beneficio de la biodiversidad (N=60 en 1º ESO y N=34 en 1º BACH), la mayoría refiere servicios esenciales o de ‘soporte’ (p. ej. el oxígeno; la variedad de las especies; la estabilidad de los ecosistemas). Los restantes beneficios citados corresponden a servicios de ‘aprovisionamiento’ (p. ej. alimentos; medicamentos; materias primas), de ‘regulación’ (p. ej. el aire limpio; menos contaminación; suelos limpios) y ‘culturales’ (p. ej. belleza, inspiración) (Figura 38 y Tabla anexa XXIII).

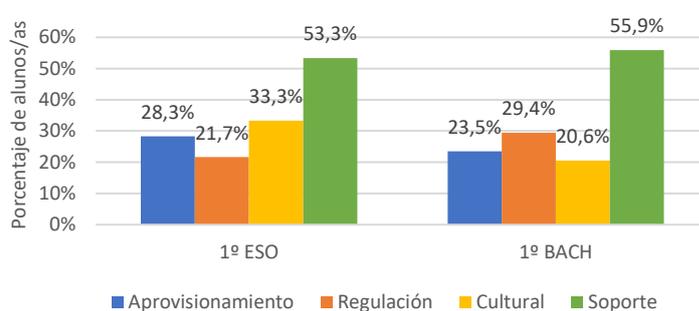


Figura 38 - Diferentes beneficios de la biodiversidad identificados por los alumnos y alumnas. Pregunta multirrespuesta: Los porcentajes suman más del 100% porque los alumnos podían indicar más de un tipo de beneficio de la biodiversidad (véase subcapítulo 4.4.2 para su descripción).

Otro componente importante de la alfabetización ecológica y del conocimiento del componente específico de la biodiversidad es el reconocimiento de las especies de animales y plantas comunes y propias de los ambientes naturales cercanos. El conocimiento de las especies autóctonas se toma como medida del grado de alfabetización ecológica (Berkes *et al.*, 2000; Bermudez y Battistón, 2015; Pilgrim *et al.*, 2008). El porcentaje de respuesta a la pregunta en la que se pide a los alumnos que citen el nombre de algunos animales y plantas de su entorno es elevado, si se compara con el porcentaje de respuestas válidas a otras preguntas sobre esta temática (Figura 39).

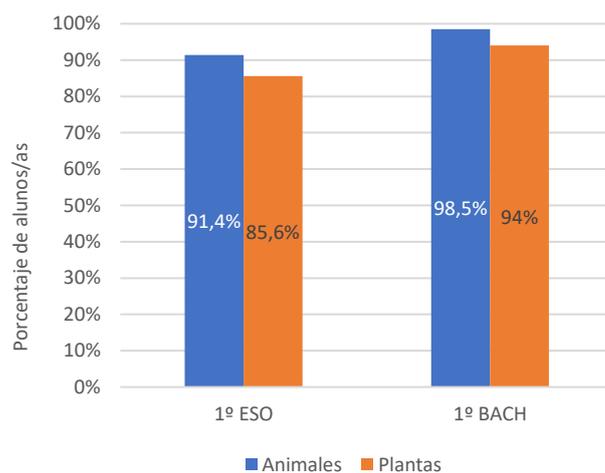


Figura 39 – Porcentaje de alumnos y alumnas de los dos cursos que son capaces de mencionar algún animal y planta de su entorno.

La Figura 40 muestra los tipos de animales mencionados por los alumnos. Las mascotas, el ganado y los animales exóticos son muy conocidos entre los alumnos de ambos cursos (mencionados por un 80,2% de los de ESO y un 76,1% de los de bachillerato). Se trata de la categoría más referida por los primeros, mientras que los más mayores mencionan con mayor frecuencia vertebrados autóctonos. Los alumnos de ambos cursos refieren en tercer lugar animales pertenecientes a grandes categorías taxonómicas, superiores a la familia en el caso de los vertebrados, o superiores al orden en el caso de los invertebrados, estos últimos notablemente menos conocidos. En la Tabla anexa XXIV, se presentan las frecuencias y porcentajes de casos y de respuestas a esta pregunta.

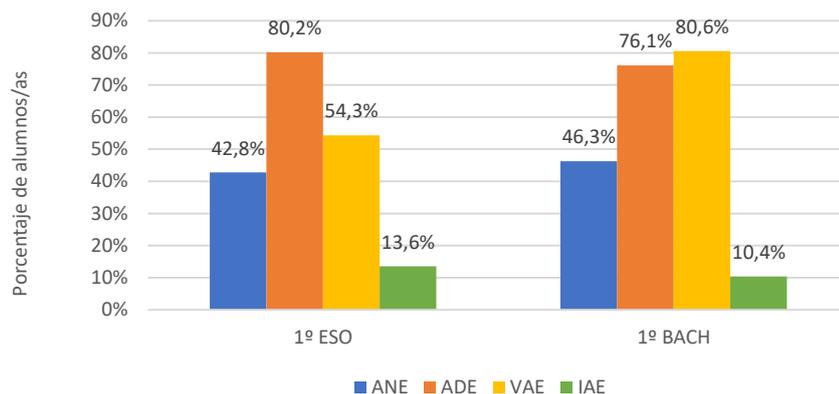


Figura 40 – Categorías de animales de su entorno que conocen los alumnos y alumnas de los dos cursos.

ANE – Animales no especificados; ADE – Animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos; VAE – Vertebrados autóctonos especificados; IAE – Invertebrados autóctonos especificados.

Pregunta multirrespuesta: Los porcentajes suman más del 100% porque se podía indicar animales en más de una categoría.

Los alumnos de ambos cursos mencionaron 103 elementos de biodiversidad (*taxa*) animal en las cuatro categorías codificadas (véase Tabla anexa XXV) de ellos los de 1º ESO citaron 101, y 50 los de 1º BACH. Como se puede ver en la Figura 41, la mayor diversidad de animales especificados mencionados en ambos cursos se encuentra en la categoría “Vertebrados autóctonos especificados”. Y la categoría “Animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos” es la que incluye más animales en términos de abundancia (número total de citas), pero únicamente entre los estudiantes de 1º ESO. La diversidad y abundancia de los elementos de biodiversidad identificados es más baja en la categoría “Invertebrados autóctonos especificados”. Sin embargo, los alumnos de 1º ESO son capaces de listar 15 invertebrados distintos, casi el doble de los referidos por los de 1º BACH. En ambos cursos, los insectos son los invertebrados más mencionados hasta la categoría del orden o inferior, correspondiendo a 62,5%, en 1º ESO, y a 75%, en 1º BACH, del total de elementos de biodiversidad citados en esta categoría).

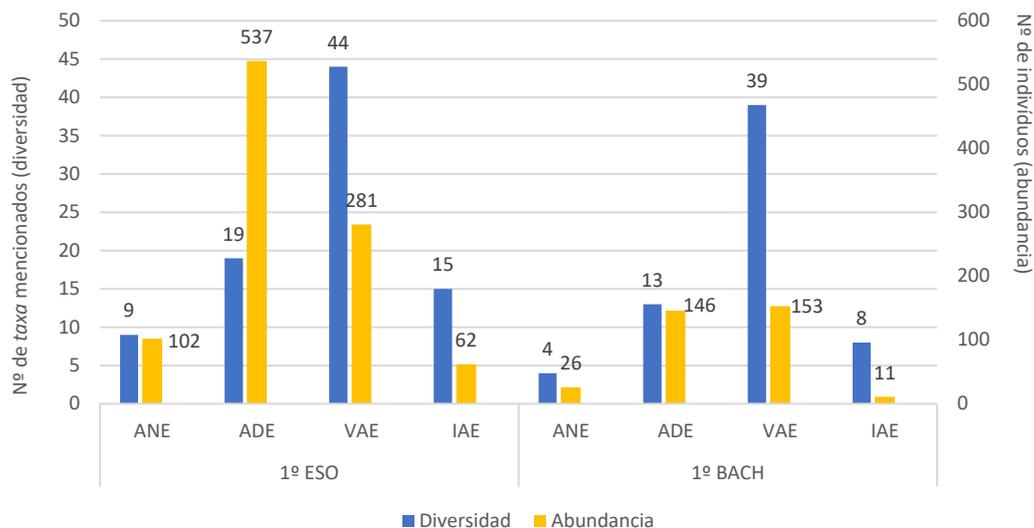


Figura 41 – Diversidad y abundancia de los elementos de biodiversidad animal (taxa) mencionados, según las categorías codificadas.

ANE –Animales no especificados; ADE – Animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos; VAE – Vertebrados autóctonos especificados; IAE – Invertebrados autóctonos especificados

La Figura 42 representa los porcentajes de las distintas categorías de conocimiento de plantas citadas. Los alumnos de 1º BACH citan un porcentaje más elevado de plantas correspondientes a la categoría de “Árboles autóctonos especificados” (77,6%), mientras que en el caso de los de 1º ESO el porcentaje de plantas citadas en esa misma categoría es de 57,7%. A semejanza de lo verificado para la mención de animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos, es también considerable el porcentaje de “Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas” citadas en ambos cursos (56%, en 1º ESO y 62,7% en 1º BACH. La categoría de plantas no especificadas es la que menos menciones ha recibido (véase Tabla anexa XXVI).

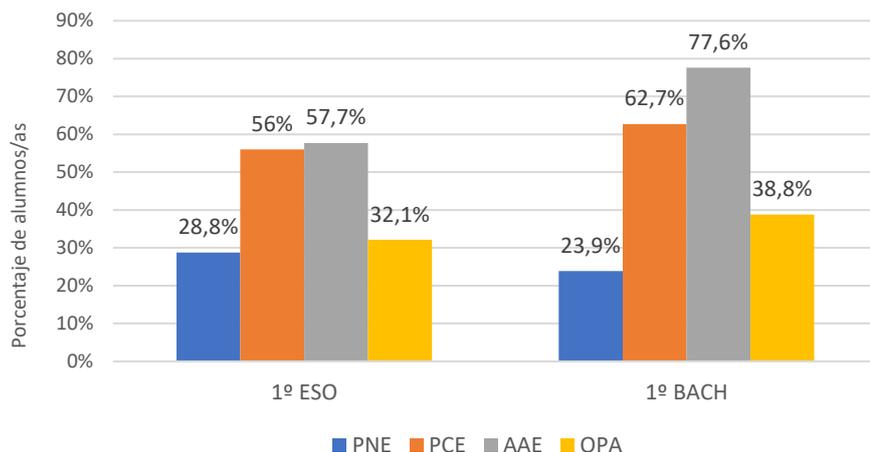


Figura 42 – Categorías de plantas de su entorno que conocen los alumnos y alumnas de los dos cursos.

PNE – Plantas no especificadas; PCE – Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas; AAE – Árboles autóctonos especificados; OPA – Otras plantas autóctonas.

Pregunta multirrespuesta: Los porcentajes suman más del 100% porque se podría indicar más de uno planta.

El número de elementos de biodiversidad pertenecientes al Reino de las plantas, un total de 108 en todas las categorías codificadas fue semejante, en términos de orden de grandeza, al de los elementos de biodiversidad animal. En los dos cursos la mayor diversidad se observó en la categoría “Plantas ornamentales, cultivadas y exótica”, donde también se verificó la mayor abundancia de elementos mencionados por los estudiantes de 1º ESO. También es considerable, en los dos cursos, la abundancia de elementos de biodiversidad citados en la categoría “Árboles autóctonos” (Figura 43). En esta categoría el pino es el *taxa* más citado, seguido por el roble y la encina, todos ellos árboles característicos del paisaje de la sierra de Madrid. Cabe señalar que algunas menciones se refirieron específicamente al pino por su nombre científico *Pinus sylvestris*. (Tabla anexa XXVII)

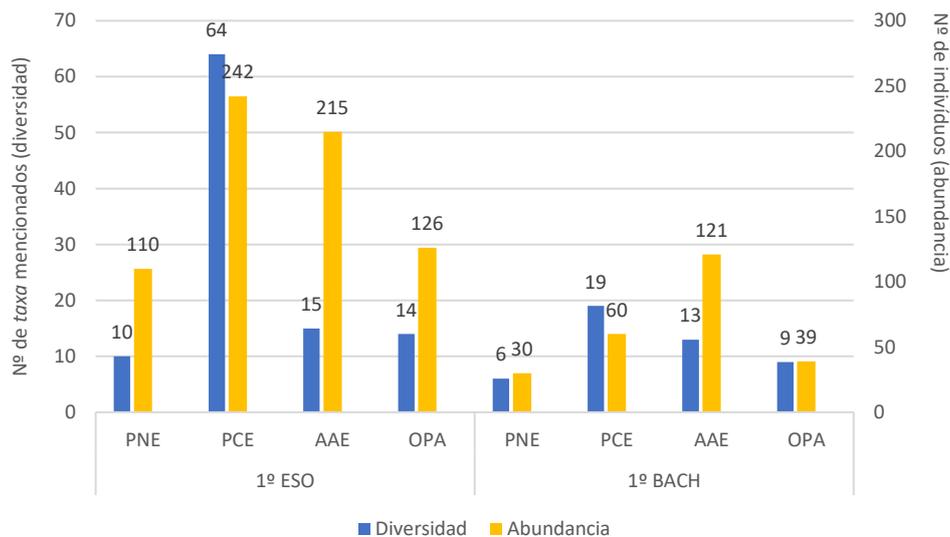


Figura 43 – Diversidad y abundancia de los elementos de biodiversidad vegetal (taxa) mencionados, según las categorías codificadas.

PNE – Plantas no especificadas; PCE – Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas; AAE – Árboles autóctonos especificados; OPA – Otras plantas autóctonas.

Tanto en el caso de las plantas como en el de los animales, los organismos mencionados presentan diferentes grados de diferenciación taxonómica conforme el grupo a que pertenecen. En el caso de mamíferos y aves, es posible discernir el grado de diferenciación taxonómica hasta la categoría taxonómica de la especie para la mayor parte de los elementos de la biodiversidad citados en estos grupos. No ocurre lo mismo en los organismos que pertenecen al grupo de los reptiles o de los anfibios. En el caso de los invertebrados, la mayoría de los elementos de biodiversidad mencionados son apenas identificables hasta de la categoría taxonómica del orden.

El porcentaje de alumnos y alumnas que declara haberse fijado en algún ser vivo en su trayecto al instituto es más bajo que el de los que anteriormente mencionaron algún animal o planta de su entorno. Esto es particularmente notable en 1º BACH, en que menos de un 50% refiere haber visto, en el día en que contestaron al cuestionario, algún ser vivo durante su camino entre casa y el instituto (Figura 44, compárese esta figura, con la Figura 42, que muestra el porcentaje de alumnos que citan cada una de las categorías de animales del entorno). Solamente en el caso de la categoría invertebrados autóctonos especificados los porcentajes son semejantes.

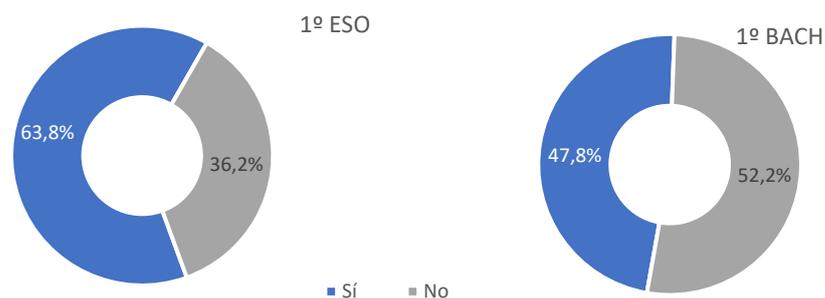


Figura 44 – Porcentaje de alumnos y alumnas que afirman haberse fijado en algún ser vivo de camino al instituto el día en que cumplimentan la encuesta.

La mayor parte de alumnos y alumnas de ambos cursos (57,4% en 1º ESO y 43,8% en 1º BACH) afirma haber observado animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos de camino al instituto. En el caso de los de 1º ESO la segunda categoría más citada muestra un elevado grado de indefinición, al tratarse de animales no especificados, mientras que entre los de 1º BACH este segundo lugar lo ocupan los vertebrados autóctonos especificados. Es interesante reparar que entre los alumnos de 1º ESO la observación de invertebrados autóctonos especificados está casi a la par de la observación de vertebrados autóctonos especificados, mientras que en los de 1º BACH la proporción de animales observados de camino al instituto en esta categoría es muy inferior a la de los animales mencionados en las demás categorías (Figura 45 y Tabla anexa XXVIII).

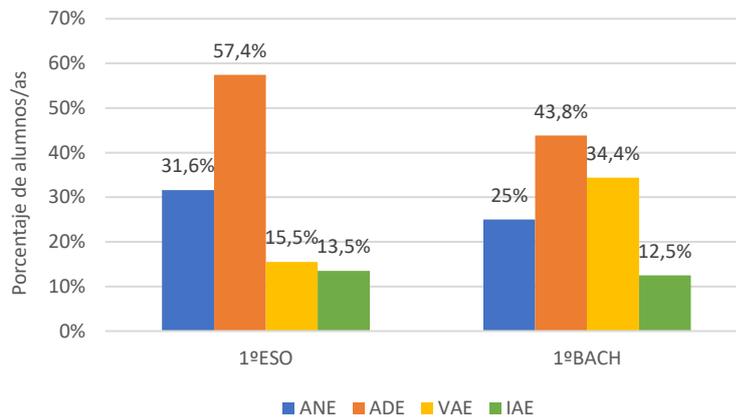


Figura 45 – Categorías de animales que los alumnos y alumnas han observado de camino al instituto el día en que cumplimentan la encuesta.

ANE – Animales no especificados; ADE – Animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos; VAE – Vertebrados autóctonos especificados; IAE – Invertebrados autóctonos especificados.

Pregunta multirrespuesta: Los porcentajes suman más del 100% porque se podían indicar animales en más de una categoría.

Son menos los estudiantes que se fijaron en plantas de camino al instituto, y la mayoría, si lo hicieron, no fueron capaces de especificar la categoría de planta observada, una vez que la categoría plantas no especificadas, agrupa el 29% de las respuestas de 1º ESO y el 21,9% de las de 1º BACH. Entre los primeros, poco más del 3% citaron plantas en las demás categorías. En cambio, el porcentaje de alumnos de 1º BACH que menciona plantas autóctonas está casi a la par de los que mencionan plantas no especificadas (Figura 46 y Tabla anexa XXIX).

Por lo tanto, al igual que las respuestas a la pregunta sobre el conocimiento de animales del entorno reflejan que los estudiantes de ambos cursos tienen un conocimiento mayor de los animales que de las plantas de su entorno, se observa también una mayor atención hacia los primeros que hacia los vegetales.

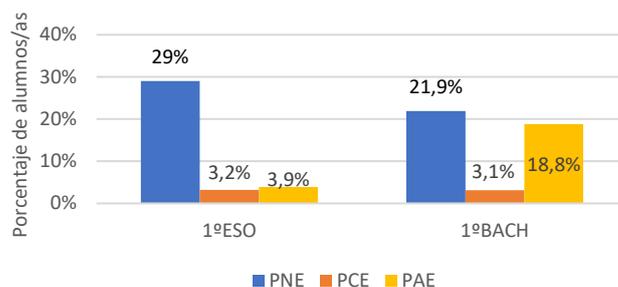


Figura 46 – Categorías de plantas que los alumnos y alumnas han observado de camino al instituto el día en que cumplimentan la encuesta.

PNE - plantas no especificadas; PCE – Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas; PAE - Plantas autóctonas especificadas.

Pregunta multirrespuesta: Los porcentajes suman más del 100% porque se podían indicar animales en más de una categoría.

Sin embargo, en esta pregunta cabe reparar que algunas de las respuestas se refieren a situaciones concretas en las que se recuerda de haber visto a los animales y plantas (p. ej. «en los pájaros por que cantaban y eso me agradó», «en una cigüeña que estaba haciendo el nido», «en las orugas de los pinos» o «en la encina que está delante de mi casa»).

Para finalizar este capítulo descriptivo de las respuestas al cuestionario pretest, en las que se basa la caracterización de la muestra, se expone a continuación la importancia atribuida a la biodiversidad y a su conservación. La distribución de las respuestas, que se muestra en la Figura 47 (véase también Tabla anexa XXX), refleja la importancia significativamente mayor atribuida, en ambos casos, por los alumnos de 1º BACH, en comparación con los de 1º ESO (Figura 48 y Tabla anexa XXXI).

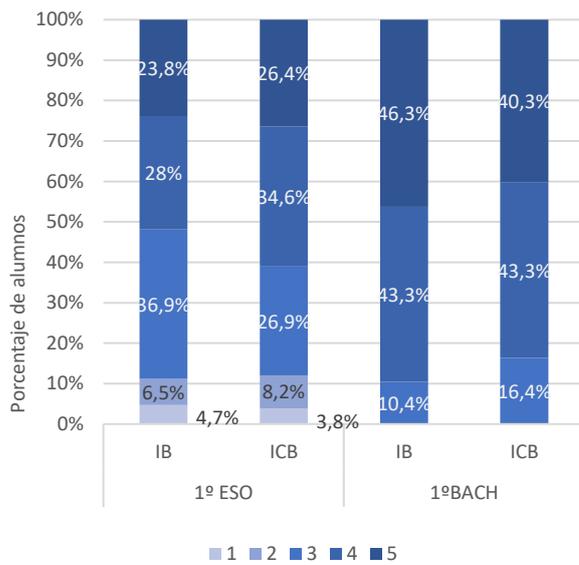


Figura 47 – Porcentaje de respuesta sobre la importancia atribuida a la biodiversidad (IB) y a su conservación (ICB).
Varia de 1 – Nada Importante a 5 – Muy Importante

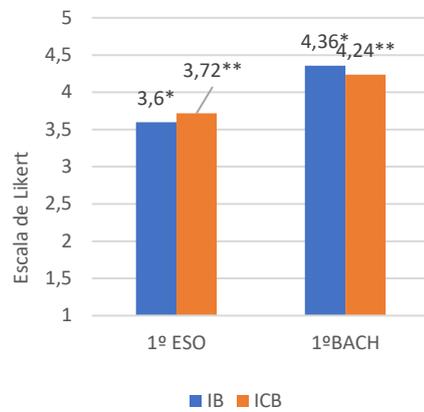


Figura 48 – Promedio de la importancia atribuida a la biodiversidad (IB) y a su conservación (ICB).

de 1 – Nada Importante a 5 – Muy Importante

*Indica diferencias significativas en la importancia atribuida a la biodiversidad, entre de ambos cursos.

** Indica diferencias significativas en la importancia atribuida a la conservación de la biodiversidad, entre ambos cursos

5.2. Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación

En este capítulo, a través de la utilización de modelos lineales mixtos generalizados (MLMG) y de regresión logística (RL), se investiga la influencia de distintos factores sociodemográficos y contextuales en los conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación.

5.2.1. Variables seleccionadas para integrar el modelo

Con el fin de garantizar el mejor ajuste de los modelos construidos, fue necesario seleccionar cuáles de las variables explicativas los integrarían, dado que los MLMG penalizan los modelos sobre parametrizados, que son poco explicativos de los fenómenos a analizar (Bolker *et al.*, 2009). Tras el análisis descriptivo presentado en el capítulo anterior, se seleccionaron las variables explicativas que finalmente se integraron los 20 modelos construidos. A continuación, se justifican los motivos para la elección de las variables en los distintos dominios.

En el dominio *Características sociodemográficas y entorno familiar*, se incluyeron como variables explicativas la relación de la ocupación del padre y la madre con el medio ambiente y la posesión, o no, por parte de ambos, de un grado universitario. Se optó por no incluir su nivel de competencias, debido al desfase observado entre éste y su nivel de estudios (ver capítulo 5.1.1), además de que los efectos del nivel de estudios de los progenitores en los conocimientos y preocupaciones ambientales de los hijos están ya bien documentados en la literatura (Casey y Scott, 2006).

En cuanto a la *Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales*, se eligieron las variables ‘conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente’, ‘preocupación por la naturaleza y el medio ambiente a nivel general’, el ‘gusto por la asignatura de Ciencias Naturales o Biología’, el ‘grado de dificultad’ a la hora de cursarlas y ‘la calificación obtenida en el último parcial’. Se

excluyó el grado de preocupación por la naturaleza y el medio ambiente a nivel autonómico y nacional, porque el elevado número de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA) de ámbito internacional citadas parece indicar una mayor afinidad y preocupación de los alumnos con la naturaleza y el ambiente a un nivel más global. Por otra parte, en el caso de las calificaciones, se optó por usar la del último parcial por ser más cercana en el tiempo y probablemente más reciente en la memoria de los estudiantes, que la obtenida en el curso anterior, como corrobora el menor número de casos válidos en esta variable con relación a la primera (ver Tabla anexa X).

En el dominio *Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales* se seleccionaron las variables relativas a la frecuencia de realización de las siguientes actividades en la naturaleza: ‘caminatas’, ‘fotografía’ y ‘observación de la fauna y flora’. En cambio, no se seleccionaron las actividades de jardinería y la caza y pesca dado que han sido citadas con muy baja frecuencia. Sí se integraron en el modelo, como variables explicativas independientes, las distintas ‘fuentes de aprendizaje sobre la biodiversidad’.

Todas las variables pertenecientes al dominio de la *Práctica de identificación de organismos* descritas en el capítulo anterior se integraron en los modelos, con excepción de la relativa a las razones o motivos presentados para fundamentar la importancia de la identificación de seres vivos. Se decidió excluir esa variable debido a la elevada proporción de participantes que no contestaron a la pregunta y porque, incluso entre los casos en que lo hicieron, hay un gran porcentaje de motivos cuya formulación no ha permitido considerarlos como tales razones o motivos (p. ej. «*para saber cuáles*», véase apartado 5.1.4.).

Por último, para caracterizar los *Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación*, se seleccionaron la mayoría de las variables explicativas incluidas en este dominio (véase Tabla V), con la excepción de las dos variables relacionadas con la ‘observación de organismos de camino al instituto’, por ser redundantes con la variable ‘conocimiento de animales y plantas del entorno’, que presenta un mayor número de respuestas válidas.

En la Tabla VIII se resumen las variables utilizadas en los MLMG y los modelos de RL.

Tabla VIII – Variables explicativas provenientes del cuestionario pretest seleccionadas para integrar los modelos y respectivas categorías usadas conforme a la recodificación presentada en el apartado 4.3.2.

Domínio	Variable explicativa	Categoría
Características sociodemográficas y entorno familiar	Profesión relacionada con el medio ambiente (padre)	Si/No
	Profesión relacionada con el medio ambiente (madre)	
	Estudios universitarios (padre)	Sin/Con
	Estudios universitarios (madre)	
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales	Conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA)	Si/No
	Preocupación por la naturaleza y el medio ambiente a nivel global	1 (Nada o poco) / 2 (Medianamente) 3 (Bastante o mucho)
	Gusto por la asignatura Ciencias Naturales/Biología	
	Facilidad con la asignatura Ciencias Naturales/Biología	
	Calificación asignatura Ciencias Naturales/Biología en el último parcial	Insuficiente / Aprobado / Notable / Sobresaliente
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales	Frecuencia caminatas/senderismo	0 a 52 semanas al año
	Frecuencia fotografía de la naturaleza	
	Frecuencia observación de fauna y flora	
	Aprendí sobre biodiversidad en medios de comunicación	Cita/No cita
	Ídem en museos o centros de ciencia	
	Ídem en actividades en la naturaleza	
	Ídem en la escuela	
Ídem con amigos o familiares		
Práctica de identificación de organismos	Importancia de la identificación	1 (Nada o poco) / 2 (Medianamente) 3 (Bastante o mucho)
	Dificultad de la identificación	
	Frecuencia de actividades de identificación	0 a 52 semanas al año
	Nº de materiales utilizados en la identificación	0 a 4
	Contexto de la identificación	Formal / Informal / Familiar / 2 o más situaciones / No sabe
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación	Escala de comprensión de la biodiversidad	0 a 10 (Escala de Moss modificada)
	Escala de conocimiento de acciones para protegerla	
	Beneficios de la biodiversidad	Cita / No cita
	Importancia de la biodiversidad	1 (Nada o poco) / 2 (Medianamente) 3 (Bastante o mucho)
	Importancia de la conservación	
	Animales del entorno	Animales no especificados / Mascotas, ganado y exóticos / Animales vertebrados e invertebrados autóctonos
	Plantas del entorno	Plantas no especificadas (PNE) / Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas / Plantas autóctonas especificadas

5.2.2. Factores que influyen en distintas dimensiones de la biodiversidad

Se presentan a continuación los resultados de los modelos obtenidos para las tres variables dependientes consideradas: Comprensión de la biodiversidad (variable de escala), Conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad (variable de escala) e Importancia de la biodiversidad (variable dicotómica). Los modelos obtenidos para la variable dependiente dicotómica Importancia de la conservación de la biodiversidad fueron finalmente excluidos de este análisis, ya que todos ellos presentan, por lo menos en alguna de las categorías, un porcentaje de casos observados, en contraste con los casos pronosticados, inferior al 50%, lo que es indicativo de un ajuste bajo del modelo (Tabla anexa XXXII). Además, se verificó una correlación (Tabla anexa XXXIII) entre esta variable dependiente y la variable dependiente Importancia de la biodiversidad, presentando, esta última, modelos de distribución de las categorías mejor ajustados (Tabla anexa XXXIV).

Comprensión de la biodiversidad

La Tabla IX presenta los valores de los efectos fijos (F) de los modelos, todos ellos significativos, calculados para los cinco dominios considerados en este estudio. Se muestran, además, las variables que resultan significativas en la explicación de la variabilidad observada en la 'Escala de comprensión de la biodiversidad' y los valores de los coeficientes fijos (β) de las categorías significativas de dichas variables. Cada coeficiente fijo (β) indica el incremento de puntos que se da en la escala de comprensión de la biodiversidad por pasar de la categoría de referencia a la categoría indicada. En las Tablas anexas XXXV y XXXVI se presentan los valores de los efectos fijos y de los coeficientes fijos calculados para todas las variables y sus categorías.

Tabla IX – Factores explicativos de la variabilidad observada en la comprensión de la biodiversidad, agrupados por los distintos dominios considerados.

Dominio (Efectos fijos: F; Nivel de significación: p)		
Variable (F;p)	Categoría(*)	Coefficientes fijos: β (Desviación estándar: DE)
Características sociodemográficas y entorno familiar (22,311; 0,000)		
Estudios universitarios del padre (7,657; 0,006)	Sí	0,681 (0,2462)
	No ^a	0
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales (15,080; 0,000)		
Conoce ANMA (6,464; 0,012)	Sí	0,541 (0,2129)
	No ^a	0
Calificación Ciencias Naturales/Biología (12,004; 0,000)	Sobresaliente	1,831 (0,3737)
	Notable	0,894 (0,2881)
	Insuficiente ^a	0
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales (16,691; 0,000)		
Frecuencia caminatas/senderismo (9,075; 0,003)	Escala 0 ^a a 52 semanas	0,015 (0,0049)
Aprendí sobre biodiversidad en museos y centros de ciencia (5,239; 0,023)	Sí	0,645 (0,3002)
	No ^a	0
Práctica de identificación de organismos (11,710; 0,000)		
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación (23,714; 0,000)		
Escala de conocimiento de acciones de conservación (20,965; 0,000)	Escala de 0 ^a a 10	0,131 (0,0287)
Importancia de la biodiversidad (7,696; 0,001)	Bastante o Muy	1,366 (0,4140)
	Poco ^a	0
Cita beneficios de la biodiversidad (32,238; 0,000)	Sí	1,14 (0,2007)
	No ^a	

(*) En la columna 'categorías' se presentan únicamente las categorías de referencia de cada variable y aquellas categorías que resultan ser significativas con relación a ésta.

^a Categoría de referencia

El primer modelo presentado en la Tabla IX representa la influencia de las características sociodemográficas y del entorno familiar en la 'escala de comprensión de la biodiversidad'. De todas las variables que integran este dominio (véase Tabla VIII) únicamente los 'estudios universitarios del padre' presentan efectos significativos en la referida escala. Los alumnos y alumnas cuyos padres poseen estudios universitarios, presentan un incremento de 0,681 puntos (β) en la escala de comprensión de la biodiversidad (rango 0-10) en comparación con aquellos cuyos padres no han completado dichos estudios, que constituyen la categoría de referencia. Teniendo en cuenta que el promedio obtenido en la escala de comprensión de la biodiversidad es de 2,40 – lo que corresponde a un nivel de comprensión ambivalente, con la mención de

algunas descripciones precisas de la biodiversidad y otras imprecisas –, un incremento de 0,641 significa el paso a exhibir algunas evidencias de comprensión de la biodiversidad ($2,40+0,641=3,64$).

El modelo relativo al dominio *Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales* también resulta significativo. En esta área, son significativos los siguientes factores: el ‘conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA)’ y la ‘calificación obtenida en Ciencias de la Naturaleza/Biología’. El conocimiento de ANMA tiene un efecto de incremento de 0,541 puntos en la escala de comprensión de la biodiversidad con respecto a los alumnos que no las conocen. Pero son las categorías “notable” y “sobresaliente” de la variable ‘calificación en ciencias de la naturaleza o biología en el último parcial’ las que tienen un mayor efecto. Obtener notable o sobresaliente proporciona un aumento de 0,894 y de 1,831 unidades, respectivamente, en la ‘escala de comprensión de la biodiversidad’, en relación con los alumnos con calificación insuficiente, la categoría de referencia.

En el caso de la *Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales*, las variables que resultan estadísticamente significativas son: la ‘frecuencia de caminatas en la naturaleza’ y los ‘museos y centros de ciencia’ como fuentes de aprendizaje de la biodiversidad. La primera es una variable de escala que representa la frecuencia con que los estudiantes realizan caminatas y senderismo en la naturaleza, y varía entre 0 a 52 semanas al año. El valor del coeficiente fijo (β) indica el incremento que se da en la escala de comprensión de la biodiversidad con la realización de una caminata más al año. De este modo, una al mes, es decir, 12 al año, producirá un incremento de 0,18 puntos ($0,015*12$) en la escala de comprensión de la biodiversidad; dos al mes (24 al año) se traducirán en un incremento de 0,36 puntos ($0,015*24$), y así sucesivamente hasta llegar a 0,78 puntos ($0,015*52$) en quienes salen a caminar todas las semanas del año. Destaca también el papel de los ‘Museos y centros de ciencia’ como fuente de aprendizaje de la biodiversidad: aquellos que mencionan estas fuentes muestran una comprensión de la biodiversidad 0,645 puntos superior a quienes no las mencionan.

El modelo relativo al dominio de los *Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación* es también significativo, con las siguientes variables significativas a la

hora de explicar la variabilidad en la ‘escala de comprensión de la biodiversidad’: el ‘conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad’, la ‘importancia de la biodiversidad’ y la ‘mención de algún tipo de beneficio aportado por la biodiversidad’. Un aumento de un punto en la escala de 0 a 10 de conocimiento de acciones para la salvaguarda de la biodiversidad corresponde a un aumento de 0,131 unidades en la escala de comprensión de la biodiversidad. Al ser una variable de escala, esto supone que el cambio producido por pasar de los 0 a los 5 puntos corresponde a un incremento de 0,655 puntos ($0,131 \times 5$) en la puntuación obtenida en la escala de comprensión de la biodiversidad. El efecto de la mención de por lo menos un tipo de beneficio de la biodiversidad es también apreciable, correspondiendo a un aumento de 1,140 puntos en la escala de comprensión de la biodiversidad con respecto a los alumnos que no citan ningún beneficio. Por su parte, la importancia atribuida a la biodiversidad – una medida de la actitud hacia ella – tiene un efecto aún mayor sobre la escala de comprensión de la biodiversidad en este dominio. Los alumnos y alumnas que consideran la biodiversidad “Bastante o muy importante” presentan un incremento su comprensión del tema de 1,366 puntos respecto a quienes la consideran “Nada o poco importante”.

Por último, aunque el modelo para el dominio de la *Práctica de identificación de organismos* sea significativo en su conjunto, ninguna de las variables usadas resultó significativa por sí sola para explicar la variabilidad observada en la comprensión de la biodiversidad de los alumnos.

Conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad

También en el caso del conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad todos los modelos construidos para cada uno de los dominios resultaron significativos. La Tabla X muestra los valores de F y respectiva significación estadística para los cinco modelos corregidos y para todas las variables con efectos fijos significativos sobre la ‘Escala de conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad’ que los integran, así como los valores de los coeficientes fijos (β) de las categorías significativas de esas variables. En las Tablas anexas XXXVII y XXXVIII se presentan los valores de los efectos fijos y de los coeficientes fijos calculados para todas las variables y sus categorías.

Tabla X – Factores explicativos de la variabilidad observada en la escala de conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad, agrupados por los distintos dominios considerados.

Variable (F;p)	Categoría (*)	Coefficientes fijos: β (Desviación Estándar: DE)
Dominio (Efectos fijos: F; Nivel de significación: p)		
Características sociodemográficas y entorno familiar (4,394; 0,000)		
Estudios universitarios de la madre (4,673; 0,031)	Sí	0,978 (0,4526)
	No ^a	0
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales (6,547; 0,000)		
Conoce ANMA (4,244; 0,040)	Sí	0,807 (0,3918)
	No ^a	0
Preocupación por la naturaleza y el medio ambiente (4,003; 0,019)	-	-
Calificación Ciencias Naturales/Biología (9,006; 0,000)	Sobresaliente	2,440 (0,6854)
	Insuficiente ^a	0
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales (7,115; 0,000)		
Frecuencia observación fauna/flora (9,944; 0,002) Aprendí sobre biodiversidad en medios de comunicación (4,696; 0,031)	Escala 0 ^a a 52 semanas	0,030 (0,0096)
	Sí	1,191 (0,5494)
Aprendí sobre biodiversidad con amigos y familiares (12,900; 0,000)	No ^a	0
	Sí	1,625 (0,4525)
	No ^a	0
Práctica de identificación de organismos (3,736; 0,000)		
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación (9,575; 0,000)		
Escala de comprensión de la biodiversidad (19,958; 0,000)	Escala de 0 ^a a 10	0,479 (0,1073)
	Sí	1,482 (0,2007)
Cita beneficios de la biodiversidad (13,605; 0,000)	No ^a	

(*) En la columna 'categorías' se presentan únicamente las categorías de referencia de cada variable y aquellas categorías que resultan ser significativas con relación a ésta.

^a Categoría de referencia.

En el modelo relativo a las características sociodemográficas y el entorno familiar, la única variable que presenta efectos fijos significativos en el conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad es el 'nivel de estudios de las madres'. Cuando éstas poseen estudios universitarios, sus hijos e hijas presentan un incremento de 0,978 puntos (β) en la escala de conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad (rango 0-10) respecto a aquellos cuya madre no tiene este nivel de estudios.

También es significativo el modelo relativo a la *Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales*. A semejanza de lo verificado para la comprensión de la biodiversidad, la variable que tiene más efecto sobre el conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad es la calificación obtenida en el último parcial en las

asignaturas de Ciencias de la Naturaleza o Biología. El efecto de obtener un sobresaliente corresponde a un aumento de 2,44 unidades en la ‘escala de conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad’, con respecto a los alumnos que han tenido insuficiente en esas asignaturas. El conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA) también es significativo, y se traduce en un incremento de 0,807 puntos en la escala frente a quienes que no las conocen. El grado de preocupación por el medio ambiente también explica significativamente el conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad, pero tal no queda reflejado en los valores de los coeficientes fijos de sus categorías y por ello no están representadas en la Tabla X. Pasar de la categoría de referencia “nada o poco preocupado/a” definida en el modelo, a cualquiera de las otras dos categorías consideradas, no resulta significativo, porque en esta variable la diferencia significativa se produce entre los alumnos y alumnas “mediamente preocupados/as” y los “bastante o muy preocupados/as”: estos últimos presentan en promedio 1,066 puntos más en la escala de conocimiento de acciones que pueden hacer por su parte para proteger la biodiversidad, que los que manifiestan una preocupación mediana (consúltese la Tabla anexa XXXVIII, para ver la diferencia entre estas dos categorías).

En el modelo relativo a las características sociodemográficas y el entorno familiar, la única variable que presenta efectos fijos significativos en el conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad es el ‘nivel de estudios de las madres’. Cuando éstas poseen estudios universitarios, sus hijos e hijas presentan un incremento de 0,978 puntos (β) en la escala de conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad (rango 0-10) respecto a aquellos cuya madre no tiene este nivel de estudios.

También es significativo el modelo relativo a la *Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales*. A semejanza de lo verificado para la comprensión de la biodiversidad, la variable que tiene más efecto sobre el conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad es la calificación obtenida en el último parcial en las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza o Biología. El efecto de obtener un sobresaliente corresponde a un aumento de 2,44 unidades en la ‘escala de conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad’, con respecto a los alumnos que han tenido insuficiente en esas asignaturas. El conocimiento de asociaciones de conservación de la

naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA) también es significativo, y se traduce en un incremento de 0,807 puntos en la escala frente a quienes que no las conocen. El grado de preocupación por el medio ambiente también explica significativamente el conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad, pero tal no queda reflejado en los valores de los coeficientes fijos de sus categorías y por ello no están representadas en la Tabla X. Pasar de la categoría de referencia “nada o poco preocupado/a” definida en el modelo, a cualquiera de las otras dos categorías consideradas, no resulta significativo, porque en esta variable la diferencia significativa se produce entre los alumnos y alumnas “mediamente preocupados/as” y los “bastante o muy preocupados/as”: estos últimos presentan en promedio 1,066 puntos más en la escala de conocimiento de acciones que pueden hacer por su parte para proteger la biodiversidad, que los que manifiestan una preocupación mediana (consúltese la Tabla anexa XXXVIII, para ver la diferencia entre estas dos categorías).

En el dominio *Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales*, destacan como fuentes de conocimiento de la biodiversidad los ‘amigos y familiares’, que son muy importantes en la explicación de la variabilidad observada en el conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad. Quienes los citan como fuentes de conocimiento de la biodiversidad presentan un incremento de 1,625 puntos en la escala de conocimiento de acciones de conservación, con respecto a aquellos que no mencionan este tipo de fuente. Citar los ‘medios de comunicación’ como fuente de conocimiento sobre la biodiversidad resulta igualmente significativo en la explicación de la variabilidad observada en el conocimiento de acciones de protección de la biodiversidad y corresponde a un incremento de 1,191 puntos en la escala, frente a los que no mencionan este tipo de fuente. En este dominio también resulta significativa la ‘frecuencia de observación de la fauna y flora’. En esta variable de escala, que varía entre las 0 y las 52 semanas, el valor del coeficiente fijo es 0,030 y se refiere al incremento que se da en la variable de respuesta por realizarse una caminata al año. Al igual que lo observado para el efecto de la ‘frecuencia de las caminatas’ en la escala de comprensión de la biodiversidad, también aquí el valor del incremento en la escala de conocimiento de acciones de conservación producido por pasar a realizar una actividad de observación al mes, es decir 12 al año, corresponde a un incremento de 0,36 puntos ($0,030 \cdot 12$), la

realización de dos actividades de observación al mes (24 al año) produce un incremento de 0,72 puntos, y así sucesivamente hasta llegar a un incremento de 1,56 puntos ($0,030 \times 52$) en los jóvenes que realizan actividades de observación de fauna y flora todas las semanas del año.

En el dominio *Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación*, el modelo también resulta significativo, con dos factores que contribuyen de forma significativa para explicar la variabilidad observada en la 'Escala de conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad': estos son la 'Escala de comprensión de la biodiversidad' y el 'Conocimiento de beneficios de la biodiversidad'. Un aumento de una unidad en la comprensión de la biodiversidad significa un incremento de 0,479 unidades en el conocimiento de acciones de conservación. De esta forma, el efecto de la comprensión de la biodiversidad en el conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad es todavía más pronunciado que el efecto inverso comentado anteriormente. Si pasar de 0 a 5 puntos en la escala de conocimiento de acciones para conservación corresponde a un aumento de 0,655 puntos en la escala de comprensión de la biodiversidad (véase Tabla IX), pasar de 0 para 5 puntos en la escala de comprensión de la biodiversidad significa un incremento de 2,395 en la escala de conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad. Finalmente, la mención de al menos un beneficio aportado por la biodiversidad permite predecir un aumento de 1,482 unidades en la misma escala, con relación a quienes no citan ningún beneficio.

Una vez más, aunque el modelo corregido para el dominio de la *Práctica de identificación de organismos* sea significativo, ninguna de las variables usadas resultó significativa por sí misma para explicar la variabilidad en el conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad.

Importancia de la biodiversidad

Todos los modelos calculados para explicar la variabilidad observada en la importancia atribuida por los alumnos a la biodiversidad resultaron significativos y se presentan en

la Tabla XI. En las Tablas anexas XXXIX y XL se presentan los resultados de los modelos para todas las variables y sus categorías.

Tabla XI - Factores explicativos de la variabilidad observada en la importancia atribuida a la biodiversidad, agrupados por los distintos dominios considerados.

Variable (F;p)	Categorías(*)	Odds ratio: OD (p)	Incremento cociente de probabilidad (%)
Dominio (Efectos fijos: F; Nivel de significación: p)			
Características sociodemográficas y entorno familiar (6,707; 0,000)			
Estudios universitarios de la madre (4,370; 0,037)	Sí	1,927 (0,037)	92,74%
	No	0	-
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales (4,928; 0,000)			
Preocupación por la naturaleza y el medio ambiente (8,092; 0,000)	Bastante o mucho	4,379 (0,002)	337,95%
	Nada o poco	0	-
Calificación Ciencias Naturales/Biología (3,141; 0,026)	Sobresaliente	4,593 (0,012)	359,28%
	Insuficiente ^a	0	-
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales (5,081; 0,000)			
Frecuencia observación fauna/flora (10,934; 0,001)	Escala 0 a 52 semanas	1,026 (0,001)	2,56%
Aprendí sobre biodiversidad con amigos y familiares (5,569; 0,019)	Sí	2,326 (0,019)	132,59%
	No	0	-
Práctica de Identificación de organismos (3,288; 0,000)			
Importancia de saber identificar seres vivos (3,498; 0,032)	Bastante o mucho	7,667	666,69%
	Mediana	5,473	447,26%
	Nada o poco	0	-
Frecuencia actividades de identificación (5,429; 0,020)	Escala 0 ^a a 52 semanas	1,025 (0,020)	2,51%
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación (6,392; 0,000)			
Escala de comprensión de la biodiversidad (8,662; 0,004)	Escala de 0 ^a a 10	1,319 (0,004)	31,87%
Importancia de la conservación (18,513; 0,000)	Bastante o mucho	29,396 (0,001)	2839,64%
	Nada o poco	0	-

(*) En la columna 'categorías' se presentan únicamente las categorías de referencia de cada variable y aquellas categorías que resultan ser significativas con relación a ésta.

^a Categoría de referencia.

Como se explica en el apartado correspondiente de la metodología, en los modelos de regresión logística usados en el caso de esta variable dependiente dicotómica, la interpretación del tamaño del cambio con respecto a la categoría de referencia se presenta en términos de *odds ratio* ($OD = (Exp(\beta))$), que indica el tipo de relación que existe entre las variables explicativas y la variable dependiente. El *odds ratio* también puede ser interpretado en términos de incremento de cociente de probabilidad, lo cual indica, en este caso, el aumento de la probabilidad de considerarse la biodiversidad

como “bastante o muy importante” por pasar de la categoría de referencia de la variable explicativa a la categoría significativa de la misma variable (ver apartado 4.4.2.).

El modelo de las *Características sociodemográficas y el entorno familiar* es significativo a la hora de explicar la variabilidad atribuida a la ‘importancia de la biodiversidad’ y, tal como en el caso de la escala de conocimiento de acciones de conservación, solamente el grado de estudios de la madre resulta significativo. Conviene señalar el papel de los estudios de la madre en relación con la importancia atribuida por los jóvenes a la biodiversidad, ya que en aquellos cuya madre posee grado universitario se verifica un incremento de un 92,7% en el cociente de probabilidades de considerar la biodiversidad bastante o muy importante, en comparación con los estudiantes cuyas madres no lo poseen (OD=1,927, ver Tabla XI).

En el dominio *Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales*, el modelo también es significativo y las variables que influyen significativamente en la importancia atribuida a la biodiversidad son la ‘preocupación por la naturaleza y el medio ambiente’ y la ‘calificación obtenida en Ciencias de la Naturaleza o Biología en el último parcial’. Con respecto al primero de estos factores, la única categoría significativa es la de los alumnos “bastante o muy preocupados/as”, con un OD=4,379, que se traduce en un incremento del cociente de probabilidad de considerar la biodiversidad “bastante o muy importante” de un 337,95%, respecto a la categoría de referencia que es la de los “nada o poco preocupados/as”. En cuanto a la calificación obtenida en Ciencias Naturales o Biología, respecto a la categoría de referencia, que es la calificación de insuficiente, la categoría sobresaliente es significativa con un OD=4,593, es decir, un incremento en el cociente de probabilidad de 359,28%. Como se aprecia en los *odds ratio* y respectivos incrementos del cociente de probabilidad, ambas categorías de los factores significativos calculados en este dominio tienen una gran influencia en la mayor importancia atribuida a la biodiversidad (ver Tabla XI).

En cuanto al modelo relativo a la *Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales*, las dos variables que tienen efectos significativos son la ‘frecuencia de observación de la fauna o flora’, con un OD de 1,026 y los ‘amigos y familiares’ como fuente de aprendizaje de la biodiversidad, con un OD de 2,326. En el caso de la

frecuencia de realización de actividades de observación de la fauna y flora, por ser variable de escala, para determinar el efecto que tiene la realización una actividad de observación de organismos por semana, es decir 52 veces al año, sobre la importancia atribuida por los alumnos a la biodiversidad, se utilizó la siguiente fórmula:

$$OD = \exp(\beta * X) = \exp(0,025 * 52) = \exp(1,3) = 3,67$$

donde β es el coeficiente fijo de la variable ‘frecuencia de realización de actividades de observación de fauna o flora’, calculado por el modelo de regresión logística (véase Tabla anexa XL) y X el número de semanas al año en que se realizaron estas actividades en la naturaleza. Lo cual se traduce en un OD=3,67, o sea un incremento del cociente de probabilidades del 267% de que quienes hicieron actividades de observación de la fauna o flora todas las 52 semanas del año consideren la biodiversidad “bastante o muy importante”, en comparación con aquellos que nunca las realizaron (ver Tabla XI).

En el dominio *Práctica de identificación de organismos*, el modelo también resultó significativo, con dos variables que presentan efectos significativos en la importancia a la biodiversidad. Por una parte, la ‘importancia otorgada a saber identificar seres vivos – con un efecto de OD=5,473 para aquellos que lo consideran “medianamente importante”, y de OD=7,667 para los que lo consideran “bastante o muy importante”, con respecto a aquellos estudiantes que constituyen la categoría de referencia, es decir, quienes consideran que identificar fauna o flora es “nada o poco importante”, y por otra, la ‘frecuencia de realización de actividades de identificación’, con un OD de 1,004. El efecto de la realización de actividades de identificación todas las semanas del año (52 semanas) es de OD=3,67, lo que se traduce en un incremento del cociente de probabilidades de un 267% de que estos alumnos consideren la biodiversidad bastante o muy importante, con relación a aquellos que nunca realizaron actividades de identificación de organismos (ver Tabla XI).

Por último, el modelo calculado para el dominio de los *Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación* es también significativo para explicar la variabilidad en la “importancia atribuida a la biodiversidad”. Son dos los factores que tienen efectos significativos: la ‘importancia atribuida a la conservación de la biodiversidad’

(OD=29,396) y la 'escala de comprensión de la biodiversidad' (OD=1,319). La primera tiene el efecto más acentuado de los encontrados para los modelos presentados relativos a la importancia atribuida a la biodiversidad. En el caso de los alumnos y alumnas que consideran la conservación de la biodiversidad como "bastante o muy importante" se produce un incremento del cociente de probabilidades de 2839,64% respecto de aquellos que creen que es "nada o poco importante". En el caso de la comprensión de la biodiversidad, por ser una variable de escala, para calcular el efecto producido por pasar de 0 a 5 en la misma, se ha usado la misma fórmula presentada anteriormente, pero en este caso con un $\beta=0,277$ (véase Tabla anexa XL): el *odds ratio* calculado aplicando la fórmula es de 3,99, lo que corresponde a un aumento en el cociente de probabilidades en un 299% de que los alumnos que tienen 5 puntos en la escala de comprensión de la biodiversidad la consideren "bastante o muy importante" en comparación con los que tienen 0 puntos (véase Tabla XI).

5.2.3. Factores que influyen los conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad

En la Figura 49 se representan, para cada uno de los dominios estudiados, los factores que resultaron significativos a la hora de explicar la variabilidad observada en la comprensión de la biodiversidad, el conocimiento de acciones que cada uno puede hacer de su parte para conservarla y la importancia que se le atribuye.

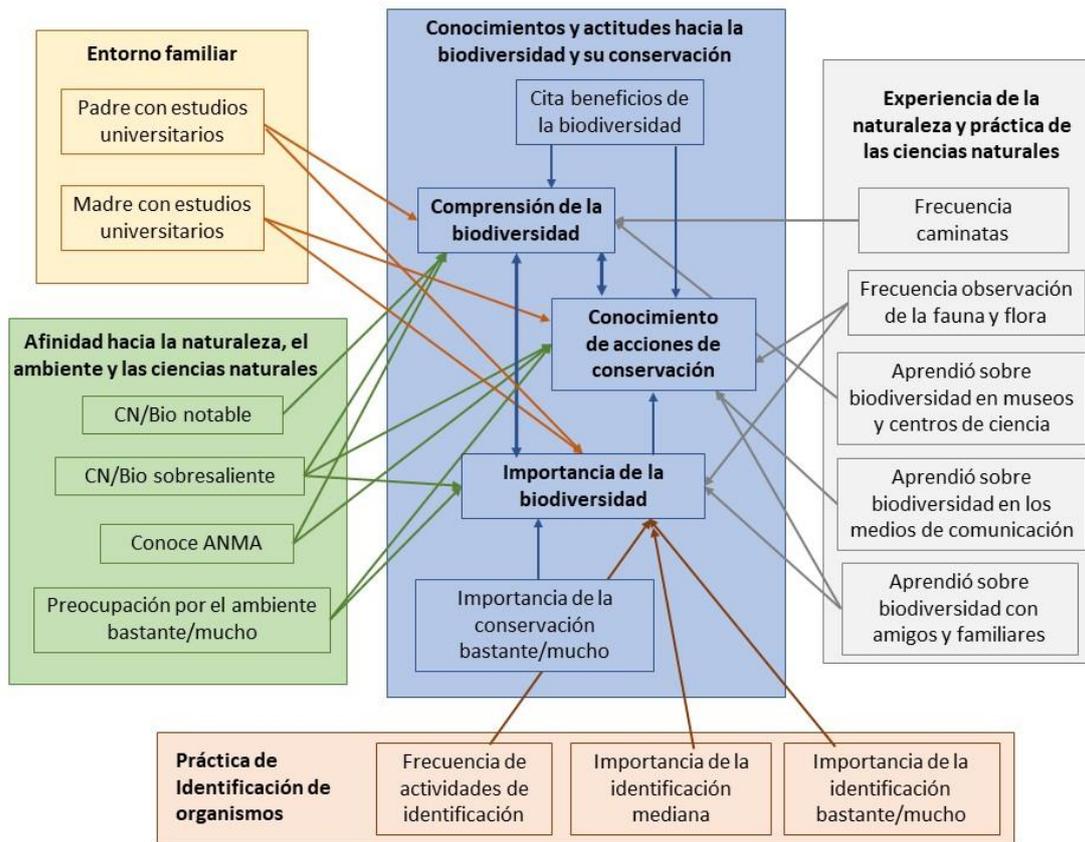


Figura 49 – Parámetros significativos en la explicación de la variabilidad de las tres variables dependientes ('comprensión de la biodiversidad', 'conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad' e 'importancia de la biodiversidad') presentados por dominio.

Las variables dependientes aparecen en el centro, en negrita. Los factores significativos aparecen en los cuadros pequeños, organizados por dominios (diferenciados con distintos colores). Las flechas conectan los factores con las respectivas variables dependientes que influncian.

Un primer análisis general de la figura permite observar que solamente un factor – tener sobresaliente en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza (CN) o Biología (Bio) en el último parcial – explica la variabilidad encontrada en las tres variables dependientes analizadas.

Se observa también un mayor efecto, sobre las dos variables dependientes relacionadas con el conocimiento – la 'comprensión de la biodiversidad' y el 'conocimiento de acciones de conservación de la biodiversidad' – de los factores más relacionados con los conocimientos: 'calificación en Ciencias de la Naturaleza y Biología', 'mención de por lo menos un beneficio aportado por la biodiversidad', 'conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA)' y 'museos y

centros de ciencia y medios de comunicación como fuentes de aprendizaje sobre la biodiversidad’.

Por otra parte, las cuestiones más relacionadas con actitudes, como la preocupación por el medio ambiente o la importancia dada a la identificación de organismos o a la conservación de la naturaleza, tienen un mayor efecto en la variabilidad de la importancia atribuida a la biodiversidad.

Sin embargo, se verifica también una convergencia de algunos de los factores, que presentan efectos significativos tanto en el ‘conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad’ como en la ‘importancia de la biodiversidad’. Estos factores son la ‘preocupación por la naturaleza y el medio ambiente’, en el dominio *Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales*, y la influencia de los ‘familiares y amigos como fuentes de aprendizaje de la biodiversidad’ y de la ‘frecuencia de realización de actividades de observación de fauna y flora’, en el dominio de la *Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales*.

5.3. Identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad

En este capítulo se describe la influencia de la realización de actividades de identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad, tomando como caso de estudio dos grupos de estudiantes de 1º ESO y analizando la existencia de posibles diferencias significativas entre dos métodos de enseñanza de los conceptos relacionados con la biodiversidad: uno práctico, en el que uno de los grupos participó en la actividad de identificación Orthopter-On, especialmente concebida para este proyecto, y el otro teórico, en que el grupo participante recibió una clase expositiva sobre la temática de la biodiversidad, de acuerdo con los contenidos del programa de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza de 1º ESO. Ambos grupos cumplimentaron una encuesta antes (pretest) y después (postest) de cada una de las intervenciones, como se ha explicado en el capítulo de materiales y métodos (4.2. Instrumentos).

5.3.1. Comparación entre las dos metodologías de enseñanza

El análisis no paramétrico para muestras relacionadas utilizando la prueba Wilcoxon (ver Tabla XLI) indica que, considerando todos los alumnos, hay diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el postest y el pretest en nueve de las 17 variables consideradas en este estudio.

Para todas las variables cuya diferencia entre el post test y el pretest resultó significativa, menos una, el desempeño de los alumnos fue mejor el postest que en el pretest, como se aprecia en el mayor número de rangos positivos en el cálculo de esas diferencias (Tabla XII). El número de rangos positivos, negativos y empates para cada variable que presenta diferencias significativas entre el pretest y el postest, se presentan en la Tabla

anexa XLII)¹⁹. Únicamente en la variable ‘observación de organismos camino al instituto (Sí o No)’ el número de respuestas positivas la pregunta es menor en el posttest que en el pretest.

Tabla XII – Diferencias en los resultados del cuestionario pretest y posttest, entre el alumnado de 1º ESO que participó en el experimento. Variables analizadas en el presente estudio.

VARIABLES CONSIDERADAS	DESEMPEÑO POSTEST (*)
Escala de comprensión de la biodiversidad	↑
Importancia de la biodiversidad	↑
Cita beneficios de la biodiversidad	↑
Menciona servicios de aprovisionamiento	↑
Menciona servicios de regulación	
Menciona servicios culturales	
Menciona servicios de soporte	↑
Escala de conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad	↑
Observación de organismos camino al instituto	↓
Organismos observados	
Importancia de saber identificar seres vivos	
No sabe por qué es importante identificar seres vivos	↑
Motivo importancia identificación - conocimiento	
Motivo importancia identificación – utilitario	
Motivo importancia identificación – conservación	↑
Motivo importancia identificación – valor intrínseco	
Motivo importancia identificación – no es importante	

(*) Se muestran en negrita las variables que presentan diferencias significativas entre el posttest y el pretest, usando la prueba Wilcoxon para muestras relacionadas. ↑ indica un mejor desempeño de los alumnos en el posttest con relación al pretest; ↓ indica un desempeño menos favorable en el posttest.

La mayoría de las variables que resultaron significativas al considerar el conjunto de todos los alumnos y alumnas, lo siguen siendo cuando se tienen en cuenta por separado aquellos que participaron en la clase convencional y los que trabajaron con la herramienta Orthopter-on. La excepción son las variables ‘observación de organismos camino al instituto’ y ‘no sabe por qué es importante identificar seres vivos’, en las que las diferencias en los resultados obtenidos en los dos test solamente son significativas para los alumnos que participaron en la clase convencional (Tabla anexa XLII). La variable

¹⁹ Es necesario tener en consideración que en las variables de formulación negativa (ej. “No sabe por qué es importante identificar”), un resultado más favorable en el posttest resulta de la obtención de más rangos negativos que positivos en el cálculo de la diferencia entre el posttest y el pretest.

‘importancia de saber identificar seres vivos’, aunque sea significativa en el análisis conjunto de todos los alumnos, no lo es cuando se analizan los dos grupos por separado (Tabla anexa XLII), motivo por el que no es considerada en los restantes análisis.

La Tabla XIII presenta las valoraciones promedio obtenidas en el pretest y el postest, para las variables en que las diferencias entre las dos pruebas resultan significativas. Una vez más se verifica que los valores son superiores en el postest, excepto para las dos variables antes mencionadas. Se señalan con un asterisco las variables cuya diferencia entre los resultados de ambos test es significativa tanto en el caso del grupo que participó en la clase convencional como en el del que lo hizo la clase con la herramienta de identificación Orthopter-On, y con dos asteriscos las dos variables cuya diferencia entre los resultados del pretest y del postest solo es significativa en el grupo que participó en la clase convencional.

Tabla XIII – Medias obtenidas en las variables en las que se han encontrado diferencias significativas entre los resultados del pretest (PRT) y del postest (PST) obtenidos por los grupos participantes en la clase convencional y en la clase Orthopter-On.

	Convencional		Orthopter-On	
	PRT	PST	PRT	PST
Escala de comprensión de la biodiversidad*	1,70	2,90	2,05	3,43
Importancia de la biodiversidad*	3,51	4,01	3,78	4,13
Cita beneficios de la biodiversidad*	0,26	0,47	0,27	0,46
Menciona servicios de aprovisionamiento*	0,09	0,19	0,05	0,17
Menciona servicios de soporte*	0,14	0,30	0,14	0,25
Escala de conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad*	2,83	6,13	2,55	6,55
Observación de organismos camino al instituto**	1,35	1,24	1,34	1,30
No sabe por qué es importante identificar seres vivos **	0,37	0,20	0,28	0,22
Motivo importancia identificación – conservación **	0,04	0,88	0,45	0,10

() Variables cuya diferencia entre el pretest y el postest es significativa tanto en el caso del grupo de la clase convencional como en el caso de la clase con la herramienta de identificación Orthopter-On.. (**) variables cuya diferencia entre el pretest y el postest solo es significativa en el grupo que participó en la clase convencional.*

Por último, en la Tabla XIV se comparan los resultados obtenidos por los dos grupos (clase convencional y clase Orthopter-On), para los distintos Institutos de Enseñanza Secundaria participantes en este estudio (para los resultados de la prueba de Wilcoxon, véase Tabla anexa XLIII). Es visible la contribución del alumnado del Instituto Joaquín

Turina para las diferencias significativas observadas entre el pretest y el postest de los participantes en la clase convencional, visibles para todas las variables significativas. Además, los estudiantes de este instituto que participaron en la clase de identificación también presentan diferencias significativas entre el pretest y el postest en la mayoría de las variables ('escala de conocimiento de la biodiversidad', 'cita beneficios de la biodiversidad', 'menciona servicios de aprovisionamiento', 'escala de conocimiento de acciones de conservación', y 'observación de organismos camino al instituto'). El IES Joaquín Turina es, además, el único centro de enseñanza en que se verifican diferencias significativas entre el pretest y el postest en las variables 'mención de servicios de soporte', 'observación de organismos camino al instituto', 'no sabe por qué es importante identificar seres vivos', y 'es importante identificar para conservar'.

Tabla XIV – Comparación de las diferencias significativas entre los resultados del pretest y del postest obtenidos por el alumnado participante en la clase convencional y la clase Orthopter-On, en los distintos institutos.

	Joaquín Turina		El Escorial		Guadarrama		Sierra de Guadarrama	
	Conv	Ort-On	Conv	Ort-On	Conv	Ort-On	Conv	Ort-On
Escala de comprensión de la biodiversidad	↑	↑			↑	↑		↑
Importancia de la biodiversidad	↑		↑	↑				↑
Cita beneficios de la biodiversidad	↑	↑		↑				
Menciona servicios de aprovisionamiento	↑	↑		↑				
Menciona servicios de soporte	↑							
Escala de conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad	↑	↑		↑		↑		↑
Observación de organismos camino al instituto	↓	↓						
No sabe por qué es importante identificar seres vivos	↑							
Motivo importancia identificación – conservación	↑							

↑ indica un mejor desempeño en el postest con relación al pretest; ↓ indica un desempeño menos favorable en el postest.

Las diferencias entre el pretest y el postest son muy variadas según el Instituto de que se trate, como se puede ver en la Tabla XIV. Pero de una forma general, salvo en el caso del anteriormente citado IES Joaquín Turina, los alumnos y alumnas que realizaron la

clase de identificación con la herramienta Orthopter-On presentan mejores desempeños en el posttest en la mayor parte de las variables cuya diferencia entre las dos pruebas resultó ser significativa. En el caso de la variable 'escala de conocimiento de acciones de conservación', se verificó para todos los institutos un mejor desempeño en el posttest, significativamente distinto del pretest, en los participantes en la clase Orthopter-On de todos los institutos. En la 'escala de comprensión de la biodiversidad', la diferencia entre el pretest y el posttest es significativa para los participantes en la clase Orthopter-On de todos los institutos con excepción del IES El Escorial, y es igualmente significativa para los participantes en las dos clases en el caso del IES Guadarrama. La variable 'importancia de la biodiversidad' presenta diferencias significativas entre el pretest y el posttest tanto en los grupos de la clase convencional como en los de la clase Orthopter-On del IES El Escorial, y solamente en el alumnado participante en la actividad de identificación en el IES Sierra de Guadarrama. Por último, las variables 'Cita beneficios de la biodiversidad' y 'Menciona servicios de aprovisionamiento', solamente presentan diferencias significativas entre los resultados del pretest y del posttest entre los participantes en la actividad de identificación Orthopter-On, del IES El Escorial.

5.4. Usabilidad de la herramienta de identificación y actividad Orthopter-On

La creación de la clave de identificación multicriterio Orthopter-On y la puesta en práctica de una actividad de identificación de grillos y saltamontes en el contexto escolar, con el fin de proporcionar a los estudiantes y sus profesores/as la experiencia de la identificación de organismos hasta al nivel taxonómico de la especie, es también uno de los resultados de este proyecto. Seguidamente se presenta la evaluación de esta herramienta de identificación.

La mayoría del alumnado (72% en 1º ESO y 87,2% en 1º BACH) declaró, en el pretest, ya haber realizado actividades de identificación de organismos con anterioridad a la práctica de la actividad Orthopter-On. Casi la mitad de los más jóvenes afirma haberlas practicado por lo menos una vez al año, mientras que entre los alumnos de bachillerato estas actividades son menos frecuentes, y más del 60% las realiza como mucho una vez por año (véase figuras 50 y 51).

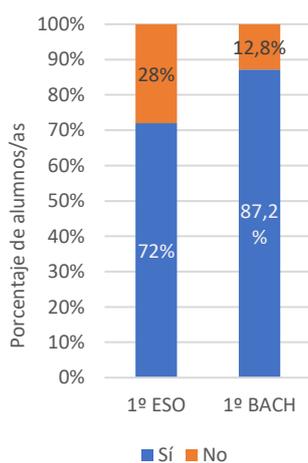


Figura 50 – Realización de actividades de identificación de organismos, con anterioridad a la realización de la actividad Orthopter-On.

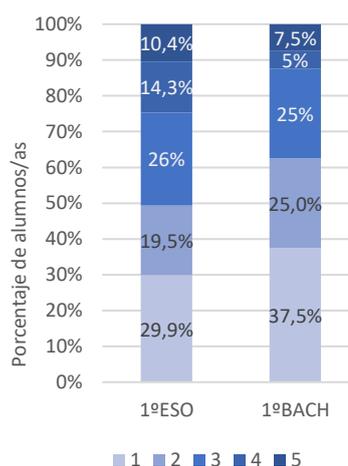


Figura 51 – Frecuencia de realización de actividades de identificación de organismos, con anterioridad a la realización de la actividad Orthopter-On.

1- Casi nunca; 2 – Una vez al año; 3 – Más de una vez al año; 4 – Una vez al mes; 5 – Una vez a la semana o más.

En 1º ESO, el grado de dificultad percibido en el proceso de identificación se incrementa entre el pretest y el postest, disminuyendo el número de quienes la consideran una actividad ‘nada o poco complicada’. En 1º BACH, por lo contrario, se verifica un incremento en el número de respuestas que expresan esta valoración del grado de dificultad (Figura 52).

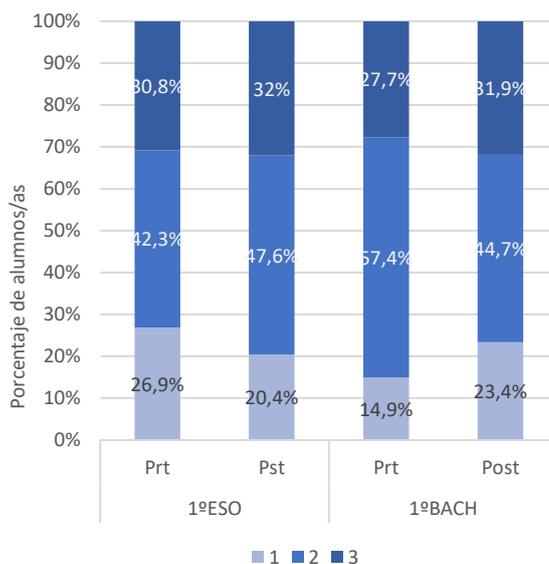


Figura 52 – Grado de dificultad atribuido a la identificación de organismos antes (Pre: pretest) y después (Pst: postest) de la realización de la actividad Orthopter-On.
 1 – Nada o poco complicada; 2 – Medianamente complicada; 3 – Bastante o muy complicada.

La mayoría de los estudiantes de los dos cursos se muestran confiados en que si dispusieran de los materiales adecuados serían capaces de identificar la mayoría de los seres vivos que se encuentran alrededor de su instituto (Figura 53). En sus respuestas sobre los materiales que consideran adecuados, tanto en 1º ESO como en 1º BACH, exhiben cierta confusión sobre el significado de materiales de identificación de organismos, ya que los que mencionan con mayor frecuencia son materiales y equipos que auxilian en el proceso de identificación, pues permiten manipular los especímenes y observar mejor sus características (p. ej. lupas, microscopios, pinzas y guantes), pero

que en sí mismos no permiten acceder a la identificación de especies desconocidas (Figura 54).

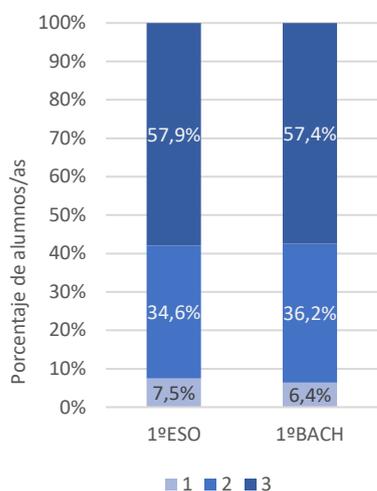


Figura 53 – ¿Crees que si tuvieras materiales adecuados podrías identificar organismos?

1 – Nada o poco de acuerdo; 2 – Medianamente de acuerdo; 3 – Bastante o totalmente de acuerdo.

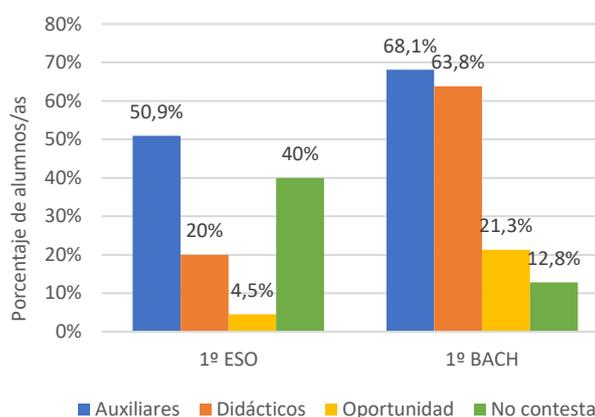


Figura 54 – Materiales considerados adecuados para la identificación de organismos.

Pregunta multirrespuesta: los resultados suman más de 100% porque los alumnos pueden citar más de un material.

El 20% de los alumnos y alumnas de 1º ESO citan materiales didácticos donde es posible adquirir o consultar el conocimiento sobre las características de los organismos a identificar. Internet es el recurso más mencionado (37,5% de los casos en esta categoría), seguido por libros, informaciones e imágenes sobre los organismos (20% de los casos cada uno de ellos) y por último las guías de campo (12,5%) y las claves de identificación (10%) (véase Tabla anexa XLIV). En comparación, los alumnos de 1º BACH mencionan un porcentaje bastante más elevado de materiales didácticos (63,8% de los materiales mencionados) y en este caso son los guías de campo el tipo de material más citado en esta categoría (36,8% de los materiales citados en esta categoría). Por último, los estudiantes de ambos cursos mencionan ocasiones didácticas que proporcionan la oportunidad de identificar organismos, como salidas de campo, o contactos con los organismos a identificar. Estos recursos son los menos citados en ambos cursos, pero son más frecuentes entre los alumnos de 1º BACH, que indican las salidas de campo, las

actividades de observación de organismos y el contacto con especialistas como ocasiones que proporcionan la experiencia de identificar seres vivos (Figura 54).

La mayoría de los alumnos y alumnas de 1º ESO que participaron en la actividad de identificación está de acuerdo con la utilidad de la herramienta para un mejor conocimiento de los organismos de su entorno. Los de 1º BACH son más escépticos, ya que cerca de la mitad se manifiestan moderadamente de acuerdo y un 21,7% poco o nada (Figura 55).

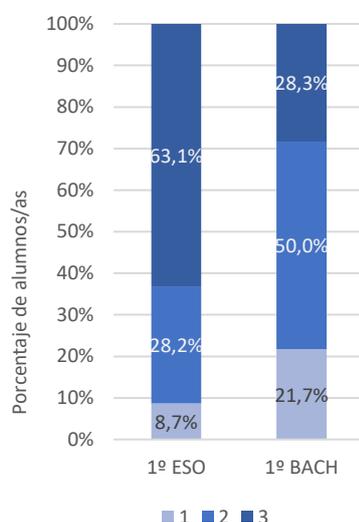


Figura 55 – ¿Orthopter-On ayuda a conocer mejor los organismos de los alrededores?

1 – Nada o poco de acuerdo; 2 – Medianamente de acuerdo; 3 – Bastante o Muy de acuerdo.

De los 70 estudiantes de 1º ESO que justificaron por qué la herramienta Orthopter-On les había ayudado a aumentar su conocimiento de los organismos de su entorno, un 82,9% están de acuerdo en que la herramienta de identificación es útil, y mencionan que aprendieron sobre los seres vivos que les rodean, ya sea específicamente sobre saltamontes y grillos (un 35,7%) o sobre los animales y organismos en general (un 15,7%). Otros motivos apuntados hacen mención a su facilidad de utilización, su valor práctico y lúdico, y la posibilidad que proporciona la actividad de un contacto cercano

con el organismo a identificar. Un 17,1% de los alumnos de 1º ESO consideraron que la herramienta Orthopter-On no les resultó útil, porque ya no se acordaban de lo que habían aprendido, o porque no habían aprendido nada, o nada nuevo. Algunos apuntan el hecho de que la actividad se centra en un único grupo de organismos y que por ello es limitada Tabla XV.

Tabla XV – Justificaciones para la utilidad/inutilidad de la herramienta de identificación para ayudar a conocer mejor los organismos de la región.

		1º ESO		1º BACH	
		%	n	%	n
Orthopter-On es útil (total)		82,8	58	50	18
Fácil y divertido	Práctico	8,6	6	8,3	3
	Fácil	1,4	1	2,8	1
	Divertido	1,4	1	-	-
	Contacto con las especies	4,3	3	-	-
Aprendizaje/Conocimiento	Conocimiento (general)	15,7	11	-	-
	Conocimiento (animales seres vivos)	15,7	11	16,7	6
	Conocimiento (Orthoptera)	35,7	25	19,4	7
	Aprendizaje sobre la biodiversidad	-	-	2,8	1
Orthopter-On no es útil (total)		17,1	12	50	18
	No es importante	1,4	1	-	
	No trata organismos de mis alrededores	1,4	1	16,7	6
	Poco tiempo	1,4	1	8,3	3
	No aprendí	10	7	11,1	4
	Muy específico	2,9	2	13,9	5

La mitad de los 36 alumnos de 1º BACH que respondieron la pregunta sobre la utilidad de la herramienta de identificación Orthopter-On para ayudar a conocer los seres vivos de su entorno, la consideran útil. Los motivos mencionados se refieren principalmente a su ayuda para el aprendizaje sobre animales en general, y sobre saltamontes y grillos en particular, pero también sobre la biodiversidad (38,9%). En menor medida mencionan también el carácter lúdico y práctico de la herramienta. La otra mitad

considera que la herramienta Orthopter-On no les ayudó a conocer mejor los organismos de su entorno, porque los especímenes manejados no corresponden a especies de los alrededores, y también porque tuvieron poco tiempo, porque el tema tratado es muy específico, o simplemente porque no han aprendido nada relevante (Tabla XV).

En cuanto a la usabilidad de la herramienta, la mayoría considera que es fácil de utilizar (Figura 56), principalmente debido a su eficacia para la identificación de los especímenes puestos a su disposición en la colección didáctica, pero también por su accesibilidad, claridad y progresividad, además del hecho de disponer de imágenes y detalles que ayudan en el proceso de identificación (visual) y finalmente el hecho de ser interactiva (Figura 57). Los estudiantes de 1º BACH dan más importancia que los de 1º ESO a la accesibilidad, el carácter fuertemente visual y la interactividad de la clave. La dificultad en la comprensión del lenguaje utilizado, el elevado número de especies y la dificultad para observar sus características, son las principales explicaciones presentadas por quienes consideraron la clave difícil de utilizar (Figura 58).

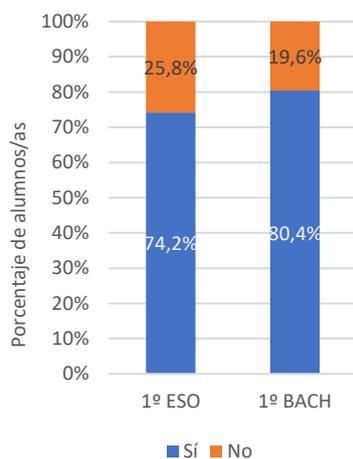


Figura 56 – ¿Te ha parecido fácil de utilizar la clave de identificación Orthopter-On?

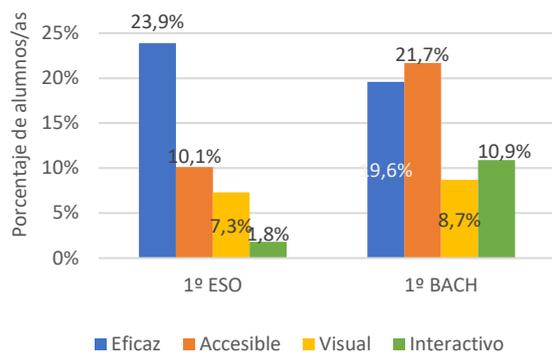


Figura 57 – Razones para la facilidad de utilización de la herramienta de identificación Orthopter-On.

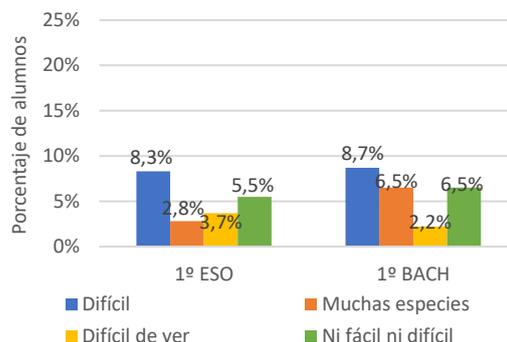


Figura 58 – Razones para la dificultad o neutralidad de utilización de la herramienta de identificación Orthopter-On.

Pese a la facilidad de uso reportada por los alumnos de la herramienta de identificación, cerca del 40% necesitaron la ayuda de su profesor o profesora para reconocer las características de diagnóstico o para distinguir entre especies semejantes.

Los más mayores, los de bachillerato, tuvieron mayor facilidad para identificar ejemplares con la ayuda de la clave: cada uno identificó una media de 4,5 ejemplares, aunque la mayoría declaró haber identificado como mínimo 5. Por su parte, los grupos de 1º ESO identificaron una media de 2,9 ejemplares por alumno, y la mayoría llegó hasta 2 o 3 ejemplares identificados (Figura 59). El porcentaje de alumnos y alumnas que fueron capaces de citar, en el cuestionario postest, una o varias especies de saltamontes y grillos que les hubiera llamado la atención en el curso de la actividad, es mayor en bachillerato que en ESO (59,6% frente a 36,4%). Con respecto a las especies citadas, se nota un menor grado de especificación en los estudiantes más jóvenes, que mencionan más veces grandes categorías taxonómicas superiores a la de la especie, mientras que los alumnos de bachillerato fueron capaces de mencionar saltamontes y/o grillos reconocibles hasta la categoría taxonómica de la especie, usando su nombre común pero también, en algunas ocasiones, su nombre científico (Figura 60).

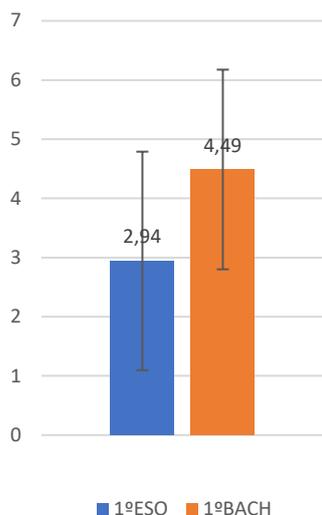


Figura 59 – Especies identificadas por los alumnos durante la actividad con la herramienta de identificación Orthopter-On (número medio y desviación típica)

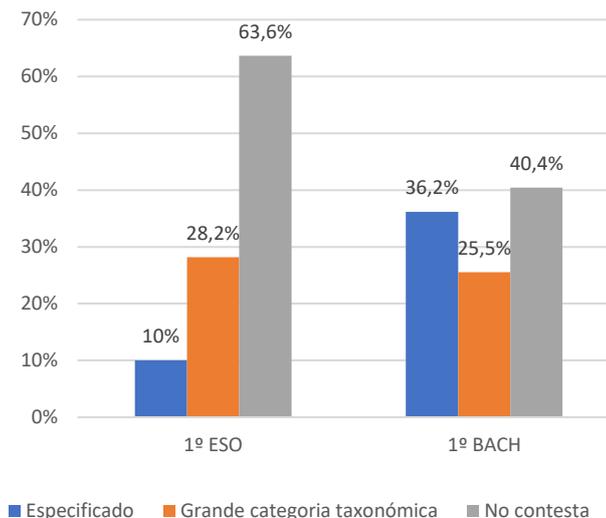


Figura 60 – Grado de especificación de los ortópteros que llamaron la atención de los alumnos.

Varios alumnos y alumnas han dejado sugerencias para mejorar la herramienta de identificación Orthopter-On. La más frecuente es la de que se pongan a disposición más informaciones, para tornar más fácil el proceso de identificación, ya sea en forma de imágenes o de textos auxiliares que permitan reconocer más fácilmente las distintas características de las especies. Algunos alumnos mencionan también las insuficientes condiciones de los materiales escolares, que dificultaron la ejecución de la actividad (p. ej. luz o ampliación insuficiente en la lupa, dificultad en observar el ejemplar en la resina acrílica, problemas informáticos). Además, les gustaría realizar la actividad de forma individual, sin tener que compartir lupa y ordenador y, aunque no tan frecuentemente, manifiestan el deseo de poder identificar ejemplares vivos y una mayor diversidad de especies, así como de que la actividad durara más tiempo.

6. Discusión

En este capítulo se presenta la discusión de los diferentes aspectos relacionados con esta investigación. Sobre la caracterización de la muestra, se discuten los principales factores que difieren entre los alumnos y alumnas de los dos cursos, 1º ESO y 1º BACH (apartado 6.1.). En el apartado 6.2. se presentan los resultados de los conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación, previos a la realización de los dos tratamientos experimentales que se han llevado a cabo en el estudio, así como los factores que los influyen. Se sigue con la discusión de los resultados obtenidos tras la evaluación de la eficacia de la actividad de identificación de organismos con la clave interactiva Orthopter-On, en la aprensión de los conceptos sobre y en el cambio de actitudes hacia la biodiversidad (apartado 6.3.). Finalmente, en el apartado 6.4 se discuten los aspectos principales de la evaluación de la usabilidad de la herramienta y la actividad de identificación Orthopter-On.

6.1. Caracterización de la muestra

Características sociodemográficas y entorno familiar

La edad y el curso a que pertenecen los estudiantes participantes son los principales factores de diferenciación de la muestra, excepto en el caso de las características sociodemográficas y del entorno familiar en que, como sería de esperar, no hay diferencias significativas entre los alumnos y alumnas de los dos cursos, los cuales habitan la misma zona y pertenecen al mismo nivel socioeconómico, con excepción de los alumnos del IES Joaquín Turina, instituto localizado en el centro de Madrid y por ello afectado por un mayor grado de urbanidad, aunque en este estudio este factor no haya sido investigado. En ambos cursos, los alumnos cuyos progenitores tienen profesiones

relacionadas con el medio ambiente son sólo un pequeño porcentaje, y el nivel de estudios y de competencias de sus padres y madres son equivalentes.

Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales

Se ha observado una mayor apetencia por la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales en los estudiantes de 1º BACH. En sus respuestas a las encuestas se evidencia un mayor conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente y un mayor grado de preocupación por la naturaleza y el ambiente, así como calificaciones más altas y mayor gusto y facilidad por la asignatura de Biología. La mayor afinidad de los alumnos de 1º BACH hacia las ciencias naturales no es de extrañar, ya que la asignatura de Biología es opcional y por tanto de elección voluntaria por aquellos que cursan la modalidad de Ciencias y Tecnología, mientras que para los de 1º ESO la asignatura de Ciencias de la Naturaleza pertenece al tronco común y es de carácter obligatorio. Por otra parte, la mayor madurez de los participantes de 1º BACH, sin duda influye en su mayor conocimiento de ANMA y en una mayor preocupación por la naturaleza y el ambiente. Estos resultados son acordes con los observados por otros autores, que verificaron que el grado de preocupación por el ambiente aumenta con la edad y el nivel educativo (Casey y Scott, 2006).

Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales

La experiencia de la naturaleza es fundamental para el conocimiento empírico de la biodiversidad, así como para su apreciación, valoración y conservación (Carson, 1962; Pyle, 1993; Soga y Gaston, 2016) y contribuye activamente al desarrollo cognitivo, emocional y biofísico de los más jóvenes (Sandifer *et al.*, 2015). Pasar tiempo en la naturaleza y dedicar tiempo a identificar y conocer las formas de vida con las que compartimos nuestros espacios cotidianos es un aspecto fundamental de la experiencia de la naturaleza, que promueve interacciones positivas entre los humanos y la biodiversidad que tendrán implicaciones en el comportamiento hacia ella (Hunter y

Rinner, 2004; Randler, 2008). La forma en que se dan dichos contactos con la naturaleza, si son formales o informales, estructurados o libres, y las fuentes y medios usados en la adquisición del conocimiento, son también importantes (Asah *et al.*, 2018; Campos *et al.*, 2012).

Los participantes en este estudio demuestran alguna experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales, plasmada en una frecuencia relativamente elevada de realización de distintas actividades en la naturaleza. En ambos cursos, suelen realizar caminatas y actividades de observación de la fauna y flora, un promedio de más de una vez al mes, y apenas un poco menos de una vez al mes cuando se trata de fotografía de la naturaleza. La frecuencia de visitas a espacios naturales es muy usada como medida de la experiencia de naturaleza de los individuos (Colléony *et al.*, 2019; Pilgrim *et al.*, 2007; Soga *et al.*, 2016) y hay una relación clara entre ella y un mayor grado de preocupación ambiental, así como una mayor disponibilidad para el desarrollo de comportamientos proambientales (Rosa y Collado, 2019). El contacto con espacios naturales está condicionado por la oportunidad para acceder a ellos, por ejemplo, su proximidad al local de residencia o de estudio (Shwartz *et al.*, 2012), pero también por la orientación de los individuos, es decir, el grado de conexión emocional que cada uno siente por la naturaleza (Lin *et al.*, 2014). La frecuencia de visitas a espacios naturales y de participación en distintas actividades de observación de organismos (p. ej. de aves) está también relacionada con el mayor aprecio, conocimiento y preocupación hacia los animales, el ambiente y la biodiversidad (Kellert, 1984b).

Con relación a las fuentes de conocimiento sobre la biodiversidad, un gran parte de los alumnos de 1º ESO no son muy conscientes de dónde aprendieron lo que saben sobre la biodiversidad. La escuela es la fuente más mencionada por los alumnos de ambos cursos, lo que refuerza el importante papel de esta institución en la enseñanza y aprendizaje de la diversidad biológica. En los alumnos de 1º ESO sobresale igualmente la importancia de los familiares y amigos como fuentes de conocimiento de la biodiversidad. Estudios realizados en el Reino Unido sobre el conocimiento de la vida animal de alumnos del primero al séptimo curso de la enseñanza primaria (el sistema de enseñanza hasta este curso es equivalente al español) encontraron una mayor influencia de las fuentes culturales, como los medios de comunicación o libros infantiles, como

vehículos de información sobre la vida salvaje (Huxham *et al.*, 2006). Algunos estudios han señalado la importancia de los aprendizajes informales, como las visitas a museos o centros de ciencias, o la participación en actividades al aire libre, como fundamentales para el conocimiento de la biodiversidad y de las especies locales (Randler, 2010).

Práctica de identificación de organismos

El tipo de materiales de identificación de organismos citados por los alumnos más mayores indica un entendimiento más científico del proceso de identificación biológica, ya que refieren más veces las claves de identificación. El uso de claves y guías de identificación de organismos se ha relacionado con un mayor conocimiento de diferentes especies (Randler, 2010). La mención más frecuente, por parte de 1º ESO, de materiales que constituyen herramientas de apoyo en el proceso de identificación, pues permiten observar mejor una determinada característica (p. ej. lupas), o manipular el animal (p. ej. pinzas), pero que por sí solas no permiten acceder a la identificación taxonómica, revela igualmente el menor entendimiento y la falta de costumbre de los más jóvenes en realizar este tipo de actividades. Como ya se había verificado para las fuentes de conocimiento de la biodiversidad, la importancia de la familia, sea como auxiliares en el proceso de identificación, sea en el tipo de situaciones de identificación descritas por los alumnos, es particularmente relevante en 1º ESO. En cambio, en 1º BACH tanto los materiales, como las claves dicotómicas, o las situaciones de identificación mencionadas, remiten a contextos más formales, como la escuela o salidas de campo de campo con los profesores/as. Aunque se note un mayor entendimiento y una participación más frecuente en las actividades de identificación de los alumnos de 1º BACH, éstos consideran este tipo de actividades menos importantes que los de 1º ESO.

Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación

Teniendo en cuenta el dominio de los *Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación*, es evidente y significativa la diferencia entre 1º ESO y 1º BACH en los resultados obtenidos tanto en la escala de comprensión de la biodiversidad, como en la escala de conocimiento de acciones para protegerla. Esta diferencia queda desde luego expresa en el bajo porcentaje de respuestas de los alumnos más jóvenes a las dos preguntas que miden estas variables: «¿Qué significa para ti la biodiversidad?» y «¿Que acción(es) crees que puedes hacer de tu parte para proteger la biodiversidad?». Edades y niveles de estudios más elevados son ambos predictores de un mayor conocimiento de la biodiversidad y entendimiento de la complejidad ecológica (Hunter y Rinner, 2004; Lindemann-Matthies y Bose, 2008). La mayor comprensión de la biodiversidad y el mayor conocimiento de acciones para protegerla de los alumnos de 1º BACH es también esperable en este estudio, porque éstos, además de tener más madurez y cuatro cursos lectivos más que los de 1º ESO, eligieron, como ya se ha mencionado, la asignatura de Biología en el proseguimiento de sus estudios. En un estudio suizo de 2008, sobre la comprensión pública de la biodiversidad, en el que se preguntó a alumnos de enseñanza primaria (n=161), adultos sin grado universitario (n=101) y estudiantes universitarios de distintas carreras (n=64) si alguna vez habían oído la palabra biodiversidad un 77%, 59,4% y 29,7% de los respectivos grupos declararon que nunca la habían oído (Lindemann-Matthies y Bose, 2008). En el presente estudio, si tomamos el hecho de contestar a la pregunta «¿Qué significa para ti la biodiversidad?», como un indicador de que los alumnos por lo menos han oído hablar del tema, puede decirse que todos ellos exhiben un mayor conocimiento de la palabra biodiversidad que los diferentes grupos citados en el estudio anterior. En 1º ESO, cabe esperar que por lo menos un 60% reconozcan la palabra biodiversidad, ya que han respondido a la pregunta sobre qué significa para ellos. Este porcentaje solamente es superado por el grupo de suizos con grado universitario. Por su parte, 1º BACH evidencia un conocimiento de la biodiversidad superior a todos los grupos muestreados, incluso a los estudiantes universitarios participantes en el estudio suizo. Hay que tener en cuenta que las preguntas presentadas no son exactamente equivalentes, pero quizás lo más relevante en las diferencias señaladas sean los años transcurridos entre ambos experimentos. El

aparente mayor reconocimiento de la palabra biodiversidad por parte de los estudiantes españoles, probablemente se debe a que en los últimos años se ha popularizado esta palabra, y, quizás principalmente su uso en la escuela.

Sin embargo, conocer la palabra biodiversidad no es lo mismo que conocer su significado científico. De hecho, los resultados obtenidos apuntan hacia un entendimiento inexacto y ambiguo de la biodiversidad por parte de los estudiantes de 1º ESO, mientras que los de 1º BACH llegan a presentar evidencias positivas de comprensión, lo que se refleja en diferencias significativas en las puntuaciones medias obtenidas en la escala de conocimiento de la biodiversidad en los dos cursos. En el caso del conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad, los alumnos de ambos cursos han señalado al menos una acción de conservación, pero mientras que en los de 1º ESO esa acción no está especificada y no se puede alcanzar a nivel individual, los de 1º BACH refieren una acción específica, aunque tampoco pueda ser puesta en práctica a nivel individual. Así pues, la edad y el curso escolar son una vez más determinantes, en este caso en el mayor o menor entendimiento tanto de la biodiversidad, como de las acciones para protegerla.

En el caso del conocimiento de las funciones de la biodiversidad y los beneficios que aporta, los alumnos más mayores son también capaces de citar más a menudo algún tipo de beneficio. El tipo de beneficios más mencionado en ambos los cursos son los relacionados con los servicios de ecosistema esenciales o de soporte, los cuales mantienen las condiciones de habitabilidad en la Tierra.

Un elevado porcentaje de estudiantes de los dos cursos son capaces de listar por lo menos un animal y/o planta de su entorno y, conforme lo relatado en la literatura, se nota una preferencia por los animales (Lindemann-Matthies, 2005), mencionados más veces que las plantas. Esta invisibilidad para los humanos de las plantas, que muchas veces ni son reconocidas como parte Constituyente del mundo vivo, se denomina de síndrome de ceguera hacia las plantas y se cree que pueda comprometer su conservación (Balding y Williams, 2016; Wandersee y Schussler, 2001).

Considerando las categorías animales destaca el porcentaje de vertebrados autóctonos mencionados por los alumnos de los dos cursos, más elevada entre los alumnos de 1º BACH, lo que refleja un mayor conocimiento ecológico (Nates *et al.*, 2010; Pilgrim *et al.*,

2008). Las menciones a las restantes categorías de animales son equivalentes en ambos cursos, y se nota una gran representación de las mascotas y el ganado, lo que confirma la mayor familiaridad de los alumnos para con este grupo de animales ya apuntada por otros autores (Bermudez *et al.*, 2017, 2018; Campos *et al.*, 2013). Entre los vertebrados autóctonos, los mamíferos y las aves son los más mencionados por los alumnos, especialmente especies emblemáticas y características de la sierra madrileña, como el ciervo o el zorro, o especies comunes y bien visibles como cigüeñas y gorriones. Por el contrario, los insectos y otros invertebrados son la categoría de animales menos mencionada, esta subrepresentación es particularmente notable considerando que los invertebrados representan a cerca del 97% de los animales que viven en la Tierra (Center for Biological Diversity, s.f.). La falta de conocimiento de las especies de insectos y otros invertebrados comunes es habitual (Kellert, 1993; Prokop *et al.*, 2008b; Prokop *et al.*, 2011) y más pronunciada que la existente con relación a los vertebrados, principalmente cuando se habla de los llamados ‘animales amigables’, representados por mamíferos emblemáticos como los lobos o los osos (Lindemann-Matthies, 2005).

En el caso de las plantas, los árboles autóctonos son las plantas mencionadas por más alumnos de ambos cursos, seguidos por las plantas ornamentales y cultivadas. Una vez más, árboles característicos de la sierra de Madrid como los pinos, encinas y robles son los elementos de la biodiversidad más citados, como cabría esperar según el principio de que el contacto regular con las especies promueve el conocimiento ecológico de una región.

Si por un lado los alumnos y alumnas de 1º BACH muestran un mayor conocimiento ecológico, los más jóvenes parecen estar más atentos a los organismos de su entorno, como indica el que un porcentaje superior de alumnos de 1º ESO hayan declarado haber observado organismos en el camino de su casa al instituto. En este recorrido, la mayor parte de los alumnos de ambos cursos indicaron haber observado “mascotas o ganado”, lo que no es de extrañar, ya que es estos son los organismos más próximos a los ambientes humanos y se dejan observar pasivamente. La observación de organismos silvestres es una actividad más activa, que exige un mayor esfuerzo, así como ser capaz de identificar y nombrar lo que se ha visto para un recuerdo futuro. La menor mención

de animales autóctonos silvestres refleja también una menor familiaridad con este grupo de organismos.

Las actitudes de los alumnos de ambos cursos hacia la biodiversidad y su conservación parecen coincidir con su grado de conocimiento sobre la biodiversidad y su conservación, así como de los beneficios aportados por la biodiversidad, al igual que con su grado de alfabetización ecológica, que es siempre significativamente superior en los alumnos de 1º de bachillerato.

6.2. Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación

En este apartado se discute la influencia de factores seleccionados en los conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación, determinada utilizando modelos lineales mixtos generalizados y modelos de regresión para cada una de las áreas temáticas estudiadas y presentadas en el apartado 5.2.

Características sociodemográficas y entorno familiar

Varios estudios demuestran que el entorno familiar influye tanto en los conocimientos biológicos y ecológicos, como en las actitudes y comportamientos proambientales (Asah *et al.*, 2018; Bermudez *et al.*, 2017, 2018; Louv, 2008; Zimmerman *et al.*, 2010, 2013). Nuestros resultados también lo confirman, pues los alumnos y alumnas que declaran que sus padres o madres poseen estudios universitarios son los que presentan puntuaciones más altas en la escala de comprensión de biodiversidad, en el conocimiento de acciones para su protección y en la importancia a ella atribuida. Sin embargo, los resultados no son completamente consistentes para las tres variables dependientes analizadas. En el caso de la importancia atribuida a la biodiversidad, aquí considerada como medida de su actitud hacia ella, tanto el nivel de estudios de la madre como del padre son factores influyentes. Pero solamente el grado de estudios del padre resultó significativo para explicar la comprensión de la biodiversidad, mientras que en el caso del conocimiento de acciones que se pueden llevar a cabo para conservar la biodiversidad, es el grado de estudios de la madre el que adquiere un valor explicativo. La comprensión de la biodiversidad está relacionada con el conocimiento de acciones de conservación (Moss *et al.*, 2015, 2016), como confirma la aplicación de los presentes modelos – la comprensión de la biodiversidad tiene un elevado efecto fijo significativo en la explicación de la variabilidad del conocimiento de acciones para conservar la

biodiversidad, y lo contrario también es cierto. Así pues, cabría esperar que estas dos variables fueran influenciadas de igual modo tanto por el nivel de estudios universitario del padre como por el de la madre. El nivel educativo influye en los conocimientos de la biodiversidad de las personas (Randler, 2010) y en general, el nivel de estudios de la madre aparece relacionado con la mayor o menor conciencia ambiental de los hijos (Ari y Yilmaz, 2017). Un mayor nivel educativo está directamente relacionado con actitudes más favorables hacia la biodiversidad y los organismos vivos, por lo que cabe esperar que el nivel de estudios de los progenitores repercuta en los conocimientos y actitudes de los hijos hacia la biodiversidad (Boeve-de Pauw y van Petegem, 2010; Casey y Scott, 2006; Røskoft *et al.*, 2003; Thompson y Mintzes, 2002). Por otra parte, las madres con actitudes ambientales más favorables se involucran más frecuentemente en comportamientos proambientales, lo que, a su vez, tiene efectos positivos en los mismos comportamientos de sus hijos (Evans *et al.*, 2018). Esto podría explicar el valor predictivo del nivel educativo de la madre en el conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad, asumiendo que éste estará más relacionado con comportamientos que el conocimiento más teórico del significado de la palabra biodiversidad.

Aún en el ámbito de la influencia del entorno familiar en los conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad de los más jóvenes, el presente estudio ha investigado la influencia de la profesión de los progenitores – en lo que se refiere a si ésta tiene relación o no con el medioambiente – en los conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación. Se partió del supuesto de que las personas que tienen formación superior en biología presentan más conocimientos sobre y actitudes más favorables hacia la biodiversidad (Thompson y Mintzes, 2002), al igual que aquellas que desempeñan profesiones relacionadas con el medioambiente (Bebbington, 2005; Junge *et al.*, 2011; Lindemann-Matthies y Bose, 2008; Pilgrim *et al.*, 2007). Sin embargo, nuestros resultados no indican una relación significativa entre tener padres o madres con profesiones relacionadas con el medioambiente y el grado de comprensión de la biodiversidad, de las acciones necesarias para protegerla y la importancia a ella atribuida. Es probable que estos resultados se deban al reducido número de alumnos y alumnas que declaran que su padre o madre tiene una profesión que esté relacionada

con la naturaleza o el ambiente, que en ambos cursos es inferior al 10% en el caso de los padres y al 7% en el caso de las madres.

En este caso, que los progenitores tengan un nivel educativo universitario es el factor del entorno familiar que muestra tener una relación más directa con una mayor comprensión de lo que es la biodiversidad, un mayor conocimiento de acciones que uno puede llevar a cabo para proteger la diversidad biológica y una mayor importancia atribuida a ella. Por otra parte, y contrariamente a lo verificado en otros estudios, los resultados obtenidos no revelan un efecto claramente diferenciado del género del progenitor sobre los conocimientos y actitudes de sus hijos hacia la biodiversidad.

Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales

El tipo de relación de los humanos con la naturaleza y la biodiversidad es un factor determinante en el conocimiento sobre estos temas, así como en su interés y sus actitudes más o menos positivas hacia ellos (Kellert, 1996; Røskaft *et al.*, 2003; Thompson y Mintzes, 2002). En el dominio de la *Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales*, el presente estudio ha investigado el efecto de variables relacionadas con el conocimiento – conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA) y la calificación obtenida en las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza o Biología – y de variables relacionadas con actitudes e intereses – preocupación por el ambiente, gusto por las Ciencias de la Naturaleza o la Biología, y facilidad a la hora de cursarlas – en las tres variables dependientes modeladas. La única variable con efectos significativos en la explicación de la variabilidad observada en las tres variables dependientes es la calificación de los alumnos en Ciencias de la Naturaleza o Biología. La obtención de notas más altas en estas asignaturas tiene una relación positiva tanto con la comprensión de la biodiversidad y el conocimiento de acciones para protegerla, como con las actitudes hacia ella, medidas aquí a través de la importancia que le atribuyen. Por otra parte, el conocimiento de ANMA está relacionada con una mayor comprensión de la biodiversidad y un mayor conocimiento de acciones para conservarla, pero no con la importancia que los alumnos le atribuyen. Otros estudios sobre el conocimiento de la

biodiversidad realizados con visitantes de zoos y acuarios de todo el mundo han señalado que la pertenencia a ANMA es un predictor de una mayor comprensión de la biodiversidad y un mayor conocimiento de acciones de conservación (Moss *et al.*, 2015, 2016). Nuestros resultados indican que, no solo la participación en este tipo de asociaciones, sino que el mero conocimiento de su existencia puede estar relacionado con la alfabetización para la biodiversidad, incluyendo el conocimiento de acciones exequibles a nivel individual.

En el presente estudio, el grado de preocupación por el ambiente no muestra una influencia significativa en la comprensión de la biodiversidad, pero sí en el conocimiento de acciones de conservación y en la importancia atribuida a la diversidad biológica. Pasar de la categoría “medianamente preocupado/a” a la categoría “bastante o muy preocupado/a” se traduce en un aumento significativo de la puntuación en el conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad. Por otra parte, pasar de la categoría de referencia, “nada o poco preocupado/a”, al nivel más alto de preocupación por el ambiente (“bastante o muy preocupado/a”), tiene efectos fijos significativos en la mayor importancia atribuida a la biodiversidad. Una mayor preocupación por el ambiente está relacionada con un mayor conocimiento de acciones que los alumnos pueden realizar individualmente, aunque el efecto detectado, como se ha visto, no es lineal: la categoría “bastante o muy preocupado/a” no ha mostrado diferencias significativas con la categoría “nada o poco preocupado/a”, pero si el hecho de estar “medianamente preocupado/a”.

Más lineal es el efecto de la preocupación por el medioambiente en la importancia atribuida por los alumnos a la biodiversidad: la probabilidad de exhibir actitudes más positivas hacia la biodiversidad es mayor entre aquellos con un mayor grado de preocupación, que entre quienes se declaran “nada o poco preocupados/as”. La relación entre un mayor conocimiento ambiental – que se divide en el conocimiento de las cuestiones ambientales y el de las acciones para solucionar los problemas ambientales –, y una mayor preocupación ambiental, se ha debatido en múltiples trabajos (véase Gifford y Nilsson, 2014, para una revisión). Aunque un mayor conocimiento esté de hecho relacionado con una mayor preocupación ambiental, muchísimos otros factores sociales y personales interfieren en esa relación. Algunos de ellos ya se han mencionado

y se han investigado en este trabajo, como pasar tiempo en la naturaleza y el nivel educativo y socioeconómico, pero también otros que tienen que ver con la personalidad – personas con personalidades más abiertas, agradables y concienciadas suelen tener más preocupaciones ambientales (Hirsh, 2010) –, con aspectos normativos personales y sociales más o menos orientados hacia el ambientalismo (Collado *et al.*, 2019), o con valores más o menos biosféricos (Schultz, 2001), materialistas e incluso políticos (Heath y Gifford, 2006). Todos estos factores no investigados en el presente estudio pueden explicar el hecho de que no se hayan encontrado efectos significativos en el conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad, entre aquellos alumnos y alumnas que se encuentran en los extremos de la escala de preocupación por el medio ambiente, es decir, entre quienes muestran nula o poca preocupación, y quienes se muestran bastante o muy preocupados o preocupadas, pero sí en el paso de la categoría intermedia (“medianamente preocupado/a”) a la de mayor preocupación. Podrán también justificar que la preocupación ambiental no tenga efectos significativos en la comprensión de la biodiversidad, una de las componentes determinantes del conocimiento científico de la biodiversidad. En todo caso, estudios realizados en Estados Unidos tampoco han logrado establecer una relación clara entre la preocupación medioambiental y un claro entendimiento de los procesos ecológicos y de la responsabilidad de los humanos en ellos (Hunter y Rinner, 2004).

De todos modos, una mayor preocupación ambiental supone una mayor disposición a realizar acciones favorables para el medioambiente (Gifford y Nilsson, 2014), lo que también parece ser cierto en el caso del conocimiento más amplio de acciones que cada cual puede poner en práctica para conservar la biodiversidad. Además, la preocupación ambiental está interconectada con los valores personales y las actitudes de cada persona hacia el medioambiente, extrapolables en este estudio a la importancia concedida a la biodiversidad. También en el caso de los servicios de los ecosistemas, Torkar (2016) refiere una correlación positiva entre el valor de la importancia atribuida a los servicios de los ecosistemas y el grado de preocupación para con los ecosistemas forestales.

Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales

La experiencia de la naturaleza, mediante el contacto con otras especies de animales y plantas, el tiempo pasado en paisajes no humanizadas, o a través de la realización de actividades en ella, está relacionada con distintos aspectos del conocimiento y de la apreciación de la biodiversidad (Carson, 1965; Kellert, 2005; Pyle, 2003; Soga y Gaston, 2016). Son determinantes el tipo de actividades en la naturaleza y la frecuencia con la que se realizan, así como los mecanismos a través de los cuales se produce esa exposición: la educación formal e informal, la familia y las interacciones libres o estructuradas (Asah *et al.*, 2018), y las fuentes donde se ha adquirido el conocimiento sobre la biodiversidad (Campos *et al.*, 2012). Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que la frecuencia de realización de algunas actividades en la naturaleza también presenta efectos en la comprensión de la biodiversidad, en la importancia que se le atribuye, y en el conocimiento de acciones de conservación. Realizar con mayor frecuencia caminatas y actividades de senderismo en la naturaleza tiene efectos significativos en la mayor comprensión de la biodiversidad, pero no sobre el conocimiento de acciones que se pueden llevar a cabo para protegerla, ni sobre la importancia que se le atribuye. Estas últimas se desarrollan más cuando el grado de relación con la naturaleza es más profundo, pasando del mero tránsito por ella, a la observación activa de la fauna y flora.

En este dominio, es también interesante verificar la importancia de los amigos y de la familia como elementos que contribuyen al aprendizaje sobre la biodiversidad, con efectos fijos significativos que resultan en una mayor puntuación obtenida por los alumnos en el conocimiento de las acciones que pueden llevar a cabo para proteger la biodiversidad, así como en la importancia que le atribuyen, con respecto a los jóvenes que no mencionan los amigos y la familia como fuente de conocimiento de la biodiversidad. Este resultado es acorde con lo observado para el dominio del entorno familiar, en que el nivel de estudios de los progenitores es el único factor que explica la variabilidad observada en la comprensión de la biodiversidad, el conocimiento de acciones para protegerla y la importancia que se le atribuye. No obstante, es posible que familia y amistades tengan efectos diferentes, y sería por ello interesante investigarlos separadamente. El contexto familiar es importante en la creación de vínculos afectivos

con la naturaleza y en la transmisión de la alfabetización ecológica (Pilgrim *et al.*, 2007), pero, especialmente en la infancia y la juventud, las interacciones con la naturaleza que se dan de forma autónoma y menos estructurada, o sea, libremente (*free-playing* en inglés) y sin la mediación de un adulto (ya sea un progenitor o un educador) se han identificado como elementos que tienen efectos duraderos en los conocimientos y actitudes ecológicas (Asah *et al.*, 2018; Soga y Gaston, 2016). En consonancia con lo observado en otros trabajos (Campos *et al.*, 2012; Huxham *et al.*, 2006; Pilgrim *et al.*, 2007), las fuentes de aprendizaje informales, como los museos y centros de ciencia, o los medios de comunicación, también resultan significativos como elementos que contribuyen al aprendizaje de la biodiversidad, aunque, en este estudio, los primeros favorecen la comprensión de la biodiversidad y los segundos el conocimiento de acciones de conservación. La escuela es la fuente de aprendizaje sobre la biodiversidad más mencionada en todos los casos y por ello no llega a presentar efectos significativos sobre ninguna de las variables dependientes. Asah *et al.* (2018), en un estudio sobre la alfabetización y ciudadanía ambiental de una muestra de trabajadores del Departamento de Agricultura y Servicios Forestales de Estados Unidos, también observó que el contacto con la naturaleza de los trabajadores, cuando eran jóvenes, a través de actividades escolares, no predice significativamente un mayor grado de conocimiento ambiental, pero sí tiene importancia significativa en la predicción de actitudes y comportamientos favorables hacia el medioambiente.

Práctica de identificación de organismos

En este estudio, las variables relacionadas con la práctica de identificación de organismos tienen efectos marginales en los conocimientos sobre la biodiversidad y las acciones para protegerla. Ninguna de ellas fue suficiente para desarrollar una mayor comprensión global de la biodiversidad y conocimiento de acciones de conservación, si bien algunas favorecen el desarrollo de una conciencia de la importancia de la biodiversidad. Una mayor frecuencia de realización de actividades de identificación está significativamente relacionada con la atribución de una mayor importancia a la biodiversidad. Igualmente, la consideración de la identificación de organismos como una

actividad importante, está directamente relacionada con la atribución de una elevada importancia a la biodiversidad.

En otros estudios, la capacidad de identificar organismos y su práctica, se han relacionado con un mayor conocimiento ecológico y alfabetización sobre la biodiversidad (Campos *et al.*, 2012; Lindemann-Matthies, 2005; Patrick y Tunnicliffe, 2011; Randler, 2008). Sin embargo, como en el caso de la evaluación de la frecuencia de la exposición a la naturaleza (Rosa y Collado, 2019), no se encontró en la literatura ningún instrumento para la medición de la frecuencia de realización de actividades de identificación.

En los modelos creados en el presente estudio, la realización de actividades de identificación de organismos no configura el conocimiento que los alumnos y alumnas tienen de la biodiversidad, ni de las acciones que pueden llevar a cabo para conservarla. No obstante, a continuación, se discutirá si el hecho de realizar la actividad práctica de identificación con la herramienta Orthopter-On ha mostrado algún efecto en la alteración de estos conocimientos.

Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación

Es posible apreciar una fuerte relación entre distintos tipos de conocimiento sobre la biodiversidad, principalmente entre las dos variables dependientes relacionadas con el conocimiento. Un mayor conocimiento de las acciones que se pueden poner en práctica para proteger la biodiversidad tiene efectos significativos la comprensión de ésta. Pero el efecto de esta última sobre la puntuación obtenida por los alumnos en la escala de conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad es aún más fuerte. La existencia de una relación entre la comprensión de la biodiversidad y el conocimiento de acciones para conservarla fue igualmente observada por Moss *et al.* (2016) en el estudio realizado con visitantes de zoológicos en todo el mundo, en el que se observó que una mayor comprensión de la biodiversidad tiene efectos significativos en el conocimiento de acciones de conservación. En ese estudio, sin embargo, no se analizó

el efecto del conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad sobre la comprensión de la biodiversidad.

También relacionada con el dominio de los conocimientos, el conocimiento de algunos de los beneficios aportados por la biodiversidad es otro factor significativo con efectos tanto en una mayor comprensión de la biodiversidad, como en un mayor conocimiento de acciones de conservación. El conocimiento de los beneficios de la biodiversidad, o sea de los distintos bienes y servicios aportados por los ecosistemas, es uno de los niveles del conocimiento ecológico tradicional referido por Berkes (1999), que se concreta en el conocimiento de los usos y funciones de la diversidad biológica. Es esperable que en los estudiantes con un mayor grado de alfabetización sobre la biodiversidad emerjan todos estos tipos de conocimiento. Esta relación ya se observó con otros dos factores relacionados con la esfera de los conocimientos, como el conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente y la calificación obtenida en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza o Biología en último parcial, que se analizaron anteriormente en el dominio Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales y que también resultaron significativos en la explicación de la variabilidad de los conocimientos relacionados con la biodiversidad.

De entre todos los conocimientos de la biodiversidad abordados en este dominio, que incluyen aspectos relacionados con el tema – como su definición científica (comprensión de la biodiversidad), el conocimiento de servicios de ecosistema (cita beneficios de la biodiversidad) o la mención de animales y plantas del entorno – y aspectos relacionados con el conocimiento de acciones para contribuir a la conservación de la biodiversidad – conocimiento de acciones que cada persona puede hacer de su parte para proteger la biodiversidad–, únicamente el conocimiento de animales y plantas de los alrededores parece no estar relacionado con las dos variables dependientes relativas al conocimiento. Sin embargo, varios estudios relacionan el grado de conocimiento de las especies locales con actitudes positivas y predisposición para involucrarse en comportamientos favorables a su conservación (Hungerford, 2009; Hunter y Brehm, 2003; Randler *et al.*, 2020; van Weelie y Wals, 2002), aunque esta relación no siempre

sea clara e incluso resulte por veces contradictoria (Buijs *et al.*, 2008; Fischer y Young, 2007; Hunter y Rinner, 2004).

En el presente estudio, aunque la variable 'Conocimiento de los animales del entorno' no sea significativa, dos de sus categorías ("cita animales domésticos, mascotas, ganado o exóticos" y "cita animales autóctonos especificados") presentan efectos apreciables en la comprensión de la biodiversidad con respecto a la categoría de referencia ("no contesta o cita animales no especificados"). Cabe esperar que un incremento del tamaño muestral pudiera permitir detectar efectos significativos de esta variable.

Se observa igualmente una relación significativa entre el conocimiento de la biodiversidad y las actitudes hacia ella. La influencia del conocimiento sobre cuestiones ambientales y ecológicas del público y sus actitudes hacia las mismas ha sido evidenciada en varios trabajos (Kaiser *et al.*, 1999; Kellert y Westervelt, 1983; Thompson y Mintzes, 2002), aunque el sentido de esa relación no siempre sea claro (Prokop *et al.*, 2008a). En el presente estudio, esa relación también queda manifiesta, a través de la mayor importancia atribuida a la biodiversidad, usada aquí como medida de actitudes más favorables hacia la diversidad biológica, y que predice una mayor puntuación tanto en la escala de comprensión de la biodiversidad, como en el conocimiento de acciones para protegerla. La mayor comprensión de la biodiversidad también influye en una mayor importancia atribuida a la biodiversidad. Sin embargo, no ocurre lo mismo con el conocimiento de acciones de conservación, que no tiene efectos significativos en la importancia concedida a la biodiversidad.

Es cierto que existe una relación entre el conocimiento, las actitudes y los comportamientos de los individuos hacia los temas ambientales y científicos. Pero la relación entre el conocimiento y las actitudes no siempre es lineal, y son varios los factores que median el establecimiento de esta relación (Muñoz van Eynde *et al.*, 2017). En el caso de la ciencia, Muñoz van Eynde *et al.* (2017) proponen el modelo PIKA (por su sigla en inglés de *Perception, Interest, Knowledge, and willingness to Act*) para investigar la imagen de la ciencia por parte del público. En este modelo, el conocimiento científico aparece como factor clave en la formación de la imagen de la ciencia del público, pero las distintas dimensiones están interrelacionadas. La interacción del público con la

ciencia en su ambiente social también condiciona la imagen de la ciencia, que a su vez determina el tipo de reacciones que las personas tienen hacia la ella. La imagen de la ciencia depende del conocimiento, de la percepción y del interés. El conocimiento científico condiciona el interés que las personas tienen por la ciencia, y ese interés tiene a su vez efectos en el conocimiento científico. Tanto el conocimiento como el interés por la ciencia se traducen en comportamientos científicos. Las autoras definen percepción como el proceso cognitivo que transforma la información recibida del ambiente en representaciones mentales. Esa información exterior es procesada de forma inmediata, directa y sin esfuerzo teniendo en cuenta los conocimientos y experiencias previas del sujeto. En el modelo PIKA las actitudes (componente evaluativa) y las opiniones (expresión de acuerdo o en desacuerdo con determinado atributo del objeto percibido) son componentes de la percepción.

Si tenemos en cuenta el modelo PIKA, para el estudio de los factores que influyen los conocimientos y de las actitudes hacia la biodiversidad, es obvia la interconexión entre los diferentes tipos de conocimiento relacionados con la biodiversidad – comprensión de la biodiversidad, conocimiento de acciones de conservación, mención de por lo menos un beneficio aportado por la biodiversidad, conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente, – y las calificaciones obtenidas en la asignatura de Biología. Una mayor comprensión de la biodiversidad está también plasmada en la mayor importancia que se le concede, siendo esta última la medida aquí utilizada de la actitud hacia la biodiversidad, una de las componentes de la percepción de la biodiversidad no evaluada directamente en este estudio. Por su parte, la frecuencia con que se realizan actividades de observación de la naturaleza, tomada aquí como medida del interés por la biodiversidad, influye tanto en la importancia atribuida a la biodiversidad como en el conocimiento de aquellas acciones que pueden llevarse a cabo para su conservación. Aunque la relación inversa, la influencia del conocimiento en el interés, no hay sido analizada en el presente estudio, estos resultados apoyan la visión de retroalimentación que se da entre el conocimiento de y el interés por la ciencia propuesta por el modelo PIKA. Además, se intuye una relación entre el interés (frecuencia de observación de la fauna y flora) y la predisposición para actuar (conocimiento de acciones que uno puede hacer de su parte para conservar la

biodiversidad) aunque teniendo en cuenta las debidas reservas, pues el conocimiento de acciones no es exactamente un indicador de comportamiento (Moss *et al.*, 2016). Estos resultados evidencian además la importancia de una enseñanza (y consecuentemente aprendizaje) basada en la transmisión de conceptos, que repercute en un mayor grado de conocimiento, acompañada de métodos que promuevan el desarrollo de emociones – como son los métodos que proporcionan el contacto directo con los organismos, que a su vez desencadenan actitudes más favorables hacia el objeto de estudio, en este caso, la biodiversidad (Gläser-Zikuda *et al.*, 2005; Hummel y Randler, 2010).

6.3. Identificación de organismos en el aprendizaje de la biodiversidad

De una forma general, y pese a la heterogeneidad de resultados observados entre los distintos institutos, la actividad de identificación Orthopter-On muestra más efectos en la existencia de diferencias significativas entre el pretest y el posttest, que la clase convencional. La excepción es el Instituto Joaquín Turina, en el que tanto los alumnos que asistieron a la clase convencional como los que realizaron la clase práctica de identificación, presentan diferencias significativas entre el pretest y el posttest en nueve de las variables testadas (véase Tabla XIV, apartado 5.3.1.). De hecho, en este instituto, los alumnos que participaron en la clase convencional obtienen resultados significativamente más favorables en el posttest en más variables, que los que realizaron la actividad Orthopter-On. Aunque las características sociodemográficas de los distintos Institutos de Enseñanza Secundaria no se hayan investigado con detenimiento en este estudio, en el caso del IES Joaquín Turina, muchos de los estudiantes proceden de un bajo nivel socioeconómico²⁰. Además, este instituto difiere de los restantes por ser el único de carácter completamente urbano, al estar localizado en el centro de Madrid. Los otros tres se localizan en pueblos de la Sierra de Guadarrama, todos ellos con áreas naturales a poca distancia, que pueden ser visitadas andando desde el centro escolar. El mayor grado de urbanidad, que permite presumir una menor experiencia de la naturaleza del alumnado, puede explicar la existencia de diferencias igualmente significativas entre el pretest y el posttest para ambos grupos (clase Orthopter-On y clase Convencional) para la mayor parte de las variables testadas. Al tratarse de un instituto urbano, es probable que los alumnos y alumnas tengan un nivel de partida de

²⁰ Según información proporcionada en conversación informal, por el entonces responsable de la asignatura de Biología de este instituto.

conocimientos y actitudes sobre la biodiversidad más bajo, y por ello cualquier acción (sea la clase convencional o la actividad práctica) tenga un mayor efecto sobre las variables analizadas. Aunque tampoco dispongamos de datos que puedan avalar el eventual rol del profesorado en el aumento del interés y apelo de la clase convencional, éste no puede despreciarse (Pintrich *et al.*, 1993), volviéndolas más completas y, al ser los alumnos del instituto Joaquín Turina de un nivel socioeconómico más bajo, más fáciles de aprehender que la actividad práctica de identificación. Además, en el caso de la clase Orthopter-on no se realizó ninguna introducción previa al tema de la biodiversidad y su conservación, por lo que son importantes los conocimientos previos de los alumnos que pueden salir reforzados, o no, tras las intervenciones. En el caso de que los conocimientos previos sean bajos o nulos, es probable que la clase convencional tenga más efectos que la práctica.

No obstante, si no se tiene en cuenta el IES Joaquín Turina, el efecto de la actividad de identificación Orthopter-On en la obtención de mejores resultados en el postest sobresale, y es particularmente apreciable en las dos escalas que miden el conocimiento. En la 'escala de comprensión de la biodiversidad', los participantes en la actividad de identificación exhiben resultados significativamente mejores en el postest en tres de los cuatro institutos. En el caso de la 'escala de conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad', esta mejoría se en todos los institutos participantes. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos en otros estudios, que relacionan el conocimiento de las especies locales, la capacidad de identificación y el contacto próximo con distintos grupos de seres vivos, con un mayor interés hacia la biodiversidad y con la manifestación de comportamientos favorables a la conservación (Cornelisse y Sagasta, 2018). La realización de actividades que proporcionan el contacto directo o indirecto entre las personas y las especies animales o vegetales (p. ej., alimentar aves, paseos en la naturaleza, observación de la vida salvaje, leer libros o ver documentales sobre animales o plantas, identificar organismos) influyen en un mayor conocimiento sobre las especies, así como en el desarrollo de percepciones y actitudes más favorables hacia ellas y en una mayor predisposición para contribuir a su conservación (Colléony *et al.*, 2019; Cox y Gaston, 2015; Randler, 2010; Randler y Bogner, 2006; White *et al.*, 2018).

En el presente estudio la observación y el contacto con las especies locales, proporcionados por la actividad de identificación de saltamontes y grillos, también contribuyen a un desempeño significativamente mejor en la comprensión de la biodiversidad y en la mención de acciones que cada cual puede hacer de su parte para conservar la biodiversidad, estableciendo una relación entre la observación e identificación de organismos y el mayor conocimiento de distintos aspectos relacionados con la biodiversidad. El aumento del conocimiento es mediado por la observación de saltamontes y grillos, su identificación y posterior acceso a la información asociada a la especie identificada, que desarrollan el interés sobre un aspecto de la biodiversidad local: el conocimiento de grillos y saltamontes comunes en la Península Ibérica, que a su vez tiene implicaciones en la comprensión de la biodiversidad y en la reflexión sobre las acciones que cada cual puede llevar a cabo para conservarla. Esta interconexión entre conocimiento, interés y predisposición para la acción parece responder al mismo mecanismo propuesto por Muñoz van Eynde *et al.* (2017) para explicar la formación de la imagen de la ciencia en el público. Aplicándolo al caso de la biodiversidad en el presente estudio, se puede decir que la actividad de identificación desarrolla el interés sobre este aspecto particular de la biodiversidad local, lo que a su vez tiene implicaciones en el conocimiento del tema, plasmado en los mejores resultados en la escala de comprensión de la biodiversidad y en el conocimiento de acciones de conservación que pueden alcanzarse a nivel individual. El conocimiento de las especies locales, así como la capacidad de identificarlas y nombrarlas, se considera como una de las componentes básicas del conocimiento de la biodiversidad (Lindemann-Matthies, 2002; Randler y Bogner, 2006). Este tipo de conocimiento es el que adquirieron los estudiantes durante la actividad de identificación, en que pudieron observar varias especies, pertenecientes a diferentes hábitats, distribuciones y fenologías, aspectos todos ellos correspondientes a la expresión del conocimiento científico de la biodiversidad. Menos obvio resulta que sea en la ‘escala de conocimiento de acciones de conservación’ donde la actividad de identificación produzca resultados más consistentes, con mejoras significativas en el postest observadas en todos los institutos. Durante la actividad Orthopter-On no hubo menciones específicas a estas acciones de conservación de la biodiversidad, sin embargo, el contacto con especies de grillos y saltamontes ibéricos, su observación e identificación, de algún modo ha actuado

sobre el razonamiento crítico de los alumnos, haciéndoles posteriormente exhibir en el posttest un mayor grado de conocimiento de medidas que pueden llevar a cabo para proteger la biodiversidad. Estos resultados refuerzan la importancia de este tipo de actividades en el aprendizaje de las distintas dimensiones de la biodiversidad, incluso en aquella más relacionada con los comportamientos, o sea, la más relacionada con la acción dirigida a la conservación de la biodiversidad (Schultz, 2011). Aunque es necesario tener siempre presente que el conocimiento de acciones conservación e incluso la intención ponerlas en práctica, no es exactamente equivalente a la *praxis* de determinados comportamientos (Muñoz van Eynde *et al.*, 2017), estos resultados permiten anticipar el papel de la realización de actividades de identificación de organismos en la promoción de comportamientos favorables a la conservación de la naturaleza y la biodiversidad.

Con respecto a las demás variables significativas – la importancia atribuida a la biodiversidad, la mención o no de beneficios aportados por ella, y el tipo de beneficios citados – el efecto de la actividad de identificación en comparación con la clase convencional no es tan claro ni consistente entre los distintos institutos. Sin embargo, la apreciación de los bienes y servicios aportados por la biodiversidad es fundamental en la consolidación de la alfabetización ecológica, y ha sido considerada como el segundo de cuatro niveles del conocimiento ecológico tradicional formulado por Berkes (1999).

6.4. Usabilidad de la herramienta de identificación y actividad Orthopter-On

La enseñanza y el aprendizaje de tareas relacionadas con el proceso de identificación de especies se aceptan generalmente como aspectos fundamentales de la educación para la biodiversidad (Randler y Bogner, 2006). Sin embargo, los currículos escolares no contemplan la realización de actividades de identificación de organismos, aún más descuidadas en las etapas más avanzadas de la educación escolar preuniversitaria (Prokop y Rodák, 2009), en las que solo los alumnos que eligen Biología tienen acceso a ellas. Por lo que no es extraño que los de 1º ESO afirmen haber realizado más frecuentemente este tipo de actividades. De todas formas, aunque un porcentaje relativamente elevado de los estudiantes tanto de ESO (76,1%) como de bachillerato (85,1%) declaren haber realizado actividades de observación de organismos en el pasado, no lo hacen con mucha frecuencia. Es también destacable el aumento producido entre el pretest y el postest, en el grado de dificultad percibido por los alumnos de 1º ESO en relación con el proceso de identificación de organismos al contrario de lo que se ocurre con los alumnos de 1º BACH. Tal resultado parece indicar que este tipo de actividad es más adecuada para los alumnos de 1º BACH, curso en que se verifica un incremento entre el pretest y el postest, en el número de alumnos que pasa a considerar la actividad de identificación de organismos como nada o poco complicada.

También se puede dar el caso de que la actividad de identificación propuesta sea efectivamente más difícil que aquellas a las que el alumnado está acostumbrado, ya que en los currículos escolares las actividades de identificación se restringen al reconocimiento de características de grandes grupos taxonómicos. En los currículos previstos para 1º ESO, la clasificación de los seres vivos mediante el uso de claves de identificación sencillas no va más allá de la catalogación de los organismos en los cinco grandes Reinos de la vida: moneras, protoctistas, hongos, plantas y animales. Asimismo, los resultados del presente estudio ponen de manifiesto la falta de costumbre en el uso

de claves de identificación: en respuesta al pretest, poco más del 20% de los alumnos de 1º ESO afirma usarlas como materiales de identificación, frente a cerca del 60% de los de 1º BACH. La mayor familiaridad de estos últimos con el uso de claves de identificación, e incluso con el manejo de lupas binoculares, podría justificar el hecho de que la percepción de la dificultad de la identificación disminuya en el postest en los alumnos de este curso. Como cabría esperar, y ya se ha observado en este trabajo para otras cuestiones relacionadas con el aprendizaje de la biodiversidad, parece haber una mayor madurez de los estudiantes más mayores con relación a la realización de este tipo de actividades.

El número de especímenes proporcionados para su identificación también puede haber influido en el incremento de la dificultad percibida por los alumnos y alumnas de 1º ESO. Randler y Bogner (2002, 2006), que estudiaron las capacidades de identificación de aves y reptiles en alumnos alemanes de 6º de educación primaria, y de 2º y 3º de secundaria, recomiendan que el número de especies usadas durante este tipo de actividades debe ser moderado, y aconsejan, para garantizar la mayor eficacia de la actividad, la utilización de un máximo de cinco a seis especies. Efectivamente, los propios participantes en el presente estudio han señalado el elevado número de especies como una de las razones para considerar la clave complicada y la mayor parte de los de 1º ESO solo ha podido identificar entre una a tres especies durante la actividad Orthopter-On, mientras que en 1º BACH, la mayoría identificó entre cuatro y seis especies. Los resultados de ambos cursos están de acuerdo con los números ideales presentados por Randler y Bogner (2002, 2006).

El mayor grado de especificación de los alumnos de 1º BACH al nombrar las especies que les llamaron a la atención, indicia igualmente una mayor aptitud de los estudiantes más mayores para realizar este tipo de actividades. Preguntados sobre las especies de ortópteros que más han llamado su atención, los de 1º ESO mencionan más a menudo nombres que se refieren a categorías taxonómicas superiores a la especie. De hecho, varios estudios constatan que, aunque los estudiantes tengan una capacidad relativamente elevada de identificar animales hasta el nivel taxonómico de la Familia y del Orden, ésta se reduce al llegar al nivel de la especie, incluso cuando se tratan grupos de animales relativamente populares como las Aves (Randler, 2008).

Los alumnos y alumnas consideran que el proceso de identificación podría ser más fácil si tuvieran una mayor disponibilidad de materiales adecuados para llevarlo a cabo; pero tanto los alumnos de 1º ESO como los de 1º BACH consideran como materiales adecuados para ello materiales auxiliares que por sí mismos no permiten el acceso a la información que permite identificar un organismo. De todas formas, también en este caso los alumnos de 1º BACH parecen estar más familiarizados con este tipo de actividad, ya que refieren más a menudo los materiales adecuados para este ejercicio, como las guías de campo y las claves de identificación.

Por otra parte, ambos cursos consideran que la herramienta de identificación Orthopter-On es fácil de utilizar por ser accesible y clara, por estar bien ilustrada con pormenores de las características, y por su interactividad. Como justificaciones para la dificultad de uso de la herramienta, refieren al elevado número de especies y la dificultad de observar las características diagnóstico. Afirmaciones que corroboran las sugerencias de que la enseñanza y el aprendizaje de la identificación de las especies se debe basar en una selección relativamente reducida de especies, favoreciendo el uso de metodologías interactivas prácticas (*hands-on*) y el uso de objetos reales y originales. Debe además incorporar información sobre la historia natural y la ecología de las especies.

Finalmente, aunque se haya intentado reducir los pasos en la identificación de organismos con la construcción de una clave multicriterio, con el fin de facilitar todo el proceso, la mayoría de los estudiantes considera que la clave mejoraría con más informaciones, principalmente imágenes y textos auxiliares. La falta de recursos materiales en los institutos es otra de las sugerencias para mejorar la actividad.

Los resultados de este estudio parecen indicar, como era esperable, que los alumnos y alumnas de 1º BACH están más acostumbrados a realizar actividades de identificación de organismos. Demuestran también mayores capacidades para su ejecución, considerándolas más fáciles, identificando un mayor número de especies distintas en el decurso de actividad y exhibiendo mayor capacidad para especificar los organismos observados hasta la categoría taxonómica de la especie.

6.5. Limitaciones y recomendaciones de estudios futuros

La discusión de los resultados de los distintos casos de estudio presentados en este trabajo de investigación permite enumerar las siguientes limitaciones:

1. Sería recomendable la utilización de un tamaño de muestra mayor, y más equilibrado en cuanto a la participación de los estudiantes de distintos cursos, lo que también permitiría sacar más conclusiones, ya que hay motivos para creer que algunas de las variables que no resultaron significativas podrían llegar a serlo si la muestra representada fuera mayor;
2. Sería necesario caracterizar algunos factores citados en la literatura como influyentes en los conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad, como el efecto de la ruralidad/urbanidad en el conocimiento de la biodiversidad de los alumnos, materia ampliamente discutida y demostrada en otros estudios (Pilgrim *et al.* 2007) o de los afectos;
3. Teniendo en cuenta a los resultados poco conclusivos sobre la influencia de la actividad de identificación Orthopter-On en el aprendizaje de los distintos conceptos relacionados con la biodiversidad se recomienda el cambio del diseño experimental para incorporar una clase expositiva sobre biodiversidad antes de la actividad Orthopter-On. Aunque se hayan encontrado efectos de la actividad de la identificación en una mayor comprensión de la biodiversidad y de los aspectos relacionados con su conservación e importancia, es natural que una actividad práctica de 90 minutos sin un marco teórico previo no sea suficiente para explicitar todos los conceptos relacionados con un constructo tan complejo como lo es la biodiversidad. Así en el nuevo diseño propuesto, se recomienda que, en lugar de una comparación entre dos tratamientos distintos, como la desarrollada en la presente investigación, lo más adecuado para reducir posibles efectos de la falta de conocimientos previos, como los verificados en IES Joaquín

Turina, sería implementar un diseño con un grupo experimental y otro control como él que se propone en la Figura 61.

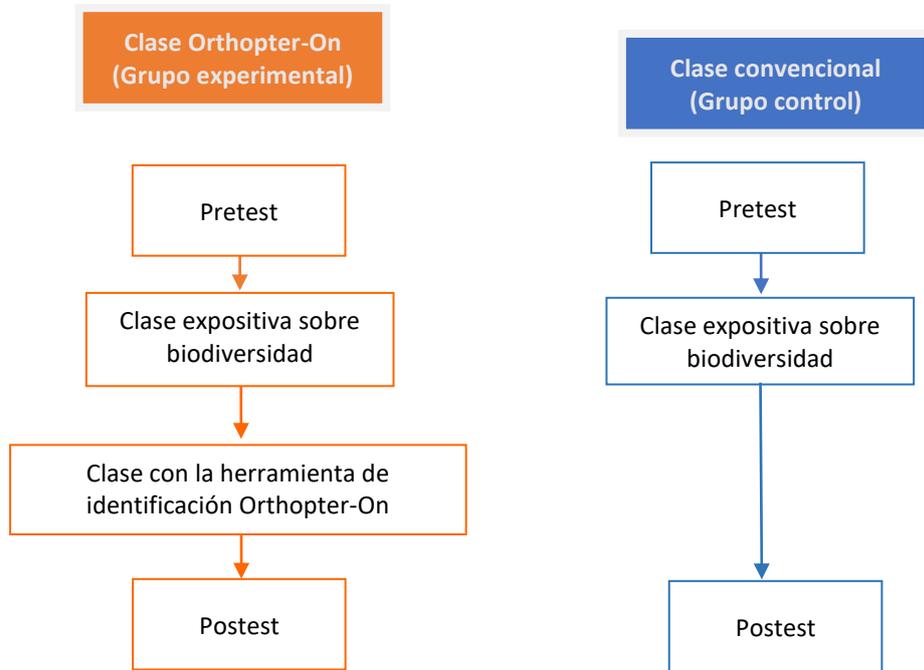


Figura 61 – Esquema nuevo diseño experimental.

6.6. Aportaciones de esta investigación

En esta investigación se han encontrado evidencias de la utilidad de las actividades de identificación para el aumento del conocimiento y la modificación de las actitudes hacia la biodiversidad. Adicionalmente, este proyecto contribuyó al mejor conocimiento de los ortópteros ibéricos y al desarrollo de materiales didácticos que proporcionan el contacto con el proceso de identificación de organismos, entre los que destacan:

1. La construcción de la clave de identificación de especies de ortópteros comunes ibéricos Orthopter-On. Esta clave, disponible en línea (<http://www.ort-on.pt>), permite identificar y pone a disposición de no expertos información sobre la biología de 35 especies de saltamontes y grillos ibéricos. De cara al futuro, podrá actualizarse con más especies, hasta llegar a incluir toda la diversidad ibérica de este grupo taxonómico.
2. El desarrollo y puesta en marcha de una actividad didáctica dedicada a la práctica de identificación de organismos, y la correspondiente actividad de formación del profesorado para aumentar el conocimiento de la biodiversidad local, a través de la identificación de especies comunes de saltamontes y grillos.
3. La contribución para el mejor conocimiento de las especies de ortópteros ibéricos con la publicación de *New records of Petaloptila (Petaloptila) fermini Gorochoy y Llorente, 2001 and Gryllomorpha (Gryllomorphella) uclensis Pantel, 1890 from continental Portugal (Orthoptera, Gryllidae)* (Monteiro et al. 2016).
4. La contribución a un mejor conocimiento de los factores que influyen en el conocimiento y las actitudes hacia la biodiversidad de los alumnos y alumnas españoles de 1º de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y 1º de Bachillerato (BACH).

6.7. Recomendaciones en clave educativa

A la luz de los resultados obtenidos en esta investigación, se proponen a continuación una serie de recomendaciones enfocadas al ámbito docente.

1. La constatación empírica de los efectos de la utilización de un abordaje taxonómico enfocado al conocimiento de las especies locales comunes hace aconsejable su implementación en los currículos escolares, para mejorar el conocimiento de y las actitudes hacia la biodiversidad y su conservación. La utilización de los insectos como modelo de organismo vivo para su empleo en actividades de identificación resulta particularmente adecuada, dada la especial relevancia de este grupo, que constituye la mayor porción de la diversidad animal, por no hablar de su importante papel en el funcionamiento de los ecosistemas. De este modo, la integración de actividades de identificación de organismos en los diferentes cursos de la enseñanza obligatoria mejoraría el conocimiento de las especies comunes del entorno próximo, como competencia básica del alumnado que completa el tronco común de este nivel de enseñanza.
2. El tiempo dedicado a este tipo de programas educativos es determinante en la obtención de resultados más favorables en lo que respecta a los cambios verificados en los conocimientos y actitudes (Bogner, 1998), por lo que se propone ampliar la actividad educativa aquí evaluada a un programa docente más extenso, que contemple salidas de campo para observación de insectos, en este caso los ortópteros, en su propio hábitat. Pues, al contrario de lo manifestado por algunos alumnos y alumnas, que consideran que los saltamontes y grillos no son representativos de los organismos de su entorno, en la época adecuada es posible observar y detectar el canto de gran parte de los saltamontes y grillos representados en la herramienta de identificación Orthopter-On. La realización de salidas de campo como complemento a las actividades de identificación en la sala de aula es recomendada por diversos autores (Killermann, 1998; Randler *et al.*, 2005). En el

caso de los ortópteros, como en el caso de otros insectos, dichas salidas ni siquiera necesitan realizarse muy lejos de espacio escolar, incluso cuando se trata de institutos localizados en ambientes marcadamente urbanos. Una visita a un jardín, o pequeño espacio verde, puede proporcionar el contacto con por lo menos una docena de insectos, entre ellos saltamontes y grillos. Este programa extendido debería además contemplar la dedicación de más tiempo al estudio de los organismos identificados, observándolos en su hábitat natural además de su estudio teórico, incluyendo una componente práctica en la naturaleza que utilice metodologías de monitorización de insectos, como transectos para la determinación de la abundancia, puntos de escucha y grabación de los “cantos” específicos de cada especie, o salidas nocturnas para observación y detección de insectos nocturnos. El conocimiento de la naturaleza de primera mano y el contacto cercano con las distintas especies que componen los ecosistemas locales, es fundamental para la apreciación de la biodiversidad (Campos *et al.* 2012), y para la construcción y desarrollo de una conectividad con la naturaleza desde una perspectiva más ecocéntrica, que es la más compatible con el desarrollo sostenible, en el marco de un fenómeno conocido como *aculturación ambiental o de la naturaleza*, un término adoptado por Asah *et al.* (2012) para referirse al proceso de incorporación de valores y creencias sobre el ambiente y la naturaleza.

3. Otro aspecto, que no se ha abordado en el presente estudio, es garantizar la formación del profesorado en el conocimiento de las especies locales. Su falta de confianza en sus propios conocimientos sobre la diversidad de especies comunes locales se ha identificado como el principal factor disuasorio para la implementación en clase de estrategias educativas que privilegien la observación e identificación de organismos (Brewer, 2002). Por ello, la falta de contacto entre el profesorado de distintos niveles de enseñanza y las especies comunes locales es un fenómeno que requiere solución y la formación en estos temas debería ser parte integrante de los cursos para el profesorado, empezando desde los niveles más bajos, como la educación infantil, y hasta los más avanzados.
4. Por último, es recomendable que, a semejanza de lo que ocurre en los países nórdicos – donde los currículos escolares de primer a séptimo curso mencionan específicamente qué especies locales se debe saber reconocer (Palmberg *et al.*,

2019) –, las leyes educativas señalen como requisito en los criterios de evaluación de los currículos escolares, que la comunidad escolar sepa reconocer un número mínimo de especies locales de todos los grupos taxonómicos. La lista de especies comunes a reconocer, que podría ser proporcionada en las propias leyes, debería además ser adaptada a los contextos locales, en el marco de la autonomía de los centros docentes ya prevista en la ley. De este modo, en el marco del presente estudio, se podrían elegir ejemplos de los endemismos de la fauna entomológica de Sierra de Guadarrama. Este aun no es el caso de la legislación analizada en el ámbito del presente trabajo (RD 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria; RD1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas). Ni siquiera de la legislación que rige actualmente los currículos educativos españoles, en la que pese a que uno de los objetivos curriculares, por lo menos para 1º de bachillerato, sea describir las principales especies y valorar la biodiversidad de un ecosistema cercano, no hay ninguna mención a cuáles deberían ser esas ellas (RD 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato).

7. Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo y su discusión nos permitieron alcanzar las siguientes conclusiones a la luz de las hipótesis y objetivos de esta investigación presentados en el capítulo 3.

- El grado de alfabetización ecológica y alfabetización para la biodiversidad de los alumnos y alumnas españoles es distinto al comienzo de los estudios de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) y en Bachillerato. Es más elevado entre estos últimos, que presentan una comprensión más desarrollada de la biodiversidad, de su conservación y de los beneficios que aporta, y muestran actitudes más favorables hacia la biodiversidad y su conservación. Muestran además de una mayor afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales, así como un mayor entendimiento del proceso y una participación más frecuente en actividades de identificación de organismos. Por su parte, los alumnos y alumnas de primero de ESO parecen estar más atentos a la fauna y flora de su entorno. También atribuyen una mayor valoración a las actividades de identificación, lo que indica su apertura y voluntad para realizar este tipo de actividades y su permeabilidad para aprender más sobre los animales y plantas del entorno.
- Varios factores influyen en el conocimiento de la biodiversidad, las acciones para protegerla y las actitudes hacia ella, pero no todos lo hacen de igual modo en las tres variables dependientes consideradas en este estudio. La calificación obtenida en las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza y Biología es el único factor que permite explicar la variabilidad de las tres variables dependientes estudiadas. Otros factores relacionados con un mayor conocimiento ecológico – el nivel educativo universitario del padre y/o de la madre, la mención de beneficios relacionados con la biodiversidad, el conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medioambiente y la mención de

museos y centros de ciencia como fuentes de aprendizaje sobre biodiversidad – tienen efectos sobre la obtención de puntuaciones más elevadas en las dos variables dependientes relativas a los conocimientos (comprensión de la biodiversidad y conocimiento de acciones de conservación).

- Por otra parte, la experiencia de la naturaleza produce más efectos en el conocimiento y el aprecio de la biodiversidad. Una mayor frecuencia de actividades como las caminatas/senderismo, tiene efectos significativos en la mayor comprensión de la biodiversidad, mientras que actividades realizadas en la naturaleza de carácter más informal, como la frecuencia de observación de la fauna y flora, o aprender sobre biodiversidad con los amigos y familiares, tienen efectos significativos en un mayor conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad y en actitudes más favorables hacia ella. En relación con las actitudes hacia la biodiversidad, es clara la influencia de la práctica de identificación de organismos y de una mayor importancia dada a este tipo de actividades, en la mayor importancia atribuida a la biodiversidad.
- En este trabajo de investigación, se muestra que incluso una actividad de identificación de organismos de corta duración (90 minutos) tiene efectos en el desarrollo de un mayor conocimiento sobre distintos aspectos relacionados con la biodiversidad. La identificación de organismos es útil para dar a conocer las especies locales, el nivel base del conocimiento ecológico, y aumentar la comprensión de la biodiversidad, pero también para progresar a otros niveles de conocimiento ecológico, como el conocimiento y participación en los sistemas de gestión del territorio y de los recursos naturales y de las instituciones sociales que los gobiernan. Estos niveles se representan aquí por la escala de conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad, cuyas puntuaciones se incrementan tras la participación en la actividad de identificación Orthopter-On.
- Es evidente la importancia de una mayor alfabetización ecológica y de un mayor nivel educativo, en una comprensión de la biodiversidad y en un conocimiento de acciones de conservación más elevados. Sin embargo, los afectos y las emociones, expresos por la influencia de la familia y amigos, y de las actividades que permiten un contacto próximo con los organismos, son muy relevantes en

la explicación del conocimiento de acciones para proteger la biodiversidad y en la valoración de su importancia. Una educación para la biodiversidad efectiva debe integrar estos dos componentes: conocimientos y afectos. Promocionar la experiencia de la naturaleza a través de la práctica de identificación de organismos y de un aprendizaje basado en la observación y el encuentro con éstos, en este caso los especímenes de saltamontes y grillos preservados en resina acrílica, proporciona, además del desarrollo cognitivo, experiencias estéticas y afectivas, que son clave en la formación del conocimiento, pero sobre todo contribuyen para la adquisición de percepciones, actitudes y comportamientos favorables hacia los propios organismos, la naturaleza y la biodiversidad.

- La escuela es el lugar más apropiado para garantizar que este puente entre conocimiento y afectos se establezca y sea accesible a todos y todas. Para ello, y con base en las conclusiones de este estudio, se propone la diseminación del conocimiento sobre las especies locales, a través del proceso de identificación de organismos. Se propone empezar por la identificación de aquellos que son más accesibles, ubicuos e importantes en el funcionamiento de los ecosistemas, pero la vez muy despreciados y poco reconocidos: los insectos. Al promocionar este tipo de actividades, la escuela estará contribuyendo a elevar el grado de alfabetización ecológica de la comunidad educativa a niveles compatibles con los necesarios para solucionar la crisis de la biodiversidad. Se espera además un efecto de contagio a la restante comunidad, dada la repercusión de los conocimientos y comportamiento de los más jóvenes en las conductas ambientales de sus progenitores, abuelos y tutores.
- La menor familiaridad de los alumnos y alumnas de 1º de ESO con las actividades de identificación de organismos sugiere que estas deben ser reforzadas en la escuela, especialmente durante la Enseñanza Secundaria Obligatoria, pues esta es la fase de la etapa formativa que es común a todos los jóvenes. Los efectos benéficos comprobados de las actividades de identificación en la comprensión, conocimiento de acciones de conservación y en la apreciación de la biodiversidad debe proporcionarse a todos los estudiantes. Es muy importante que los

estudiantes de otras áreas del conocimiento, más allá de las ciencias biológicas, sepan reconocer y valorar la biodiversidad, pues también ellos - futuros economistas, arquitectos, abogados, políticos, etc. – tendrán responsabilidades en su conservación.

8. Referencias bibliográficas

- Agnarsson, I., y Kuntner, M. (2007). Taxonomy in a changing world: Seeking solutions for a science in crisis. *Systematic Biology*, 56(3), 531–539. <https://doi.org/10.1080/10635150701424546>
- Alexander, P., Rounsevell, M. D. A., Dislich, C., Dodson, J. R., Engström, K., y Moran, D. (2015). Drivers for global agricultural land use change: The nexus of diet, population, yield and bioenergy. *Global Environmental Change*, 35, 138–147. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.08.011>
- Amérigo, M., Aragonés, J. I., Sevillano, V., y Cortés, B. (2005). La estructura de las creencias sobre la problemática ambiental. *Psicothema*, 17(2), 257–262.
- Ari, E., y Yilmaz, V. (2017). Effects of environmental illiteracy and environmental awareness among middle school students on environmental behavior. *Environment, Development and Sustainability*, 19(5), 1779–1793. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9826-3>
- Asah, S. T., Bengston, D. N., Westphal, L. M., y Gowan, C. H. (2018). Mechanisms of Children's Exposure to Nature: Predicting Adulthood Environmental Citizenship and Commitment to Nature-Based Activities. *Environment and Behavior*, 50(7), 807–836. <https://doi.org/10.1177/0013916517718021>
- Balding, M., y Williams, K. J. H. (2016). Plant blindness and the implications for plant conservation. *Conservation Biology*, 30(6), 1192–1199. <https://doi.org/10.1111/cobi.12738>
- Ballouard, J.-M., Brischoux, F., y Bonnet, X. (2011). Children prioritize virtual exotic biodiversity over local biodiversity. *PLoS ONE*, 6(8), e23152. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023152>
- Balmford, A., y Bond, W. (2005). Trends in the state of nature and their implications for human well-being. *Ecology Letters*, 8(11), 1218–1234. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00814.x>
- Balmford, A., Clegg, L., Coulson, T., y Taylor, J. (2002). Why Conservationists Should Heed Pokemon. *Science*, 295(5564), 2367b–22367. <https://doi.org/10.1126/science.295.5564.2367b>
- Barat, J. (2004). Descripción de *Steropleurus eclipticus* sp. n. (Orthoptera: Tettigoniidae: Ephippigerinae) del Sistema Ibérico, Zaragoza (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 34(34), 1–7.
- Barat, J. (2012). Revisión preliminar de los géneros de Ephippigerini Brunner von Wattenwyl, 1878 (Orthoptera: Tettigoniidae: Bradyporinae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 50(1827), 1–71.

- Barat, J., y Correas, J. R. (2015). Descripción de dos especies nuevas y un subgénero nuevo de Ehippigerida Bolívar en Buysson, 1903 (Orthoptera: Tettigoniidae: Bradyporinae: Ehippigerini). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 56, 1–12.
- Bar-On, Y. M., Phillips, R., y Milo, R. (2018). The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(25), 6506–6511. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711842115>
- Barranco, P., Gilgado, J. D., y Ortuño, V. M. (2013). A new mute species of the genus *Nemobius* Serville (Orthoptera, Gryllidae, Nemobiinae) discovered in colluvial, stony debris in the Iberian Peninsula: A biological, phenological and biometric study. *Zootaxa*, 3691(2), 201–219. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3691.2.1>
- Bebbington, A. (2005). The ability of A-level students to name plants. *Journal of Biological Education*, 39(2), 63–67. <https://doi.org/10.1080/00219266.2005.9655963>
- Bellmann, H., y Luquet, G. (2009). *Guide des sauterelles; grillons et criquets d'Europe occidentale* (2ª). Delachaux y Niestlé.
- Belovsky, G. E., y Slade, J. B. (2000). Insect herbivory accelerates nutrient cycling and increases plant production. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(26), 14412–14417. <https://doi.org/10.1073/pnas.250483797>
- Berkes, F. (1999). *Sacred Ecology*. New York: Routledge
- Berkes, F., Colding, J., y Folke, C. (2000). Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management. *Ecological Applications*, 10(5), 1251–1262.
- Bermudez, G. M. A., y Battistón, L. v. (2015). ¿Qué factores socio-culturales y geográficos influyen en el conocimiento de las especies animales? Un estudio con alumnos del ciclo orientado de la escuela secundaria de Córdoba. En A. L. Bermudez, Gonzalo Miguel Angel y De Longhi (Ed.), *Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy. Aportes para la formación docente* (Universida, pp. 327–349).
- Bermudez, G. M. A., Battistón, L. v., García Capocasa, M. C., y de Longhi, A. L. (2017). Sociocultural Variables That Impact High School Students' Perceptions of Native Fauna: a Study on the Species Component of the Biodiversity Concept. *Research in Science Education*, 47(1), 203–235. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9496-4>
- Bermudez, G. M. A., de Longhi, A. L., Díaz, S., y Gavidia Catalán, V. (2014). La transposición del concepto de diversidad biológica. Un estudio sobre los libros de texto de la educación secundaria española. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 285–302. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1129>
- Bermudez, G. M. A., Díaz, S., y de Longhi, A. L. (2018). Native plant naming by high-school students of different socioeconomic status: implications for botany education. *International Journal of Science Education*, 40(1), 46–66. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1397297>
- Best, J., Stevenson, R., Farnsworth, E. J., Chu, M., Kress, W. J., Neill, A. K., Best, J. H., y Pickering, J. (2013). Next-Generation Field Guides. *BioScience*, 63(11), 891–899. <https://doi.org/10.1525/bio.2013.63.11.8>

- Binning, F. (2016). *Construct*. Encyclopedia Britannica. <http://www.britannica.com/science/construct>
- Bishop, R. C. (1978). Endangered Species and Uncertainty: The Economics of a Safe Minimum Standard. *American Journal of Agricultural Economics*, 60(1), 10–18.
- Black, T. R. (1999). *Doing quantitative research in the social sciences: An integrated approach to research design, measurement and statistics*. Sage Publications Ltd. pp.
- Boeve-de Pauw, J., y van Petegem, P. (2010). A cross-national perspective on youth environmental attitudes. *Environmentalist*, 30(2), 133–144. <https://doi.org/10.1007/s10669-009-9253-1>
- Bogner, F. X. (1998). The Influence of Short-Term Outdoor Ecology Education on Long-Term Variables of Environmental Perspective. *The Journal of Environmental Education*, 29(4), 17–29. <https://doi.org/10.1080/00958969809599124>
- Bolker, B. M., Brooks, M. E., Clark, C. J., Geange, S. W., Poulsen, J. R., Stevens, M. H. H., y White, J. S. S. (2009). Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(3), 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.10.008>
- Bourdieu, P. (1984). *A Social Critique of the Judgement of Taste*. Harvard University Press.
- Braun, M., Buyer, R., y Randler, C. (2010). Cognitive and emotional evaluation of two educational outdoor programs dealing with non-native bird species. *International Journal of Environmental and Science Education*, 5(2), 151–168.
- Brewer, C. (2002). Conservation Education Partnerships in Schoolyard Laboratories: a Call Back to Action. *Conservation Biology*, 16(3), 577–579.
- Bryman, A. (2012). *Social Research Methods*. Oxford: University Press.
- Buijs, A. E., Fischer, A., Rink, D., y Young, J. C. (2008). Looking beyond superficial knowledge gaps: Understanding public representations of biodiversity. *International Journal of Biodiversity Science and Management*, 4(2), 65–80. <https://doi.org/10.3843/Biodiv.4.2>
- Campos, C. M., Greco, S., Ciarlante, J. J., Balangione, M., Bender, J. B., Nates, J., y Lindemann-Matthies, P. (2012). Students' familiarity and initial contact with species in the Monte desert (Mendoza, Argentina). *Journal of Arid Environments*, 82, 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.02.013>
- Campos, C. M., Nates, J., y Lindemann-Matthies, P. (2013). Percepción y conocimiento de la biodiversidad por estudiantes urbanos y rurales de las tierras áridas del centro-oeste de Argentina. *Ecología Austral*, 23(3), 174–183.
- Cardoso, P., Erwin, T. L., Borges, P. A. V., y New, T. R. (2011). The seven impediments in invertebrate conservation and how to overcome them. *Biological Conservation*, 144(11), 2647–2655. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.07.024>
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Houghton Mifflin Company.

- Carson, R. (1965). *The Sense of Wonder*. Harper and Row.
- Casey, P. J., y Scott, K. (2006). Environmental concern and behaviour in an Australian sample within an ecocentric - Anthropocentric framework. *Australian Journal of Psychology*, 58(2), 57–67. <https://doi.org/10.1080/00049530600730419>
- CDB. (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/observances/biodiversity-day/convention>
- Ceballos, G., y Ehrlich, P. R. (2018). The misunderstood sixth mass extinction. *Science*, 360(6393), 1080–1081. <https://doi.org/10.1126/science.aau0191>
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., y Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human – induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, 1(5), e1400253, 9–13.
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., y Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(30), e6089–e6096. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>
- Center for Biological Diversity. (s.f.). <https://www.biologicaldiversity.org/species/invertebrates/>
- Ceríaco, L. M. P. (2012). Human attitudes towards herpetofauna : The influence of folklore and negative values on the conservation of amphibians and reptiles in Portugal. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8(8). <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-8>
- Chapman, A. D. (2009). *Numbers of Living Species in Australia and the World*. (2ª Edición). Australian Government - Department of the Environmental. www.environment.gov.au/biodiversity/abrs/publications/other/species-numbers/2009/index.html
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora*, (1973). <https://cites.org/eng>
- Clayton, S., Colléony, A., Conversy, P., Maclouf, E., Martin, L., Torres, A. C., Truong, M. X., y Prévot, A. C. (2017). Transformation of Experience: Toward a New Relationship with Nature. *Conservation Letters*, 10(5), 645–651. <https://doi.org/10.1111/conl.12337>
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2007). Research Methods in Education. En Routledge (Ed.), *Research Methods in Education* (Sixth edit).
- Coleman, C. O. (2015). Taxonomy in times of the taxonomic impediment - Examples from the community of experts on amphipod crustaceans. *Journal of Crustacean Biology*, 35(6), 729–740. <https://doi.org/10.1163/1937240X-00002381>
- Collado, S., Staats, H., y Corraliza, J. A. (2013). Experiencing nature in children’s summer camps: Affective, cognitive and behavioural consequences. *Journal of Environmental Psychology*, 33, 37–44.

- Collado, S., Staats, H., y Sancho, P. (2019). Normative Influences on Adolescents' Self-Reported Pro-Environmental Behaviors: The Role of Parents and Friends. *Environment and Behavior*, 51(3), 288–314. <https://doi.org/10.1177/0013916517744591>
- Colléony, A., White, R., y Schwartz, A. (2019). The influence of spending time outside on experience of nature and environmental attitudes. *Landscape and Urban Planning*, 187(December 2018), 96–104. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.03.010>
- Cornelisse, T. M., y Sagasta, J. (2018). The Effect of Conservation Knowledge on Attitudes and Stated Behaviors toward Arthropods of Urban and Suburban Elementary School Students. *Anthrozoos*, 31(3), 283–296. <https://doi.org/10.1080/08927936.2018.1455450>
- Cortes Generales (1978) Constitución Española. *Boletín Oficial del Estado*, 311, de 29 de diciembre de 1978. Referencia: BOE-A-1978-31229 [https://www.boe.es/eli/es/c/1978/12/27/\(1\)](https://www.boe.es/eli/es/c/1978/12/27/(1))
- Costa-Neto, E. M. (1998). O significado dos Orthoptera (Arthropoda, Insecta) no estado de Alagoas. *Sitientibus*, 18, 9–17.
- Costello, M. J., May, R. M., y Stork, N. (2013). Can We Name Earth's Species Before They Go Extinct? *Science*, 339(6118), 413–416. <https://doi.org/10.1126/science.1230318>
- Costello, M. J., Vanhoorne, B., y Appeltans, W. (2015). Conservation of biodiversity through taxonomy, data publication, and collaborative infrastructures. *Conservation Biology*, 29(4), 1094–1099. <https://doi.org/10.1111/cobi.12496>
- Costello, M. J., Wilson, S., y Houlding, B. (2012). Predicting total global species richness using rates of species description and estimates of taxonomic effort. *Systematic Biology*, 61(5), 871–883. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syr080>
- Cox, D. T. C., y Gaston, K. J. (2015). Likeability of garden birds: Importance of species knowledge y richness in connecting people to nature. *PLoS ONE*, 10(11) e0141505. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141505>
- Creswell. (2012). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson Education Ltd.
- Crisci, J. V., y Katinas, L. (2011). La Biodiversidad va a la escuela. En Eugenio Figueroa B. (Ed). *Conservación de La Biodiversidad En Las Américas: Lecciones y Recomendaciones de Política*, (pp. 499–534). Editorial Fen-Universidad de Chile.
- Crisci, J. V., McInerney, J. D., y McWethy, P. J. (1993). *Order and diversity in the living world: Teaching taxonomy and systematics in schools*. Reston, VA: National Association of Biology Teachers.
- Crowder, M. J. & Hand, D. J. (1990). *Analysis of Repeated Measures*. Routledge.
- Dallimer, M., Irvine, K. N., Skinner, A. M. J., Davies, Z. G., Rouquette, J. R., Maltby, L. L., Warren, P. H., Armsworth, P. R., y Gaston, K. J. (2012). Biodiversity and the feel-good factor: Understanding associations between self-reported human well-being and species richness. *BioScience*, 62(1), 47–55. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.1.9>

- de Carvalho, M. R., Bockmann, F. A., Amorim, D. S., Brandão, C. R. F., de Vivo, M., de Figueiredo, J. L., Britski, H. A., de Pinna, M. C. C., Menezes, N. A., Marques, F. P. L., Papavero, N., Cancellato, E. M., Crisci, J. V., McEachran, J. D., Schelly, R. C., Lundberg, J. G., Gill, A. C., Britz, R., Wheeler, Q. D., ... Nelson, G. J. (2007). Taxonomic impediment or impediment to taxonomy? A commentary on systematics and the cybertaxonomic-automation paradigm. *Evolutionary Biology*, 34(3–4), 140–143. <https://doi.org/10.1007/s11692-007-9011-6>
- Díaz, S., Demissew, S., Joly, C., Lonsdale, W. M., y Larigauderie, A. (2015). A Rosetta Stone for Nature's Benefits to People. *PLoS Biology*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002040>
- Díaz, S., Settele, J., Brondizio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneeth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D. O., Pfaff, A., ... Zayas, C. N. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*, 366(6471), eaax3100. <https://doi.org/10.1126/science.aaw3100> b
- Dimitrov, D. M., y Rumrill, P. D. (2003). Pretest-posttest designs and measurement of change. *Work*, 20(2), 159–165.
- Domingo, M. Á. (2021). Un nuevo grillo del género *Petaloptila* (Orthoptera , Phalangopsidae) de la provincia de Lugo (Galicia , España). *Revista Ibérica de Ortopterología*, 1, 1–11.
- Dreyfus, A., Hebrew, T., y Wals, A. E. J. (1999). Biodiversity as a Postmodern Theme for. *Canadian Journal of Environmental Education*, 4, 155–176.
- Dubois, A. (2003). The relationships between taxonomy and conservation biology in the century of extinctions. *Comptes Rendus Biologies*, 326 Suppl 1(4) 9–21. [https://doi.org/10.1016/s1631-0691\(03\)00022-2](https://doi.org/10.1016/s1631-0691(03)00022-2)
- Ehrlich, P. R., y Ehrlich, A. R. (1981). *Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species*. Random House.
- Ehrlich, P. R., y Wilson, E. O. (1991). Biodiversity studies: Science and Policy. *Science*, 253(5021), 758–762.
- Elder, J., Coffin, C., y Farrior, M. (1998). *Engaging the Public on Biodiversity: A Road Map for Education and Communication Strategies*. Madison: The Biodiversity Project. <http://www.biodiversityproject.org/roadmap.pdf>
- Erwin, T. L. (1983). Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manaus, Brazil, sampled by insecticidal fogging. In S. L. Sutton, T. C. Whitmore, y A. C. Chadwick (Eds.), *Tropical rain forest: ecology and management* (pp. 59–75). Blackwell Publishers.
- Evans, G. W., Otto, S., y Kaiser, F. G. (2018). Childhood Origins of Young Adult Environmental Behavior. *Psychological Science*, 29(5), 679–687. <https://doi.org/10.1177/0956797617741894>
- Ferreira, S. A. F. (2009). *Revisão da fauna da Superfamília Grylloidea (Insecta, Orthoptera, Ensifera) de Portugal continental*. Tesis de Master. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

- Fischer, A., y Young, J. C. (2007). Understanding mental constructs of biodiversity: Implications for biodiversity management and conservation. *Biological Conservation*, 136(2), 271–282. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.11.024>
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O’Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., ... Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337–342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Fuller, R. A., Irvine, K. N., Devine-Wright, P., Warren, P. H., y Gaston, K. J. (2007). Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3(4), 390–394. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0149>
- Gangwere, S. K., de Viedma, M. G., y Llorente, V. (1985). *Libro Rojo de los Ortopteros Ibéricos*. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- García-Gómez, J., y Martínez-Bernat, F. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de Las Ciencias*, 28(2), 175–184. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5565/rev/ec/v28n2.212>
- Gaston, K. J., y Spicer, J. I. (2005). *Biodiversity an introduction* (2ª Edición). Blackwell Publishing.
- Giangrande, A. (2003). Biodiversity, conservation, and the “Taxonomic impediment.” *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(5), 451–459. <https://doi.org/10.1002/aqc.584>
- Gifford, R., y Nilsson, A. (2014). Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. *International Journal of Psychology*, 49(3), 141–157. <https://doi.org/10.1002/ijop.12034>
- Gifford, R., Scannell, L., Kormos, C., Smolova, L., Biel, A., Boncu, S., Corral, V., Güntherf, H., Hanyu, K., Hine, D., Kaiser, F. G., Korpela, K., Lima, L. M., Mertig, A. G., Mira, R. G., Moser, G., Passafaro, P., Pinheiro, J. Q., Saini, S., ... Uzzell, D. (2009). Temporal pessimism and spatial optimism in environmental assessments: An 18-nation study. *Journal of Environmental Psychology*, 29(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.06.001>
- Gläser-Zikuda, M., Fuß, S., Laukenmann, M., Metz, K., y Randler, C. (2005). Promoting students’ emotions and achievement – Instructional design and evaluation of the ECOLE-approach. *Learning and Instruction*, 15(5), 481–495. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.07.013>
- Godfray, H. C. J. (2002). Challenges for taxonomy. *Nature*, 417, 17–19.
- Gorochoy, A. v., y Llorente, V. (2001). Estudio taxonómico preliminar de los Grylloidea de España (Insecta, Orthoptera). *Graellsia*, 57(2), 95–139. <https://doi.org/10.3989/graelisia.2001.v57.i2.281>
- Grace, M. M., y Ratcliffe, M. (2002). The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1157–1169. <https://doi.org/10.1080/09500690210134848>

- Groombridge, B., y Jenkins, M. D. (2002). *World Atlas of Biodiversity Earth ' s Living Resources* (UNEP World). University of California Press.
- Gurung, A. B. (2003). Insects - a mistake in God's creation ? Tharu farmers' perception and knowledge of insects: A case study of Gobardiha Village Development Committee, Dang-Deukhuri, Nepal. *Agriculture and Human Values* 20, 337–370.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörrén, T., Goulson, D., y de Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12(10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hamilton, A. J., Novotný, V., Waters, E. K., Basset, Y., Benke, K. K., Grimbacher, P. S., Miller, S. E., Samuelson, G. A., Weiblen, G. D., Yen, J. D. L., y Stork, N. E. (2013). Estimating global arthropod species richness: Refining probabilistic models using probability bounds analysis. *Oecologia*, 171(2), 357–365. <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2434-5>
- Harz, K. (1969). Die Orthopteren Europa Vol.1. *Series Entomologica*, 5, 1–749.
- Harz, K. (1975). Die Orthopteren Europas Vol. 2. *Series Entomologica*, 11, 1–939.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and human well-being*. Island Press, Washington, D.C
- Hatfield-Dodds, S., Schandl, H., Adams, P. D., Baynes, T. M., Brinsmead, T. S., Bryan, B. A., Chiew, F. H. S., Graham, P. W., Grundy, M., Harwood, T., McCallum, R., McCrea, R., McKellar, L. E., Newth, D., Nolan, M., Prosser, I., y Wonhas, A. (2015). Australia is “free to choose” economic growth and falling environmental pressures. *Nature*, 527(7576), 49–53. <https://doi.org/10.1038/nature16065>
- Heath, Y., y Gifford, R. (2006). Free-market ideology and environmental degradation: The case of belief in global climate change. *Environment and Behavior*, 38(1), 48–71. <https://doi.org/10.1177/0013916505277998>
- Heberlein, T. A. (2013). Navigating Environmental Attitudes. *Navigating Environmental Attitudes*, 26(4), 1–240. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199773329.001.0001>
- Herrera, L. (1982). *Catalogue of the Orthoptera of Spain Catálogo de los Ortópteros de España*. Dr. W. Junk Publishers.
- Hirsh, J. B. (2010). Personality and environmental concern. *Journal of Environmental Psychology*, 30(2), 245–248. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.01.004>
- Hohenegger, J. (2014). Species as the basic units in evolution and biodiversity: Recognition of species in the Recent and geological past as exemplified by larger foraminifera. *Gondwana Research*, 25(2), 707–728. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2013.09.009>
- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J., y Wardle, D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3–35. <https://doi.org/10.1890/04-0922>

- Hooykaas, M. J. D., Schilthuisen, M., Aten, C., Hemelaar, E. M., Albers, C. J., y Smeets, I. (2019). Identification skills in biodiversity professionals and laypeople: A gap in species literacy. *Biological Conservation*, 238(August), 108202. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108202>
- Hummel, E., y Randler, C. (2010). Experiments with living animals - Effects on learning success, experimental competency and emotions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3823–3830. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.597>
- Hungerford, H. (2009). Environmental education (EE) for the 21st century: Where have we been? Where are we now? Where are we headed? *Journal of Environmental Education*, 41(1), 1–6. <https://doi.org/10.1080/00958960903206773>
- Hunter, L. M., y Brehm, J. (2003). Qualitative Insight Into Public Knowledge of, and Concern With, Biodiversity. *Human Ecology*, 31(2), 309–320.
- Hunter, L. M., y Rinner, L. (2004). The association between environmental perspective and knowledge and concern with species diversity. *Society and Natural Resources*, 17(6), 517–532. <https://doi.org/10.1080/08941920490452454>
- Husemann, M., Lluçà-Pomares, D., y Hochkirch, A. (2013). A review of the Iberian Spingonotini with description of two novel species (Orthoptera: Acrididae: Oedipodinae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 168(1), 29–60. <https://doi.org/10.1111/zoi.12023>
- Huxham, M., Welsh, A., Berry, A., y Templeton, S. (2006). Factors influencing primary school children’s knowledge of wildlife. *Journal of Biological Education*, 41(1), 9–12. <https://doi.org/10.1080/00219266.2006.9656050>
- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources. (2019). *IUCN Red List of Threatened Species version 2019-2*. June.
- IPBES (2019a): *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- IPBES (2019b): *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. En E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1148 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- Jiménez, A. (2016). *Aprendiendo bonito. Análisis de los proyectos de comunicación, educación y participación para la conservación de la Biodiversidad: casos de estudio de España y Costa Rica*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Jørgensen, D. (2013). Reintroduction and De- extinction: Breeding Programmes. *BioScience* 63(9), 719–720.
- Junge, X., Lindemann-Matthies, P., Hunziker, M., y Schüpbach, B. (2011). Aesthetic preferences of non-farmers and farmers for different land-use types and proportions of ecological

- compensation areas in the Swiss lowlands. *Biological Conservation*, 144(5), 1430–1440. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.01.012>
- Kaiser, F. G., Wöfling, S., y Fuhrer, U. (1999). Environmental Attitude and Ecological Behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 19(1), 1–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jevp.1998.0107>
- Kellert, S. R. (1984a). American Attitudes Toward and Knowledge of Animals: An Update. *Advances in Animal Welfare Science 1984*, 85, 177–213. https://doi.org/10.1007/978-94-009-4998-0_11
- Kellert, S. R. (1984b). Attitudes toward animals: Age-related development among. *Journal of Environmental Education*, 16(3), 29–39. <https://doi.org/10.1080/00958964.1985.9942709>
- Kellert, S. R. (1993). Values and perceptions of invertebrates. *Conservation Biology*, 7(4), 845–855.
- Kellert, S. R. (1996). *The Value of Life: Biological Diversity and Human Society*. Island Press. <https://doi.org/10.1177/027046769601600415>
- Kellert, S. R. (2005). Nature and Childhood Development. *Building for Life Designing and Understanding the Human-Nature Connection*, 63–89. <http://scholar.google.com/scholar?hl=enybtnG=Searchyq=intitle:Building+f+o+r+Life#9>
- Kellert, S. R., y Westervelt, M. (1983). *Children's Attitudes, Knowledge and Behaviors Toward Animals Phase V*. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Washington, D.C.
- Khuroo, A. A., Dar, G. H., Khan, Z. S., y Malik, A. H. (2007). Exploring an inherent interface between taxonomy and biodiversity: Current problems and future challenges. *Journal for Nature Conservation*, 15(4), 256–261. <https://doi.org/10.1016/j.inc.2007.07.003>
- Killermann, W. (1998). Research into biology teaching methods. *Journal of Biological Education*, 33, 4–9.
- Kolbert, E. (2014). *The Sixth Extinction: An Unnatural History* (1st ed.). Henry Holt and Company. New York.
- Krausmann, F., Erb, K. H., Gingrich, S., Haberl, H., Bondeau, A., Gaube, V., Lauk, C., Plutzer, C., y Searchinger, T. D. (2013). Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(25), 10324–10329. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211349110>
- Krausmann, F., Schandl, H., Eisenmenger, N., Giljum, S., y Jackson, T. (2017). Material Flow Accounting: Measuring Global Material Use for Sustainable Development. *Annual Review of Environment and Resources*, 42, 647–675. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060726>
- Krippendorff, K. (2004). *Content Analysis An Introduction to Its Methodology*. SAGE Publications Inc.

- Leader-Williams, N., y Heywood, V. H. (1996). Global Biodiversity Assessment. *The Journal of Animal Ecology*, 65(6), 853. <https://doi.org/10.2307/5689>
- Lean, C. H. (2020). Why Wake the Dead? Identity and De-extinction. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 33(3–6), 571–589. <https://doi.org/10.1007/s10806-020-09839-8>
- Legault, L., y Pelletier, L. G. (2000). Impact of an environmental education program on students' and parents' attitudes, motivation, and behaviours. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement*, 32(4), 243–250. <https://doi.org/10.1037/h0087121>
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad *Boletín Oficial del Estado*, 299, de 14 de diciembre de 2007, 51275 a 51327. [BOE 299 de 14/12/2007 Sec 1 Pag 51275 a 51327](https://www.boe.es/boe-2007-12-14/BOE-2007-12-14-17158-17207.html)
- Ley Orgánica (LOE) 2/2006, de 3 de mayo de Educación *Boletín Oficial del Estado*, 106, de 4 de mayo de 2006, 17158 a 17207. [A17158-17207 \(boe.es\)](https://www.boe.es/boe-2006-05-04/BOE-2006-05-04-17158-17207.html)
- Lin, B. B., Fuller, R. A., Bush, R., Gaston, K. J., y Shanahan, D. F. (2014). Opportunity or orientation? Who uses urban parks and why. *PLoS ONE*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087422>
- Lindemann-Matthies, P. (2002). The Influence of an educational program on children's perception of biodiversity. *The Journal of Environmental Education*, 33(2), 22–311.
- Lindemann-Matthies, P. (2005). “Loveable” mammals and “lifeless” plants: How children's interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature. *International Journal of Science Education*, 27(6), 655–677. <https://doi.org/10.1080/09500690500038116>
- Lindemann-Matthies, P. (2006). Investigating nature on the way to school: Responses to an educational programme by teachers and their pupils. *International Journal of Science Education*, 28(8), 895–918. <https://doi.org/10.1080/10670560500438396>
- Lindemann-Matthies, P., y Bose, E. (2008). How many species are there? Public understanding and awareness of biodiversity in Switzerland. *Human Ecology*, 36(5), 731–742. <https://doi.org/10.1007/s10745-008-9194-1>
- Lindemann-Matthies, P., Constantinou, C., Junge, X., Köhler, K., Mayer, J., Nagel, U., Raper, G., Schüle, D., y Kadji-Beltran, C. (2009). The integration of biodiversity education in the initial education of primary school teachers: four comparative case studies from Europe. *Environmental Education Research*, 15(1), 17–37. <https://doi.org/10.1080/13504620802613496>
- Lindemann-Matthies, P., Junge, X., y Matthies, D. (2010). The influence of plant diversity on people's perception and aesthetic appreciation of grassland vegetation. *Biological Conservation*, 143(1), 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.10.003>
- Llorente, V., y Pinedo, M. C. (1990). Los Tettigoniidae de la Península Ibérica, Islas Baleares y norte de Africa. Género *Odontura* Rambur, 1838 (Orthoptera). *Boletín de La Asociación Española de Entomología*, 14, 153–174.

- Llorente, V., y Presa, J. J. (1982). Los Tetrigidae de la Península Ibérica (Orthoptera). *Eos: Revista Española de Entomología*, 57(1-4),127-152.
- Llorente, V., y Presa, J. J. (1997). *Los Pamphagidae de la Península Ibérica (Orthoptera, Caelifera, Pamphagidae)*. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Murcia.
- Llucia-Pomares, D. (2002). Revisión de los ortópteros (Insecta: Orthoptera) de Cataluña (España). *Monografías de La Sociedad Entomológica Aragonesa*, 7 1-226.
- Lovelock, J. (2000). *Gaia: A new look at life on Earth*. Oxford: Oxford University Press.
- Louv, R. (2008). *Last Child in the Woods : Saving Our Children from Nature-deficit Disorder Updated and Expanded*. Algonquin Books of Chapel Hill.
- Lynch, S. M. (2006). Explaining life course and cohort variation in the relationship between education and health: The role of income. *Journal of Health and Social Behavior*, 47(4), 324–338. <https://doi.org/10.1177/002214650604700402>
- Mace, G., Masundire, H., Lead, J. B., Ricketts, T., Brooks, T., Hoffmann, M., Stuart, S., Balmford, A., Purvis, A., Reyers, B., Wang, J., Revenga, C., Kennedy, E., Naeem, S., Alkemade, R., Allnutt, T., Bakarr, M., Bond, W., Chanson, J., y Pacala, S. (2005). Biodiversity. En R. Hassan, R. Scholes, y N. Ash (Eds.), *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trend - Volume 1* (pp. 79–122). Island Press. <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.273.aspx.pdf>
- Mace, G., Norris, K., y Fitter, A. H. (2012). Biodiversity and ecosystem services: A multilayered relationship. *Trends in Ecology and Evolution*, 27(1), 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.08.006>
- Margulis, L. (1967). On the origin of mitosing cells. *Journal of Theoretical Biology*, 14(3), 255–274. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11541390>
- Martellos, S., y Nimis, P. L. (2008). KeyToNature : Teaching and learning biodiversity: Dryades, the Italian experience. *Proceedings of the International Association for the Scientific Knowledge (IASK) International Conference "Teaching and Learning"*, 863–868.
- Mascia, M. B., Dobson, T. A., Forbes, B. C., Horowitz, L., McKean, M. A., y Turner, N. J. (2003). Conservation and the Social Sciences. *Conservation Biology*, 17(3), 649–650. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01738.x>
- Matthews, R. W., Flage, and, L. R., y Matthews, J. R. (1997). Insects As Teaching Tools in Primary and Secondary Education. *Annual Review of Entomology*, 42(1), 269–289. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.42.1.269>
- Maturana, H., y Nisis, S. (1994). Formación humana y capacitación. *Mitos, Obstáculos y Entrampes En El Trabajo de La Familia*, 1–25.
- May, R. M. (1988). How many species are there on Earth? *Science*, 241(4872), 1441–1449. <https://doi.org/10.1126/science.241.4872.1441>

- May, R. M. (2011). Why Worry about How Many Species and Their Loss ? *PLoS Biology*, 9(8), 8–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001130>
- Mayr, E. (1963). *Animal Species and Evolution*. Harvard University Press
- McLeish, E. (1997). *Educating for Life. Guidelines for Biodiversity Education*. Council for Environmental Education, Reading.
- McNeely, J. A. (2002). The role of taxonomy in conserving biodiversity. *Journal for Nature Conservation*, 10(3), 145–153. <https://doi.org/10.1078/1617-1381-00015>
- McNeely, J. A., Miller, K. R., Reid, W. v., Mittermeier, R. A., y Wermer, T. B. (1990). Conserving the world's biological diversity. En *IUCN, Gland, Switzerland; WRI, CI, WWF-US, and the World Bank, Washington, DC*. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(91\)90089-k](https://doi.org/10.1016/0016-3287(91)90089-k)
- Medail, F., y Quezel, P. (1999). Biodiversity Hotspots in the Mediterranean. *Conservation Biology*, 13(6), 1510.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Monteiro, E., Barros, F., Margarida Augusto, A., Espiridiao de Oliveira, A., Otilia Miralto, M., y Ferreira, S. (2016). New records of *Petaloptila* (*Petaloptila*) *fermini* Gorochov y Llorente, 2001 and *Gryllomorpha* (*Gryllomorphella*) *uclensis* Pantel, 1890 from continental Portugal (Orthoptera, Gryllidae). *Boletín de La SEA*, 58, 225–226.
- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G. B., y Worm, B. (2011). How many species are there on earth and in the ocean? *PLoS Biology*, 9(8), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>
- Moss, A., Jensen, E., y Gusset, M. (2015). Evaluating the contribution of zoos and aquariums to Aichi Biodiversity Target 1. *Conservation Biology*, 29(2), 537–544. <https://doi.org/10.1111/cobi.12383>
- Moss, A., Jensen, E., y Gusset, M. (2016). Probing the Link between Biodiversity-Related Knowledge and Self-Reported Proconservation Behavior in a Global Survey of Zoo Visitors. *Conservation Letters*, 10(1), 33–40. <https://doi.org/10.1111/conl.12233>
- Muñoz van Eynde, A. (2014). *La salud del medio ambiente. Diagnóstico y tratamiento*. Los Libros de la Catarata. <https://www.oei.es/historico/salactsi/catarata1.php>
- Muñoz van Eynde, A., Laspra, B., y García, I. (2017). Exploring the Image of Science: Neural Nets and the PIKA Model. *Advances in Research*, 9(5), 1–19. <https://doi.org/10.9734/air/2017/33321>
- Myers, N. (1988). Threatened biotas: “Hot spots” in tropical forests. *Environmentalist*, 8(3), 187–208. <https://doi.org/10.1007/BF02240252>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.

- Naeem, S., Chapin, F. S., Constanza, R., Ehrlich, P. R., Golley, F. B., Hooper, D. U., Lawton, J. H., O'Neill, R. v, Mooney, H. A., Sala, O. E., Symstad, A. J., y Tilman, D. (1999). Biodiversity and ecosystem functioning: maintaining natural life support processes. *Issues in Ecology*, 4, 1–13. [https://doi.org/10.1890/0012-9623\(2005\)86\[249b:IE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9623(2005)86[249b:IE]2.0.CO;2)
- Naeem, S., Chazdon, R., Duffy, J. E., Prager, C., y Worm, B. (2016a). Biodiversity and human well-being: An essential link for sustainable development. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1844). <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.2091>
- Naeem, S., Duffy, J. E., y Zavaleta, E. (2012). The functions of biological diversity in an age of extinction. *Science*, 336(6087), 1401–1406. <https://doi.org/10.1126/science.1215855>
- Naeem, S., Prager, C., Weeks, B., Varga, A., Flynn, D. F. B., Griffin, K., Muscarella, R., Palmer, M., Wood, S., y Schuster, W. (2016b). Biodiversity as a multidimensional construct: a review, framework and case study of herbivory's impact on plant biodiversity. *Proceedings Royal Society B*, 283(20153005). <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.4269899.v1> b
- Nates, J., Campos, C., y Lindemann-Matthies, P. (2010). Students' perception of plant and animal species: A case study from rural Argentina. *Applied Environmental Education and Communication*, 9(2), 131–141. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2010.482495>
- Nisbet, E. K., y Zelenski, J. M. (2013). The NR-6: A new brief measure of nature relatedness. *Frontiers in Psychology*, 4(NOV), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00813>
- Nyberg, E., y Sanders, D. (2014). Drawing attention to the green side of life. *Journal of Biological Education*, 48(3), 142–153. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.849282>
- Observatorio de la Sostenibilidad en España. (2011). *Biodiversidad en España. Base de la sostenibilidad ante el cambio global*. OSE/MARM/Fundación Biodiversidad/Fundación General de la Universidad de Alcalá.
- Olmo-Vidal, J. M. (2002). *Atlas dels Ortòpters de Catalunya*. Generalitat de Catalunya. Departament de Mediambient.
- Olmo-Vidal, J. M. (2021). *Pycnogaster ribesiglesiasii*, a new species of Ehippigerini (Orthoptera: Tettigoniidae: Bradyporinae) from Catalonia (northeast of the Iberian Peninsula). *Zootaxa*, 4963(1), 173–180. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4963.1.9>
- Oppenheim, A. N. (1992). *Questionnaire Design, Interviewing and Attitude Measurement* (Continuum, Ed.; New Editio). Continuum.
- O'Rourke, D., y Lollo, N. (2015). Transforming Consumption: From Decoupling, to Behavior Change, to System Changes for Sustainable Consumption. *Annual Review of Environment and Resources*, 40, 233–259. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021224>
- Östrom, E. (1990). *Governing The Commons The Evolution Of Institutions For Collective Action*. Cambridge University Press.
- Otero, I., Farrell, K. N., Pueyo, S., Kallis, G., Kehoe, L., Haberl, H., Plutzer, C., Hobson, P., García-Márquez, J., Rodríguez-Labajos, B., Martín, J. L., Erb, K. H., Schindler, S., Nielsen, J., Skorin, T., Settele, J., Essl, F., Gómez-Baggethun, E., Brotons, L., Rabitsch, W., Schneider, F., Pe'er,

- G. (2020). Biodiversity policy beyond economic growth. *Conservation Letters*, 13(4), e12713. 1–18. <https://doi.org/10.1111/conl.12713>
- Palmberg, I., Kärkkäinen, S., Jeronen, E., Yli-Panula, E., y Persson, C. (2019). Nordic student teachers' views on the most efficient teaching and learning methods for species and species identification. *Sustainability (Switzerland)*, 11(19), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su11195231>
- Parrique, T., Barth, J., Briens, F., Kerschner, C., Kraus-Polk, A., Kuokkanen, A., y Spangenberg, J. H. (2019). Decoupling debunked: Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability. *European Environmental Bureau, July*, 80. <https://eeb.org/decoupling-debunked1/>
- Patrick, P., y Tunnicliffe, S. D. (2011). What Plants and Animals Do Early Childhood and Primary Students' Name? Where Do They See Them? *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 630–642. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9290-7>
- Pilgrim, S., Cullen, L., Smith, D., y Pretty, J. (2008). Ecological Literacy is Lost in Wealthier Communities and Countries. *Education*, 42(4), 1–22.
- Pilgrim, S., Smith, D., y Pretty, J. (2007). A cross-regional assessment of the factors affecting ecoliteracy: Implications for policy and practice. *Ecological Applications*, 17(6), 1742–1751. <https://doi.org/10.1890/06-1358.1>
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M., y Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344(6187), 1246752. <https://doi.org/10.1126/science.1246752>
- Pimm, S. L., Russell, G. J., Gittleman, J. L., y Brooks, T. M. (1995). The Future of Biodiversity. *Science*, 269(5222), 347–350. <https://doi.org/10.1126/science.269.5222.347>
- Pina, S., Vasconcelos, S., Reino, L., Santana, J., Beja, P., Sánchez-Oliver, J. S., Catry, I., Moreira, F., y Ferreira, S. (2017). The orthoptera of castro verde special protection area (Southern portugal): New data and conservation value. *ZooKeys*, 2017(691), 19–48. <https://doi.org/10.3897/zookeys.691.14842>
- Piña-Aguilar, R. E., Lopez-Saucedo, J., Sheffield, R., Ruiz-Galaz, L. I., de J. Barroso-Padilla, J., y Gutiérrez-Gutiérrez, A. (2009). Revival of extinct species using nuclear transfer: Hope for the mammoth, true for the pyrenean ibex, but is it time for “conservation cloning”? *Cloning and Stem Cells*, 11(3), 341–346. <https://doi.org/10.1089/clo.2009.0026>
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., y Boyle, R. A. (1993). Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change. In *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199. <https://doi.org/10.3102/00346543063002167>
- Pratkanis, Anthony R., Breckler, Steven J. and Greenwald, A. G. (Eds). (1989). *Attitude Structure and Function*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Prokop, P., Kubiátko, M., y Fančovičová, J. (2008a). Slovakian pupils' knowledge of, and attitudes toward, birds. *Anthrozoos*, 21(3), 221–235. <https://doi.org/10.2752/175303708X332035>

- Prokop, P., Prokop, M., y Tunnicliffe, S. D. (2008b). Effects of keeping animals as pets on children's concepts of vertebrates and invertebrates. *International Journal of Science Education*, 30(4), 431–449. <https://doi.org/10.1080/09500690701206686>
- Prokop, P., y Rodák, R. (2009). Ability of Slovakian Pupils to Identify Birds. *Eurasia Journal of Mathematics, Science y Technology Education*, 5(2), 127–133.
- Prokop, P., Usak, M., Erdogan, M., Fancovicova, J., y Bahar, M. (2011). Slovakian and Turkish Students' Fear, Disgust and Perceived. *Hacettepe Üniversitesi Journal of Education*, 40, 344–352.
- Pyle, R. M. (1993). The thunder tree: lessons from an urban wildland. In *Choice Reviews Online*. Oregon State University Press. <https://doi.org/10.5860/choice.31-0799>
- Pyle, R. M. (2003). Nature matrix: Reconnecting people and nature. *Oryx*, 37(2), 206–214. <https://doi.org/10.1017/S0030605303000383>
- Quinlan, M. (2005). Considerations for Collecting Freelists in the Field: Examples from Ethobotany. *Field Methods*, 17(3), 219–234. <https://doi.org/10.1177/1525822X05277460>
- Randler, C. (2008). Teaching species identification - A prerequisite for learning biodiversity and understanding ecology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(3), 223–231. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75344>
- Randler, C. (2009). Association Between Emotional Variables and School Achievement. *International Journal of Instruction*, 2(2), 3–10.
- Randler, C. (2010). Animal related activities as determinants of species knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(4), 237–243. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75244>
- Randler, C., y Bogner, F. X. (2006). Cognitive achievements in identification skills. *Journal of Biological Education*, 40(4), 161–165. <https://doi.org/10.1080/00219266.2006.9656038>
- Randler, C., Hummel, E., y Prokop, P. (2012). Practical work at school reduces disgust and fear of unpopular animals. *Society and Animals*, 20(1), 61–74. <https://doi.org/10.1163/156853012X614369>
- Randler, C., Ilg, A., Kern, J., y Journals, P. E. (2005). Cognitive and Emotional Evaluation of an Amphibian Conservation Program for Elementary School Students. *The Journal of Environmental Education*, 37(1), 43–53.
- Randler, C., Wagner, A., Rögele, A., Hummel, E., y Tomažič, I. (2020). Attitudes toward and knowledge about wolves in sw german secondary school pupils from within and outside an area occupied by wolves (*Canis lupus*). *Animals*, 10(4), 607. <https://doi.org/10.3390/ani10040607>
- Randler, C., y Zehender, I. (2006). Effectiveness of reptile species identification - A comparison of a dichotomous key with an identification book. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(3), 55–65. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75464>

- Raven, P. H., Berlin, B., y Breedlove, D. E. (1971). The origins of taxonomy. *Science*, 174(4015), 1210–1213. <https://doi.org/10.1126/science.174.4015.1210>
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 5, de 5 de enero de 2007, 677 a 773.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. *Boletín Oficial del Estado*, 266, de 6 de noviembre de 2007, 45381 a 45477.
- Real Decreto 1591/2010, de 26 de noviembre, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Ocupaciones 2011. *Boletín Oficial del Estado*, 306, de 17 de diciembre de 2010. Sec. I. pág. 104040.
- Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017. *Boletín Oficial del Estado* 236 de 30 de septiembre de 2011. Texto consolidado.
- Real Decreto 1105/2014, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3, de 3 de enero de 2015, 169 a 546.
- Redford, K. H., Adams, W., y Mace, G. M. (2013). Synthetic Biology and Conservation of Nature: Wicked Problems and Wicked Solutions. *PLoS Biology*, 11(4), 2–5. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001530>
- Régnier, C., Achaz, G., Lambert, A., Cowie, R. H., Bouchet, P., y Fontaine, B. (2015). Mass extinction in poorly known taxa. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(25), 7761–7766. <https://doi.org/10.1073/pnas.1502350112>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schnellhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., y Foley, J. A. (2009) A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472–475, <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Rosa, C. D., y Collado, S. (2019). Experiences in nature and environmental attitudes and behaviors: Setting the ground for future research. *Frontiers in Psychology*, 10, 763. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00763>
- Rosa, C. D., Collado, S., Profice, C. C., y Larson, L. R. (2019). Nature-based recreation associated with connectedness to nature and leisure satisfaction among students in Brazil. *Leisure Studies*, 38(5), 682-691. <https://doi.org/10.1080/02614367.2019.1620842>
- Røskaft, E., Bjerke, T., Kaltenborn, B., Linnell, J. D. C., y Andersen, R. (2003). Patterns of self-reported fear towards large carnivores among the Norwegian public. *Evolution and Human Behavior*, 24(3), 184–198. [https://doi.org/10.1016/S1090-5138\(03\)00011-4](https://doi.org/10.1016/S1090-5138(03)00011-4)

- Samaniego, F. M. (1841). La cigarra y la hormiga. En *Fabulas* (pp. 12–13). Librería de la Sra. Viuda de Calleja e hijos.
- Samway, M., Barton, P.S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., Fukushima, C. S., Gaigher, R., Habel, J. C., Hallmann, C. A., Hill, M. J., Hochkirch, A., Kailal, L., Kwak, M. L., Maes, D., Mammola, S., Noriega, J. A., Orfinger, A. B., Pedraza, F., Pryke, J.S., Roque, F. O., Settele, J., Simaika, J. P. , Stork, N. E., Suhling, F., Vorster, C., y Cardoso, P. (2020). Solutions for humanity on how to conserve insects. *Biological Conservation*, 242, 10827 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108427>
- Sánchez-Bayo, F., y Wyckhuys, K. A. G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Sandifer, P. A., Sutton-Grier, A. E., y Ward, B. P. (2015). Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services*, 12, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.12.007>
- Sardet, E., Roesti, C., y Braud, Y. (2015). *Cahier d'identification des Orthopteres de France, Belgique, Luxembourg and Suisse*. Delachaux et Niestlé.
- SAS Institute Inc. (n.d.). *Introduction to Statistical Modeling with SAS/STAT Software*. https://documentation.sas.com/doc/en/statug/15.2/statug_intromod_toc.htm
- Schacter, D. L., Gibert, D. T., y Wegner, D. M. (2011). *Psychology*. Worth Publishers.
- Schmidt, G. H., Martinho, A. P., y Paiva, M. R. (2009). the Saltopteran Fauna of Portugal: New Records and Biogeographical Aspects (Orthopteroidea). *Fragmenta Entomologica*, 41(1), 15. <https://doi.org/10.4081/fe.2009.81>
- Schreier, M. (2012). *Qualitative Content Analysis in Practice*. SAGE Publications Ltd.
- Schultz, P. W. (2001). The structure of environmental concern: Concern for self, other people, and the biosphere. *Journal of Environmental Psychology*, 21(4), 327–339. <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0227>
- Schultz, P. W. (2011). Conservation Means Behavior. *Conservation Biology*, 25(6), 1080–1083. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01766.x>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica* (Vol. 3). <https://doi.org/10.1111/j.1752-1734.2009.01350.x>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2012). *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi*. 1(514), 1–2. <https://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-ES.pdf>
- Secretariat to the Convention on Biological Diversity. (2010). *Guide to the Global Taxonomy Initiative*. Convention on Biological Diversity Technical Series, 30, viii + 195. <https://www.cbd.int/doc/programmes/cro-cut/gti/gti-guide-en.pdf>

- Serjeantson, D. (2001). The great auk and the gannet: A prehistoric perspective on the extinction of the great auk. *International Journal of Osteoarchaeology*, 11(1), 43–55. <https://doi.org/10.1002/oa.545>
- Shwartz, A., Cosquer, A., Jaillon, A., Piron, A., Julliard, R., Raymond, R., Simon, L., y Prévot-Julliard, A. C. (2012). Urban biodiversity, city-dwellers and conservation: How does an outdoor activity day affect the human-nature relationship? *PLoS ONE*, 7(6), e38642. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038642>
- Singh, J. S. (2002). The biodiversity crisis: A multifaceted review. *Current Science*, 82(6), 638–647.
- Soga, M., y Gaston, K. J. (2016). Extinction of experience: The loss of human-nature interactions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(2), 94–101. <https://doi.org/10.1002/fee.1225>
- Soga, M., Gaston, K. J., Koyanagi, T. F., Kurisu, K., y Hanaki, K. (2016). Urban residents' perceptions of neighbourhood nature: Does the extinction of experience matter? *Biological Conservation*, 203, 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.09.020>
- Song, H. A. C., Cigliano, M. M., Desutter-, L., Heads, S. W., Huang, Y., Otte, D., y Whiting, M. F. (2015). Cladistics 300 million years of diversification: elucidating the patterns of orthopteran evolution based on comprehensive taxon and gene sampling. *Cladistics*, (31), 621–651.
- Stork, N. E. (2018). How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? *Annual Review of Entomology*, 63(1), 31-45. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043348>
- Stork, N. E., McBroom, J., Gely, C., y Hamilton, A. J. (2015). New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24), 7519–7523. <https://doi.org/10.1073/pnas.1502408112>
- Tarkus, A., Maxl, E., y Kittl, C. (2010). User needs for interactive identification tools to organisms employed in the EU-Project KeyToNature. En Edizioni Università di Trieste (Ed.), *Tools for Identifying Biodiversity: Progress and Problems. Proceedings of the International Congress*. (pp. 361-365) <https://www.openstarts.units.it/handle/10077/3807>
- Thompson, T. L., y Mintzes, J. J. (2002). Cognitive structure and the affective domain: On knowing and feeling in biology. *International Journal of Science Education*, 24(6), 645–660. <https://doi.org/10.1080/09500690110110115>
- Tilling, S. (1984). Keys to biological identification: Their role and construction. *Journal of Biological Education*, 18(4), 293–304. <https://doi.org/10.1080/00219266.1984.9654660>
- Tilman, D., Isbell, F., y Cowles, J. M. (2014). Biodiversity and Ecosystem Functioning. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 471–493.
- Torkar, G. (2016). Secondary school students' environmental concerns and attitudes toward forest ecosystem services: Implications for biodiversity education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(18), 11019–11031.

- Torralba-Burrial, A. (2018). Desarrollo de una Colección Virtual de Fauna Asturiana: una herramienta innovadora en la Didáctica de la Zoología. En Fueyo, M. A. (coord.) *XI Jornadas de Innovación Docente 2018, Libro de Actas* (pp. 90-102). Centro de Innovación docente, Universidad de Oviedo.
- Tribot, A. S., Mouquet, N., Villéger, S., Raymond, M., Hoff, F., Boissery, P., Holon, F., y Deter, J. (2016). Taxonomic and functional diversity increase the aesthetic value of coralligenous reefs. *Scientific Reports*, 6, 34229. 1–12. <https://doi.org/10.1038/srep34229>
- Trombulak, S. C., Omland, K. S., Robinson, J. A., Lusk, J. J., Fleischner, T. L., Brown, G., y Domroese, M. E. G. (2004). Principles of Conservation Biology: Recommended Guidelines for Conservation Literacy from the Education Committee of the Society for Conservation Biology. *Conservation Biology*, 18(5), 1180–1190.
- Ulicsni, V., Svanberg, I., y Molnár, Z. (2016). Folk knowledge of invertebrates in Central Europe - folk taxonomy, nomenclature, medicinal and other uses, folklore, and nature conservation. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(1), 1–40. <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0118-7>
- UNEP. (2002). *Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en su sexto periodo de sesiones*. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-06/full/cop-06-dec-es.pdf>
- UNEP. (2011). *Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel*. International Resource Panel. [Decoupling: natural resource use and environmental impacts from economic growth | UNEP - UN Environment Programme](https://www.unep.org/decoupling)
- UNESCO. (2014). *Aprender sobre biodiversidad aplicando múltiples perspectivas. Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014)*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231155_spa
- United Nations. (1973). *Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 5-16 June 1972*. <https://digitallibrary.un.org/record/523249>
- Uzzell, D. L. (2000). The psycho-spatial dimension of global environmental problems. *Journal of Environmental Psychology*, 20(4), 307–318. <https://doi.org/10.1006/jevp.2000.0175>
- van Weelie, D., y Boersma, K. (2018). Recontextualising biodiversity in school practice. *Journal of Biological Education*, 52(3), 262–270. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1338596>
- van Weelie, D., y Wals, A. E. J. (2002). Making biodiversity meaningful through environmental education. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1143–1156. <https://doi.org/10.1080/09500690210134839>
- Wandersee, J. h., y Schussler, E. (2001). Toward a Theory of Plant Blindness. *Plant Science Bulletin*, 47(1), 2–9.
- Ward, J. D., Sutton, P. C., Werner, A. D., Costanza, R., Mohr, S. H., y Simmons, C. T. (2016). Is decoupling GDP growth from environmental impact possible? *PLoS ONE*, 11(10), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164733>

- Wardhaugh, C. W., Stork, N. E., Edwards, W., y Grimbacher, P. S. (2012). The Overlooked Biodiversity of Flower-Visiting Invertebrates. *PLoS ONE*, 7(9), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045796>
- Weller, S. C., Vickers, B., Russell Bernard, H., Blackburn, A. M., Borgatti, S., Gravlee, C. C., y Johnson, J. C. (2018). Open-ended interview questions and saturation. *PLoS ONE*, 13(6), e0198606. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198606>
- White, R. L., Eberstein, K., y Scott, D. M. (2018). Birds in the playground: Evaluating the effectiveness of an urban environmental education project in enhancing school children’s awareness, knowledge and attitudes towards local wildlife. *PLoS ONE*, 13(3), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193993>
- Wilson, E. O. (1984). *Bioophilia*. Harvard University Press.
- Wilson, E. O. (2003). The encyclopedia of life. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(2), 77–80. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)00040-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)00040-X)
- Wilson, E. O. (Eds.). (1988). *Biodiversity*. The National Academies Press.
- Winter, G. (2006). *Multilevel governance of global environmental change: Perspectives from science, sociology and the law*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511720888>
- Wolla, S. A., y Sullivan, J. (2017). Education, Income, and Wealth. *Choice Reviews Online*, 51(02), 51-1007-51–1007.
- Zhang, W., Goodale, E., y Chen, J. (2014). How contact with nature affects children’s biophilia, biophobia and conservation attitude in China. *Biological Conservation*, 177, 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.06.011>
- Zimmerman, H. T., McClain, L. R., y Crowl, M. (2013). Understanding How Families Use Magnifiers During Nature Center Walks. *Research in Science Education*, 43(5), 1917–1938. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9334-x>
- Zimmerman, H. T., Reeve, S., y Bell, P. (2010). Family sense-making practices in science center conversations. *Science Education*, 94(3), 478–505. <https://doi.org/10.1002/sc.20374>

Anexo I - Lista de especies de saltamontes y grillos seleccionadas

Especies seleccionadas para integrar la versión inicial de la herramienta de identificación Orthopter-On. Las especies señaladas con * corresponden a especies endémicas de la Península Ibérica.

Grupo	Nombre científico	Nombre común
Suborden Ensifera		
Grillos	<i>Gryllotalpa vinea</i>	Grillo-topo o alacrán cebollero
	<i>Gryllus campestris</i>	Grillo de campo
	<i>Nemobius sylvestris</i>	Grillo de bosque
	<i>Oecanthus pellucens</i>	Grillo italiano
Grillos de silla	<i>Ephippigerida diluta*</i>	"Chicharra" común
	<i>Lluciapomaresis asturiensis*</i>	"Chicharra" gorda de cruz
	<i>Neocallicrania miegi*</i>	"Chicharra" de cabeza bonita
	<i>Steropleurus pseudolus*</i>	"Chicharra" pata larga
Grillos de matorral	<i>Antaxius spinibrachius*</i>	Antáxius
	<i>Decorana decorata</i>	Decorana
	<i>Decticus albifrons</i>	Grillo de matorral de cara blanca
	<i>Platycleis albopunctata</i>	Grillo de matorral
	<i>Tessellana tessellate</i>	Saltarela punteada
	<i>Tettigonia viridissia</i>	Gran saltón verde
Faneropteras	<i>Odontura macphersoni*</i>	Odontura de Macpherson
	<i>Phaneroptera nana</i>	Faneróptera
Suborden Caelifera		
Saltamontes cantores	<i>Arcyptera tornosi*</i>	Saltamontes cantor de Tornos
	<i>Chorthippus apicalis</i>	Saltamontes cantor esfumado
	<i>Chorthippus binotatus</i>	Saltamontes cantor de las giestas
	<i>Chorthippus jacobsi*</i>	Saltamontes cantor de Jacobs
	<i>Chorthippus jucundus</i>	Saltamontes cantor del juncal
	<i>Chorthippus parallelus</i>	Saltamontes cantor de los prados
	<i>Dociostaurus jagoi</i>	Saltamontes cantor de la cruz
	<i>Omocestus panteli*</i>	Saltamontes cantor de Pantel
	<i>Omocestus rufipes</i>	Saltamontes cantor de los bosques
	<i>Ramburiella hispanica</i>	Saltamontes cantor español
	Saltamontes de alas coloreadas	<i>Acrotylus patruelis</i>
<i>Aiolopus puissantii</i>		Saltamontes otoñal mediterráneo
<i>Aiolopus strepens</i>		Saltamontes outoñal
<i>Locusta migratoria</i>		Langosta migradora o migratória
<i>Oedipoda caerulescens</i>		Saltamontes de alas azules
<i>Sphingonotus lluciapomaresi*</i>		Oedipoda de Llucià-Pomares
Saltamontes-de-patata	<i>Anacridium aegyptium</i>	Saltamontes de Egipto
	<i>Calliptamus barbarus</i>	Saltamontes bárbaro
	<i>Pezotettix giornae</i>	Saltamontes tripudo

Anexo II – Publicación “New records of *Petaloptila (Petaloptila) fermini* Gorochov y *Llorente, 2001* and *Gryllomorpha (Gryllomorphella) uclensis* Pantel, 1890 from continental Portugal (Orthoptera, Gryllidae)”

New records of *Petaloptila (Petaloptila) fermini* Gorochov & Llorente, 2001 and *Gryllomorpha (Gryllomorphella) uclensis* Pantel, 1890 for continental Portugal (Orthoptera, Gryllidae)

Eva Monteiro¹, Francisco Barros², Ana Margarida Augusto³,
Amália Espiridião de Oliveira⁴, Maria Otilia Miralto⁵ & Sónia Ferreira⁶

¹ Museu Nacional de História Natural e da Ciência, Rua da Escola Politécnica nº 58, 1250-102 Lisboa, Portugal. emonteiro@museus.ulisboa.pt

² Rua da Eira 3, S. Salvador 2550-251 Cercal Cadaval, Portugal. francbarros@gmail.com

³ Av. Bombeiros Voluntários, nº75-8ºesq. 1495-027Algés, Portugal. ampaugusto@gmail.com

⁴ CIBIO-UE- Research Centre in Biodiversity and Genetic Resources. Pole of Évora / InBIO – Research Network in Biodiversity and Evolutionary Biology, University of Évora, Mitra, 7002-554 – Évora, Portugal. amalia.oliveira@gmail.com

⁵ Departamento Biologia, Universidade de Évora, 7002-554 Évora e CIBIO-UEvora Portugal. mos@uevora.pt

⁶ CIBIO/InBio - Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos da Universidade do Porto, Vairão, 4485–661 Vairão, Portugal. hiporame@gmail.com

Abstract: The distribution range of the species *Petaloptila (Petaloptila) fermini* Gorochov & Llorente 2001 and *Gryllomorpha (Gryllomorphella) uclensis* Pantel, 1890 (Orthoptera, Gryllidae) in continental Portugal is extended. *Petaloptila (P.) fermini* extends its known distribution to the west to the Candeeiros Mountain range. *Gryllomorpha (G.) uclensis* extends its range in two municipalities in Trás-os-Montes and towards west and south to Estremadura, Alentejo and Algarve.

Keywords: Orthoptera, *Gryllomorpha (G.) uclensis*, *Petaloptila (P.) fermini*, new records, distribution, continental Portugal.

Nuevo registro de *Petaloptila (Petaloptila) fermini* Gorochov & Llorente, 2001 y *Gryllomorpha (Gryllomorphella) uclensis* Pantel, 1890 para Portugal continental (Orthoptera, Gryllidae)

Resumen: Se amplía el rango de distribución conocida de las especies *Petaloptila (Petaloptila) fermini* Gorochov & Llorente 2001 y *Gryllomorpha (Gryllomorphella) uclensis* Pantel, 1890 (Orthoptera, Gryllidae) en Portugal continental. *Petaloptila (P.) fermini* la amplia hacia el oeste en la Sierra de Candeeiros. *Gryllomorpha (G.) uclensis* aumenta su área de distribución conocida a dos municipios en Trás-os-Montes y hacia el oeste y el sur para Estremadura, Alentejo y Algarve.

Palabras clave: Orthoptera, *Gryllomorpha (G.) uclensis*, *Petaloptila (P.) fermini*, nuevos registros, distribución, Portugal continental.

Petaloptila (Petaloptila) fermini Gorochov & Llorente 2001 was described from one male from “Casar de Palomera” and two females from “Las Hurdes” and “Jarandilla”, all sites from the province of Cáceres, Spain (Gorochov & Llorente, 2001). The species was recorded for the first time in Portugal in 2008 by Ferreira & Grosso-Silva (2008a). Field work conducted between 1999 and 2005 provided several new sites for the species on the Serra da Estrela Natural Park, where the species was collected between 550 and 1450 metres above sea level, in a variety of habitats which included open areas, mixed forests with predominance of oak and pine forest (Ferreira & Grosso-Silva, 2008a). Additionally, the identity of specimens previously identified as *P. (P.) aliena* by Aires & Menano (1915) from “Mata do Fundão” and “Sobreiral” was attributed to *P. (P.) fermini* (Ferreira & Grosso-Silva, 2008a). More recently the species has been recorded in Spain from 18 1 km² squares in the Monfragüe National Park and peripheral protection zone – Cáceres (Luciá-Pomares & Fernández-Ortín 2011).

The presence of *Gryllomorpha (G.) uclensis* Pantel, 1890 in Portugal was referred by Kirby (1906) and Chopard (1943) but lacked confirmation due to the absence of voucher specimens and precise localities (Fernandes, 1960; Gorochov & Llorente, 2001). In 2008, it was recorded for the first time in two localities of Vila Flor municipality (Trás-os-Montes): “Abreiro” and “Vilarinho das Azenhas”, representing an extension of its previously known range towards the north-west of Iberia (Ferreira & Grosso-Silva, 2008b; Gorochov & Llorente, 2001).

This paper presents new records of both species, *P. (P.) fermini* and *G. (G.) uclensis*, in continental Portugal. The material was collected using pitfall traps in Douro Internacional Natural Park (Trás-os-Montes), in Moura municipality (Alentejo) and in Monchique (Algarve). In Serra de Aire e Candeeiros Natural Park the material was collected by direct search.

Petaloptila (P.) fermini was recorded from one new site at Serra de Aires e Candeeiros Natural Park: **Porto de Mós (District of Leiria)**: Barroca (29SND1681 - 240m) 16-03-2014 (2 ♀♀) (ORTON col.) (2♂♂, 1 ♀) (S. Ferreira col.) (Figure 1).

Gryllomorpha (G.) uclensis was recorded in eight new localities, three in Douro Internacional Natural Park: **Miranda do Douro (District of Bragança)**: Fonte da Aldeia (29TQF1789 - 700m), 2001 (1 ♂) (S. Ferreira col.), Vila Chã de Braciosa (29TQF2188 - 710m), 05-09-2001 (1 ♂) (S. Ferreira col.), **Freixo de Espada à Cinta (District of Bragança)**: Mazouco (29TPF8559 - 730m), 05-09-2001 (1 ♂), 19-09-2001 (1 ♂), 30-10-2001 (1 ♀) (S. Ferreira col.). It was also recorded on three localities of Serra de Aire e Candeeiros Natural Park: **Porto de Mós (District of Leiria)**: Mendiga (29DND1473 - 472m), 26-10-2013 (1 ♂) (Barros col.), Monsanto (29SND2168 - 157m), 26-11-2010 (1 ♀) (Barros col.), São Bento (29SND1974 - 545m) 26-10-2013 (1 ♂) (Barros col.) and on two localities in the south of the country: **Moura (District of Beja)**: Pomares de Baixo (29SPC3919 - 185m) 12-09-2007 (1 ♂), 15-10-2007 (3 ♂♂) (Moura col.) **Monchique (District of Faro)**: (29SNB3530 - 780m) Fóia 16-09-2007 (1 ♂, 3 ♀♀) (CIBIO-UP col.) (Figure 1).

The present work extends the distribution range of both species to the south-western part of Portugal. *Petaloptila (P.) fermini*, previously only known in Portugal from Estrela and Gardunha Mountain ranges, extends its distribution to the west to the Candeeiros Mountain range, where it was found in open limestone areas at 240 m above the sea level. This range extension indicates that the species is probably more widely distributed along the Iberian Central System.

Gryllomorpha (G.) uclensis was only previously known in Portugal from one municipality in Trás-os-Montes (Ferreira & Grosso-Silva, 2008b). In this work its range is expanded in two other municipalities in Trás-os-Montes and towards west and south to Estremadura, Alentejo and Algarve. Given the new records and its wide distribution in Spain, this species is probably widespread in Portugal, but more studies are required to understand its real distribution in the country.

Acknowledgements. We are grateful to Ana Rainho, for the assistance and data collection in field work.



Fig. 1. Known distribution of *Petaloptila (Petaloptila) fermini* Gorochov & Llorente 2001 and *Gryllomorpha (Gryllomorphella) uclensis* Pantel, 1890 in continental Portugal. Empty symbols represent bibliographic records, black symbols represent new records. // Distribución conocida de *Petaloptila (Petaloptila) fermini* Gorochov & Llorente 2001 y *Gryllomorpha (Gryllomorphella) uclensis* Pantel, 1890 en Portugal continental. Los símbolos vacíos representan registros bibliográficos y los símbolos negros representan nuevos registros.

References AIRES, B. & H. MENANO 1915. Catálogo sinóptico dos ortópteros de Portugal existentes no Museu Zoológico da Universidade de Coimbra. *Rev. Univ. Coimbra*, **4**(2): 451-476. • CHOPARD, L. 1943. *Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord. Faune de l'Empire Français*. Librairie Larose, 447 pp. • FERNANDES, J. A. 1960. Ortópteros novos ou pouco conhecidos da entomofauna lusitânica. *Rev. Port. Zool. Biol. Geral*, **2**: 205-218. • FERREIRA, S. & J. GROSSO-SILVA 2008a. *Petaloptila (Petaloptila) fermini* Gorochov & Llorente, 2001, new species to Portugal (Orthoptera, Gryllidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, **43**: 389-390 (*). • FERREIRA, S. & J. GROSSO-SILVA 2008b Confirmation of the occurrence of *Gryllomorpha uclensis* Pantel, 1890, in Portugal (Orthoptera, Gryllidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, **42**: 384 (*). • GOROCHOV, A. V. & V. LLORENTE 2001. Estudio taxonómico preliminar de los Grylloidea de España (Insecta, Orthoptera). *Graellsia*, **57**(2): 95-139. • KIRBY, W. F. 1906. *A Synonymic Catalogue of Orthoptera*. Vol. II. Orthoptera Saltatoria. Part I. (Achetidae et Phasgonuridae.). British Museum, London (Facsimile published by Elibron Classics, 2005). 562 pp. • LLUCIA-POMARES D. & D. FERNÁNDEZ-ORTÍN 2011. Nuevos datos sobre la Ortopterofauna del Parque Nacional de Monfragüe y zona periférica de protección (Cáceres, España) *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, **48**: 267-286 (*).

(*) Available/disponible: www.sea-entomologia.org.

Anexo III - Ficha de la actividad Orthopter-On

Proyecto de investigación *“Identificación de organismos en la alfabetización para biodiversidad en Escuela: caso de estudio con grillos y saltamontes en institutos de enseñanza secundaria de España”*

Código _____ Instituto _____ Curso _____ Fecha _____
--

Nº	Indica en cada columna el nombre de cada grupo hasta llegar a la especie y las respectivas características					Especie
ORT						Nombre común
						Nombre científico
ORT						
ORT						

Nº	Indica en cada columna el nombre de cada grupo hasta llegar a la especie					Especie
ORT						Nombre común
						Nombre científico
ORT						
ORT						
ORT						

¿Crees que has identificado correctamente la especie a que pertenece la muestra que elegiste? ¡Repite la experiencia con otro ejemplar las veces que quieras! Si te has equivocado, vuelve al punto donde crees que lo has hecho y, en la línea de abajo, vuelve a indicar el número de muestra y los pasos que has seguido desde ese punto hasta llegar al nombre de la especie.

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Anexo IV - Cuestionario pretest

PRETEST

Este cuestionario es parte del proyecto de investigación “*Identificación de organismos en la alfabetización para biodiversidad en Escuela: caso de estudio con grillos y saltamontes en institutos de enseñanza secundaria de España*” que tiene como objetivo principal saber si la identificación de organismos es útil en la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos relacionados con la biodiversidad.

Apenas tardarás de 10 a 15 minutos a contestar. Tus respuestas son anónimas y servirán para que podamos alcanzar nuestro objetivo.

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Código _____

(Por favor, indica las dos iniciales de tu primer apellido seguidas de cuatro cifras indicando tu día y mes de nacimiento y de las iniciales del primer apellido de tu madre)

Curso: 1º ESO / 1º BACH (Por favor, rodea tu curso)

Grupo: Orthopter-On / Convencional (Por favor, rodea la opción correcta)

Intituto _____ Edad: ____ Género: Chico Chica

1. Escribe el nombre de alguna(s) asociación(es) de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente que conozcas

Si no conoces ninguna marca aquí

2. ¿Cuál es tu grado de preocupación por la situación de la naturaleza y el medio ambiente?

Rodea con un círculo tu elección (de 1 a 5) en cada una de las líneas

	No estoy nada preocupado/a	Poco preocupado/a	Mediamente preocupado/a	Bastante preocupado/a	Muy preocupado/a
En general	1	2	3	4	5
En el caso de mi comunidad autónoma	1	2	3	4	5
En el caso de España	1	2	3	4	5

3. Dirías que la asignatura de Ciencias Naturales/Biología ...

Rodea con un círculo tu elección en cada una de las líneas

no me gusta nada 1 2 3 4 5 **me gusta muchísimo**
es una de las asignaturas que **más me cuesta** 1 2 3 4 5 es una de las asignaturas que **menos me cuesta**

4. Indica tu calificación en Ciencias Naturales/Biología en:

	Insuficiente	Aprobado	Notable	Sobresaliente	No lo recuerdo
el ultimo parcial	<input type="checkbox"/>				
el final del curso pasado	<input type="checkbox"/>				

5. Indica, por favor, en que trabaja tu padre_____ y tu madre_____

6. ¿Cuál es el nivel de estudios de...

	sin estudios	primarios	secundarios	bachillerato	formación profesional	universitarios	no lo sabes
tu madre?	<input type="checkbox"/>						
tu padre?	<input type="checkbox"/>						

7. ¿Con qué frecuencia practicas cada una de las siguientes actividades en la naturaleza?

	Nunca	Muy raramente / Casi nunca	Una vez al año, más o menos	Más de una vez al año y menos de una vez al mes	Una vez al mes, más o menos	Una vez a la semana o más	Más de una vez a la semana
Caminatas / Senderismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fotografía de la naturaleza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observación de fauna y/o flora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jardinería/ Agricultura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caza/Pesca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros (indica, abajo, cuáles y marca con qué frecuencia los practicas)							
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. ¿Qué significa para ti la BIODIVERSIDAD?

Puedes escribir un párrafo, frases o palabras sueltas

9. Valora la importancia que tiene para ti la BIODIVERSIDAD

Rodea con un círculo tu elección (de 1 a 5)

Nada importante	Poco importante	Medianamente importante	Bastante importante	Muy importante
1	2	3	4	5

10. ¿Podrías citar algunos de los beneficios de la BIODIVERSIDAD?

Si no se te ocurre ninguno, marca aquí

11. Por favor, valora la importancia que tiene para ti la **conservación** de la BIODIVERSIDAD

Rodea con un círculo tu elección (de 1 a 5)

Nada importante	Poco importante	Medianamente importante	Bastante importante	Muy importante
1	2	3	4	5

12. ¿Qué acción(es) crees que puedes hacer de tu parte para proteger la BIODIVERSIDAD?

Escríbelas y marca SI o NO según hayas hecho cada una de ellas recientemente

I.	SÍ la he hecho recientemente	NO la he hecho recientemente
II.	SÍ la he hecho recientemente	NO la he hecho recientemente

Si no se te ocurre ninguna, marca aquí

13. ¿Dónde aprendiste lo que sabes sobre la BIODIVERSIDAD?

Puedes elegir más de una opción

- En los medios de comunicación
- En museos o centros de ciencia
- En actividades en la naturaleza
- En la escuela
- Con amigos o familiares

Otros: (indica dónde)

14. Por favor, escribe el nombre de algunos animales y plantas de tu entorno

Animales	Plantas

15. Hoy, camino al colegio/instituto, ¿te has fijado en algún ser vivo?

Sí No

Si has respondido 'Sí', escribe cuál o cuáles

16. En tu opinión, ¿es importante saber identificar un ser vivo?

Rodea con un círculo tu elección (de 1 a 5)

Nada importante	Poco importante	Medianamente importante	Bastante importante	Muy importante
1	2	3	4	5

¿Por qué?

Si no se te ocurre ninguna razón, marca aquí

17. En tu opinión, identificar la diversidad animales y plantas es...

Rodea con un círculo tu elección (de 1 a 5)

Nada complicado	Poco complicado	Medianamente complicado	Bastante complicado	Muy complicado
1	2	3	4	5

18. ¿Has realizado alguna vez actividades de identificación de animales y plantas?

Sí No

En caso afirmativo, por favor señala con qué frecuencia las sueles realizar

Muy raramente / Casi nunca	Una vez al año, más o menos	Más de una vez al año y menos de una vez al mes	Una vez al mes, más o menos	Una vez a la semana o más	Más de una vez a la semana
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Indica el tipo de materiales que has utilizado

Puedes señalar más de uno

Guías de campo

Otros, cuales:

Claves de identificación

Ayuda de amigos

Internet

20. Si has contestado 'Sí' en la pregunta 18, por favor, explica brevemente en qué situación, dónde, o con quién las has realizado

¡Muchas gracias por tu participación!

Anexo V - Cuestionarios posttest Clase Orthopter-On y Convencional

POSTEST Clase Orthopter-On

Código _____

(Por favor, indica las dos iniciales de tu primer apellido seguidas de cuatro cifras indicando tu día y mes de nacimiento y de las iniciales del primer apellido de tu madre)

1. ¿Qué significa para ti la BIODIVERSIDAD?

Puedes escribir un párrafo, frases o palabras sueltas

2. Valora la importancia que tiene para ti la BIODIVERSIDAD:

Por favor, señala con una X tu elección

Nada importante 1 2 3 4 5 Muy importante

3. Puedes citar algunos de los beneficios de la BIODIVERSIDAD:

Si no se te ocurre ninguno, marca aquí

4. Valora la importancia que tiene para ti la **conservación** de la BIODIVERSIDAD:

Por favor, rodea con un círculo tu elección

Nada importante 1 2 3 4 5 Muy importante

5. ¿Qué acción(es) crees que puedes hacer tú de tu parte para proteger la BIODIVERSIDAD?

Escríbelas y marca SI o NO según hayas hecho cada una de ellas recientemente

I.	SÍ la he hecho recientemente	NO la he hecho recientemente
II.	SÍ la he hecho recientemente	NO la he hecho recientemente

Si no se te ocurre ninguna, marca aquí

6. ¿Hoy camino al colegio/instituto, te has fijado en algún ser vivo?

Sí No

Si has respondido "Sí", escribe cuál o cuáles

7. En tu opinión, ¿es importante saber identificar un ser vivo?

Nada importante 1 2 3 4 5 Muy importante

¿Por qué?

Si no te ocurre ninguna razón marca aquí

8. Después de haber hecho la actividad con el Orthopter-On te parece que identificar la diversidad de animales y plantas es...:

Por favor, señala con una X tu elección

Nada complicado 1 2 3 4 5 Muy complicado

9. Crees que si tuvieras los materiales adecuados podrías identificar la mayoría de los ser vivos que ocurren alrededor de tu instituto?

Por favor, señala con una X tu elección

Nada de acuerdo 1 2 3 4 5 Totalmente de acuerdo

10. Indica, por favor, el tipo de materiales que consideras adecuados

11. ¿Crees que la actividad con la clave de identificación te ha ayudado a conocer mejor a los organismos de tu entorno?

Nada de acuerdo 1 2 3 4 5 Totalmente de acuerdo

Por favor, explica por qué

12. ¿Te ha parecido fácil de utilizar la clave de identificación?

Sí No

Por favor, explica por qué

13. ¿Has necesitado la ayuda del profesor/a para entender alguna de las preguntas?

Sí No

14. En caso afirmativo, ¿podrías decirnos cuáles?

15. ¿Cuántas especies de saltamontes y grillos has podido identificar? _____

16. Cita alguna/algunas que te hayan llamado a la atención

17. Si te apetece, puedes dejar aquí algunas sugerencias para mejorar la clave de identificación de grillos y saltamontes

¡Muchas gracias por tu participación!

POSTEST Clase Convencional

Código _____

(Por favor, indica las dos iniciales de tu primer apellido seguidas de cuatro cifras indicando tu día y mes de nacimiento y de las iniciales del primer apellido de tu madre)

1. ¿Qué significa para ti la BIODIVERSIDAD?
Puedes escribir un párrafo, frases o palabras sueltas

2. Valora la importancia que tiene para ti la BIODIVERSIDAD:
Por favor, señala con una X tu elección

Nada importante 1 2 3 4 5 Muy importante

3. Puedes citar algunos de los beneficios de la BIODIVERSIDAD:

Si no se te ocurre ninguno, marca aquí

4. Valora la importancia que tiene para ti la **conservación** de la BIODIVERSIDAD:
Por favor, rodea con un círculo tu elección

Nada importante 1 2 3 4 5 Muy importante

5. ¿Qué acción(es) crees que puedes hacer tú de tu parte para proteger la BIODIVERSIDAD?
Escríbelas y marca SI o NO según hayas hecho cada una de ellas recientemente

I.	SÍ la he hecho recientemente	NO la he hecho recientemente
II.	SÍ la he hecho recientemente	NO la he hecho recientemente

Si no se te ocurre ninguna, marca aquí

6. ¿Hoy camino al colegio/instituto, te has fijado en algún ser vivo?

Sí No

Si has respondido "Sí", escribe cuál o cuáles

7. En tu opinión, ¿es importante saber identificar un ser vivo?

Nada importante 1 2 3 4 5 Muy importante

¿Por qué?

Si no te ocurre ninguna razón marca aquí

¡Muchas gracias por tu participación!

Anexo VI - Clasificación Nacional de Ocupaciones (2011)

Resumen de los niveles de competencia atribuidos a los padres y madres, de acuerdo con Real Decreto 1591/2010, de 26 de noviembre, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Ocupaciones

- **Nivel de competencias 1** - ocupaciones que exigen el desempeño de tareas físicas o manuales sencillas y rutinarias y en algunos casos el uso de herramientas manuales. En este nivel se incluyen tareas como la limpieza, la excavación, la elevación o el transporte manual de materiales; la selección, el almacenamiento o el ensamblaje manual de productos (a veces en el contexto de operaciones mecanizadas); el manejo de vehículos no motorizados, así como la recolección de frutas y hortalizas. Muchas ocupaciones pueden requerir fuerza y/o resistencia física. Para algunos empleos se pueden exigir conocimientos básicos de lectura y escritura y de aritmética elemental. Las ocupaciones de este nivel pueden exigir el ciclo completo de educación primaria o primer ciclo de la educación básica y en algunos casos puede ser necesario un corto período de formación en el lugar de trabajo (p. ej. limpiadores, peones de carga, peones de jardinería y ayudantes de cocina, entre otras).
- **Nivel de competencias 2** - ocupaciones que suelen exigir el desempeño de tareas tales como el manejo de maquinarias y de equipos electrónicos, la conducción de vehículos, el mantenimiento y la reparación de equipos eléctricos y mecánicos, así como la manipulación, ordenamiento y almacenamiento de información. Para su desempeño, casi siempre es fundamental saber leer información, tal como instrucciones de seguridad, redactar informes escritos sobre trabajos finalizados y realizar con exactitud cálculos aritméticos sencillos. Para muchas ocupaciones de este nivel se necesita un grado relativamente avanzado de instrucción y de aritmética, así como una buena comunicación personal. En muchas ocupaciones de este nivel se exige un alto nivel de destreza manual. Los conocimientos y las competencias necesarios para desempeñar eficazmente las ocupaciones de este nivel por lo general se obtienen tras haber completado el primer ciclo de la educación secundaria. En algunas ocupaciones se exige el segundo ciclo de la educación secundaria o estudios profesionales específicos completos después de finalizar todo el ciclo de educación secundaria. En algunos casos, la experiencia y la formación en el lugar de trabajo pueden reemplazar la enseñanza formal (p. ej. carniceros, conductores de autobuses, secretarios, empleados de contabilidad, operadores de máquinas de coser, modistos, asistentes de venta de tiendas y almacenes, policías, peluqueros, electricistas de la construcción y mecánicos de vehículos de motor, entre otras).
- **Nivel de competencias 3** – ocupaciones que exigen el desempeño de tareas técnicas y prácticas complejas que requieren un conjunto de conocimientos técnicos y prácticos concretos en un área especializada. Las ocupaciones de este nivel, por lo general, requieren un alto nivel de instrucción y de matemáticas, así como sólidas aptitudes de comunicación personal (p. ej. Gerentes de tiendas y almacenes, técnicos de laboratorios médicos, secretarios jurídicos, representantes comerciales, ayudantes de ambulancias, técnicos en sistemas de computadores y técnicos de radiodifusión y grabación, entre otras).
- **Nivel de competencias 4** – ocupaciones que exigen el desempeño de tareas que requieren la toma de decisiones y la solución de problemas complejos basándose en un amplio conocimiento teórico y práctico en un área determinada. Las tareas efectuadas por lo general incluyen el análisis y la investigación para desarrollar los conocimientos humanos en un determinado ámbito, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades, la transmisión de conocimientos a otras personas, el diseño de estructuras o maquinarias y de procesos de construcción y producción (p. ej. directores de ventas y comercialización, ingenieros, profesores de enseñanza secundaria, médicos, enfermeras de quirófano y analistas de sistemas, entre otras).

Anexo VII - Tablas anexas

Tabla anexa I – Alumnos y alumnas con progenitores con profesiones relacionadas con el medioambiente. Frecuencia de respuestas por profesión y curso.

	Curso			
	1º ESO		1º BACH	
	Padre	Madre	Padre	Madre
Jardinería	10	2	3	-
Biología	5	2	-	-
Agentes forestales	4	-	-	-
Actividades agropecuarias	2	-	1	-
Ministerio Medioambiente	-	1	-	-

Fuente: Prt-C5 - Cuestionario pretest (Prt), pregunta 5 (P5)

Tabla anexa II – Alumnos y alumnas con progenitores con profesiones relacionadas o no con el medioambiente. Frecuencia de respuestas y porcentaje de casos por tipo de relación y por curso.

	1º ESO				1º BACH			
	Padre		Madre		Padre		Madre	
	N	% casos	N	% casos	N	% casos	N	% casos
Relacionada	21	9,8%	5	2,3%	4	6,7%	0	0%
No relacionada	182	84,7%	207	93,7%	47	78,3%	67	100%
No se sabe	12	5,6%	9	4,1%	9	15,5%	0	0%
Válidos	215	88,5%	221	90,9%	60	89,5%	67	100%
No contesta	28	11,5%	22	9,1%	7	10,5%	0	0%

Fuente: Prt-P5

Porcentajes calculados respecto a las respuestas válidas a esta pregunta.

Tabla anexa III - Tabla de contingencia del nivel de estudios de las madres y de los padres de los alumnos.

		Madres							
		Sin estudios	Ed. Pri.	Ed. Sec.	BACH	Form. Prof.	Uni.	Total	
Padres	Sin estudios	N	3	1	1	2	1	1	9
		%	33,3%	11,1%	11,1%	22,2%	11,1%	11,1%	100%
	Ed. Pri.	N	0	6	4	1	0	0	11
		%	0%	54,5%	36,4%	9,1%	0%	0%	100%
	Ed. Sec.	N	0	1	14	4	1	4	24
		%	0%	4,2%	58,3%	16,7%	4,2%	16,7%	100%
	BACH	N	0	1	4	19	8	14	46
		%	0%	2,2%	8,7%	41,3%	17,4%	30,4%	100%
	Form. Prof.	N	0	1	2	6	26	8	43
		%	0%	2,3%	4,7%	14%	60,5%	18,6%	100%
	Uni.	N	0	1	2	7	13	59	82
		%	0%	1,2%	2,4%	8,5%	15,9%	72%	100%
	Total	N	3	11	27	39	49	86	215
		%	1,4%	5,1%	12,6%	18,1%	22,8%	40%	100%

Fuente: Prt-C6

Ed. Pri. – Educación primaria; Ed. Sec. – Educación Secundaria; BACH – Bachillerato; Form. Prof. – Formación profesional; Uni. – Universitario

Chi-cuadrado de Pearson=271,178, $p<0,000$. En 22 casillas (61,1%) se ha esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 0,13. Tau-b de Kendall=0,540, $p<0,000$

Tabla anexa IV – Diferencia en el conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente entre alumnos de 1º ESO y 1º BACH.

	1º ESO	N	1º BACH	N
No conoce	0,674 _a	161	0,175 _b	11
Conoce	0,323 _a	82	0,825 _b	56

Fuente: Prt-P1

Prueba bilateral de igualdad los valores de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son significativamente diferentes en $p<0,05$. Las pruebas asumen varianzas iguales y se ajustan para todas las comparaciones por parejas dentro de una fila utilizando la corrección Bonferroni.

Las cifras corresponden a la proporción de alumnos de cada curso en cada respuesta. Así, por ejemplo, el 82,5% de los de conocen alguna de estas asociaciones.

Tabla anexa V – Conocimiento de asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA). Distribución de las respuestas por curso.

Ámbito del conocimiento ANMA	1º ESO			1º BACH		
	N	% respuestas	% de casos	N	% respuestas	% de casos
No conoce	161	66%	67,4%	11	15,5%	16,4%
Autonómico/Nacional/Otras	23	9,4%	9,6%	8	11,3%	11,9%
Internacional	60	24,6%	25,1%	52	73,2%	77,6%
Total respuestas	244	100%	102,1%	71	100%	106%
Total Válidos	239	98,4%	-	67	100%	-
Total Perdidos	4	1,6%	-	0	0%	-

Fuente: Prt-P1

Los casos perdidos corresponden a estudiantes que no contestaron a la pregunta.

Tabla anexa VI - Asociaciones de conservación de la naturaleza o defensa del medio ambiente (ANMA) citadas por los alumnos. Ámbito y frecuencia de respuestas por curso.

Ámbito	ANMAs	1º ESO	1º BACH
Internacional	Greenpeace	57	52
	WWF	12	9
	Autonómico o Nacional		
Autonómico o Nacional	Aliagte per la natura	1	0
	Ecologistas en acción	0	1
	Fundación FRF	1	0
	Salva Verde	1	0
	SEO birdlife	2	0
	Otras		
Otras	ADR	2	0
	Cañada Real	1	2
	CREA	1	1
	Hazte Eco	5	4
	National Geographic	4	0
	Parque Natural	1	0
	Proyecto San Braz	1	0
	Rapaz	0	1
	SEPRONA	0	2

Fuente: Prt-P1

Los casos perdidos corresponden al alumnado que no contestaron a la pregunta, ni rellenaron la casilla "Si no conoces ninguna marca aquí".

Tabla anexa VII - Grado de preocupación por la situación de la naturaleza y el medio ambiente. Frecuencia y porcentaje de respuestas, por nivel territorial (Autonómico, Nacional, General) y curso.

Grado de preocupación por el ambiente	1º ESO		1º BACH	
	N	% respuestas	N	% respuestas
Nivel autonómico				
Nada preocupado	7	3%	1	1,5%
Poco preocupado	39	16,7%	6	9%
Medianamente preocupado	84	36%	28	41,8%
Bastante preocupado	74	31,8%	26	38,8%
Muy preocupado	29	12,4%	6	9%
Total válidos	233	95,9%	67	100%
Total perdidos	10	4,1%	0	0%
Nivel nacional				
Nada preocupado	10	4,3%	0	0%
Poco preocupado	27	11,5%	1	1,5%
Medianamente preocupado	67	28,6%	31	46,3%
Bastante preocupado	72	30,8%	28	41,8%
Muy preocupado	58	24,8%	7	10,4%
Total válidos	234	96,3%	67	100%
Total perdidos	9	3,7%	0	0%
Nivel general				
Nada preocupado	8	3,3%	0	0%
Poco preocupado	28	11,7%	0	0%
Medianamente preocupado	88	36,8%	20	37%
Bastante preocupado	77	32,2%	25	46,3%
Muy preocupado	38	15,9%	9	16,7%
Total válidos	239	98,4%	54	80,6%
Total perdidos	4	1,6%	13	19,4%

Fuente: Prt-P2

Los casos perdidos corresponden a estudiantes que no contestaron a la pregunta.

Tabla anexa VIII – Diferencia entre el grado de preocupación medio para con la situación de la naturaleza y el medioambiente en distintos niveles territoriales (autonómico, nacional y general). Escala de Likert (1 – Nada preocupado 5 – Muy preocupado)

	Curso			
	1º ESO		1º BACH	
	Media	N válido	Media	N válido
Nivel autonómico	3,34 _a	233	3,45 _a	67
Nivel nacional	3,60 _a	234	3,61 _a	67
Nivel general	3,46 _a	239	3,80 _b	54

Fuente: Prt-P2

Prueba bilateral de igualdad. Los valores de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son significativamente diferentes en $p < 0,05$. Las pruebas asumen varianzas iguales y se ajustan para todas las comparaciones por parejas dentro de una fila utilizando la corrección Bonferroni.

Tabla anexa IX – Diferencias en el gusto y facilidad promedio por las asignaturas de Ciencias Naturales (CN)/Biología por curso. Escala de Likert (de 1 - Nada a 5 - Mucho).

	Curso			
	1º ESO		1º BACH	
	Media	N válido	Media	N válido
Gusto por la asignatura CN/Biología	3,33 _a	233	3,79 _b	66
Facilidad por la asignatura CN/Biología	2,85 _a	230	3,12 _a	67

Fuente: Prt-P3

Prueba bilateral de igualdad. Los valores de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son significativamente diferentes en $p < 0,05$. Las pruebas asumen varianzas iguales y se ajustan para todas las comparaciones por parejas dentro de una fila utilizando la corrección Bonferroni.

Tabla anexa X – Diferencia en la media de las calificaciones en Ciencias de la Naturaleza y a Biología, en el último parcial y al final del anterior.

	1º ESO		1º BACH	
	Media	N válidos	Media	N válidos
Último parcial	2,16 _a	220	2,38 _a	63
Final del curso pasado	2,58 _a	212	2,67 _a	61

Fuente: Prt-P4

Prueba bilateral de igualdad los valores de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son significativamente diferentes en $p < 0,05$. Las pruebas asumen varianzas iguales y se ajustan para todas las comparaciones por parejas dentro de una fila utilizando la corrección Bonferroni.

Tabla anexa XI – Correlación de Rho de Spearman entre la calificación en el último parcial y al final del curso anterior.

Curso			Calificación en último parcial	Calificación en curso anterior
1º ESO	Calificación en último parcial	Coefficiente de correlación	1,000	0,672**
		Sig. (bilateral)	.	0,000
		N	220	202
	Calificación en curso anterior	Coefficiente de correlación		1,000
		Sig. (bilateral)		.
		N		212
1º BACH	Calificación en último parcial	Coefficiente de correlación	1,000	0,711**
		Sig. (bilateral)	.	0,000
		N	63	59
	Calificación en último año	Coefficiente de correlación		1,000
		Sig. (bilateral)		.
		N		61

Fuente: Prt-P4

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla anexa XII - Tabla de contingencia de la facilidad y el gusto por la asignatura de Ciencias de la Naturaleza/Biología.

		Facilidad					
Gusto		1	2	3	4	5	Total
1		11	4	1	1	2	19
		57,9%	21,1%	5,3%	5,3%	10,5%	100,0%
2		7	9	8	1	1	26
		26,9%	34,6%	30,8%	3,8%	3,8%	100,0%
3		11	21	43	13	2	90
		12,2%	23,3%	47,8%	14,4%	2,2%	100,0%
4		1	19	63	28	8	119
		0,8%	16,0%	52,9%	23,5%	6,7%	100,0%
5		1	2	14	14	5	36
		2,8%	5,6%	38,9%	38,9%	13,9%	100,0%
Total		31	55	129	57	18	290
		10,7%	19,0%	44,5%	19,7%	6,2%	100,0%

Fuente: Prt-P3

Chi-cuadrado de Pearson=98,278, $p=0,000$ 9 casillas (36,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,18.

Tau-b de Kendall=0,374 $p=0,000$

Tabla anexa XIII – Frecuencia media de realización de actividades en la naturaleza en semanas por año.

	1º ESO		1º BACHILLER	
	Mé dia	N válidos	Mé dia	N válidos
Caminatas	16,85	241	16,33	67
Fotografía de la naturaleza	13,57	240	11,88	66
Observación de la Naturaleza	14,29	237	15,99	67
Jardinería	10,26	236	6,04	67
Caza/Pesca	2,88	240	1,70	67
Deportes al aire libre	22,68	238	15,36	64

Fuente: Prt-P7

Tabla anexa XIV – Fuentes de aprendizaje de los conocimientos sobre biodiversidad. Porcentaje de respuestas (relativa al número total de respuestas) y porcentaje de casos (relativa al porcentaje de alumnos que eligieron determinada opción), por curso.

	1º ESO			1º BACH		
	N	% respuestas	% casos	N	% respuestas	% casos
Medios de comunicación	21	6,7%	11,9%	21	12,9%	31,3%
Museos o centros de ciencia	40	12,8%	22,7%	24	14,7%	35,8%
Actividades en la naturaleza	45	14,4%	25,6%	33	20,2%	49,3%
Escuela	143	45,8%	81,3%	65	39,9%	97,0%
Familiares y amigos	54	17,3%	30,7%	16	9,8%	23,9%
Otra situación	9	2,9%	5,1%	4	2,5%	6,0%
Total multi respuestas	312	100%	177,3%	163	100%	243,3%
Total válidos	176	72,4%	-	67	100%	-
Total perdidos	67	27,6%	-	0	0%	-

Fuente: Prt-P13

Los casos perdidos corresponden a los alumnos estudiantes que no citan ninguna fuente.

Tabla anexa XV – Realización de actividades de identificación de animales y plantas (Sí o No). Frecuencia de respuestas (N) y porcentaje de casos por curso.

	1º ESO		1º BACH	
	N	% de casos	N	% de casos
Sí	181	76,1%	57	85,1%
No	57	23,9%	10	14,9%
Válidos	238	97,9%	67	100%
Perdidos	5	2,1%	0	0%

Fuente: Prt-P18

Los casos perdidos corresponden a los estudiantes que no contestaron a la pregunta.

Tabla anexa XVI - Frecuencia de realización de actividades de identificación de animales y plantas.

Semanas al año	1º ESO		1º BACH	
	N	% de válidos	N	% de válidos
<1	53	31,4%	20	35,7%
1	36	21,3%	16	28,6%
6	34	20,1%	13	23,2%
12	26	15,4%	3	5,4%
52	20	11,8%	4	7,1%
Promedio	9,4	-	6	-

Fuente: Prt-P18

Los valores se refieren a los alumnos que declararon haber participado alguna vez en actividades de identificación de organismos (181 en 1ºESO y 57 en 1ºBACH). Los casos perdidos corresponden a los que indicaron "Sí" en Prt-P18, pero no indican con qué frecuencia.

Tabla anexa XVII – Diferencia en la importancia y la dificultad atribuida a las actividades de identificación de organismos (Id). Escala de Likert (1-Nada a 5-Mucha).

	1ºESO		1º BACH	
	Media	N válidos	Media	N válidos
Importancia Id	4,00 _a	232	3,63 _a	67
Dificultad Id	3,15 _a	204	3,40 _a	67

Fuente: Prt-P16 y Prt-P17

Prueba bilateral de igualdad. Los valores de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son significativamente diferentes en $p < 0,05$. Las pruebas asumen varianzas iguales y se ajustan para todas las comparaciones por parejas dentro de una fila utilizando la corrección Bonferroni.

Tabla anexa XVIII – Razones por las que los alumnos consideran que es importante, o no, saber identificar un ser vivo.

	1ºESO			1ºBACH		
	N	% respuestas	% casos	N	% respuestas	% casos
Conocimiento	62	39,2%	43,4%	20	40%	46,5%
Motivos utilitaristas	64	40,5%	44,8%	19	38%	44,2%
Conservación	12	7,6%	8,4%	6	12%	14%
Valor intrínseco	11	7%	7,7%	2	4	4,7%
No es muy importante / solo es importante en algunos casos	9	5,7%	6,3%	3	6	7%
Respuestas	158	100%	-	50	100%	-
Cita al menos un beneficio	139	-	110,6%	43	-	116,4%

Fuente: Prt-P16

Tabla anexa XIX – Materiales y ayudas usados en las actividades de identificación de animales y plantas.

Tipo de material	1º ESO			1º BACH		
	N	% respuestas	% casos	N	% respuestas	% casos
Guías de campo	80	23,2%	47,6%	30	25,2%	52,6%
Claves de identificación	35	10,1%	20,8%	33	27,7%	57,9%
Ayuda de amigos o familiares	86	24,9%	51,2%	17	14,3%	29,8%
Internet	91	26,4%	54,2%	29	24,4%	50,9%
Otros	53	15,4%	31,5%	10	8,4%	17,5%
Total respuestas	345	100%	205,4%	119	100%	208,8%
Total válidos	168	92,8%	-	67	100%	-
Total perdidos	13	7,2%	-	0	0%	-

Fuente: Prt-P19

Los casos válidos y perdidos presentados se refieren a los 181 estudiantes de 1º ESO y a los 57 de 1º BACH que contestaron "Si" a la pregunta P18: "¿Has realizado alguna vez actividades de identificación de animales y plantas?".

Tabla anexa XX – Situaciones, lugares y compañía en que se realizaron actividades de identificación de animales y plantas.

Contexto Identificación		1ºESO			1ºBACH		
		N	% respuestas	% casos	respuestas	%	% casos
No sabe		20	9,66%	12,20%	2	2,27%	3,64%
Formal (con el/la profesor/a)	En la escuela	41	19,81%	25,00%	32	36,36%	58,18%
	Salida campo	21	10,14%	12,80%	31	35,23%	56,36%
Informal	Museos y Centros de Ciencia	3	1,45%	1,83%	4	4,55%	7,27%
	Cursos de verano / actividades de ocupación de tiempos libres / scouts	15	7,25%	9,15%	5	5,68%	9,09%
Autónomo	Solo	16	7,73%	9,76%	3	3,41%	5,45%
	Con amigos y familia	91	43,96%	55,49%	11	12,50%	20,00%
Válidos		164	90,61%	126,22%	55	96,49%	160%
Perdidos		17	9,39%		2	3,51%	

Fuente: Prt-P20

Tabla anexa XXI – Diferencia en las puntuaciones en la escala comprensión de la biodiversidad y la escala de conocimiento de acciones de conservación.

	1º ESO		1º BACH	
	Media	N Válido	Media	N Válido
Comprensión Biodiversidad	1,84 _a	243	4,39 _b	67
Acciones Conservación	2,57 _a	243	3,84 _b	67

Fuente: Prt-P8 y Prt-P12

Prueba bilateral de igualdad. Los valores de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son significativamente diferentes en $p < 0,05$. Las pruebas asumen varianzas iguales y se ajustan para todas las comparaciones por parejas dentro de una fila utilizando la corrección Bonferroni.

Tabla anexa XXII – Estudiantes que citan o no beneficios de la biodiversidad. Porcentaje de casos con respecto al número de respuestas válidas.

	1ºESO		1º BACH	
	N	% casos	N	% casos
No sabe/no contesta	174	74,4%	32	48,5%
Cita al menos un beneficio	60	25,6%	34	51,5%
Válidos	234	96,3%	66	98,5%
Perdidos	9	3,7%	1	1,5%

Fuente: Prt-C10

Los casos perdidos corresponden a respuestas nulas.

Tabla anexa XXIII – Tipos de beneficios de la biodiversidad citados por los alumnos.

	1º ESO			1º BACH		
	N	% respuestas	% casos	N	% respuestas	% casos
Aprovisionamiento	17	20,7%	28,3%	8	18,2%	23,5%
Regulación	13	15,9%	21,7%	10	22,7%	29,4%
Culturales	20	24,4%	33,3%	7	15,9%	20,6%
Soporte	32	39%	53,3%	19	43,2%	55,9%
Total respuestas	82	100%	136,7%	44	100%	129,4%
Total alumnos	60	-	-	34	-	-

Fuente: Prt-C10

Tabla anexa XXIV – Categorías de animales de los alrededores citadas.

Curso		N	% de respuestas	% de casos
1º ESO	Animales no especificados (ANE)	104	21,4%	42,8%
	Animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos (ADE)	195	40%	80,2%
	Vertebrados autóctonos especificados (VAE)	132	27,1%	54,3%
	Invertebrados autóctonos especificados (IAE)	33	6,8%	13,6%
	Total respuestas	464	100%	190,9%
	Total válidos	220	90,5%	-
	Total perdidos	23	9,5%	-
1º BACH	Animales no especificados (ANE)	31	21,65%	46,3%
	Animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos (ADE)	51	35,4%	76,1%
	Vertebrados autóctonos especificados (VAE)	54	37,5%	80,6%
	Invertebrados autóctonos especificados (IAE)	7	4,9%	10,4%
	Total respuestas	143	100%	213,4%
	Total válidos	66	98,5%	-
	Total perdidos	1	1,5%	-

Fuente: Prt-C14

Los casos perdidos corresponden a los estudiantes que no contestaron a la pregunta.

Tabla anexa XXV – Elementos de la biodiversidad mencionados en las respuestas a la pregunta sobre los animales de los alrededores, presentados por tipo de categoría y gran grupo taxonómico.

Elemento Biodiv.	1º ESO	1º BACH	Elemento da Biodiv	1º ESO	1º BACH
<u>Animales no especificados</u>			<u>Vertebrados autóctonos especificados (continuación)</u>		
<u>Invertebrados</u>			<u>Aves (continuación)</u>		
artrópodos	1	0	cigüeña	15	12
bichos	6	0	águila	9	6
insectos	3	5	urraca	4	6
<u>Vertebrados</u>			milro	4	3
renacuajos	1	0	buitre	5	1
reptiles	1	0	golondrina	3	2
roedores	1	0	petirrojo	2	3
murciélagos	1	1	halcón	3	1
peces	23	3	búho	2	2
aves/pájaros	65	17	milano	0	4
<u>Animales domésticos, ganado y exóticos</u>			jilguero	2	1
<u>Mascota/Ganado</u>			herrerillo	0	3
perro	160	34	perdiz	0	3
gato	144	27	águila imperial	2	0
conejo	48	31	pico	2	0
vaca	45	22	buitre negro	1	1
caballo	43	14	grifo	1	1
cabra	13	3	cuervo	0	2
hámster	13	1	águila real	1	0
oveja	12	2	autillo	1	0
tortuga	11	4	pardillo	1	0
pato	9	4	verderón	1	0
galina	6	2	abubilla	0	1
burro	5	1	flamenco	0	1
cerdo	4	0	lavandera-blanca	0	1
loro	3	0	ruiseñor	0	1
carpa	2	1	<u>Mamíferos</u>		
otros	4	0	jabalí	24	18
<u>Exóticos</u>			ciervo	19	9
león	5	0	ardilla	17	4
jirafa	2	0	corzo	12	5
otros	8	0	ratón	12	2
<u>Vertebrados autóctonos especificados</u>			hurón	3	0
<u>Aves</u>			oso	3	0
paloma	22	8	rata	3	0
gorrión	12	16	erizo	1	1

Fuente: Prt C14

Tabla anexa XXV (continuación) – Elementos de la biodiversidad mencionados en las respuestas a la pregunta sobre los animales de los alrededores, presentados por tipo de categoría y gran grupo taxonómico.

Elemento Biodiversidad	1º ESO	1º BACH	Elemento Biodiversidad	1º ESO	1º BACH
Vertebrados autóctonos especificados (continuación)			Invertebrados autóctonos especificados		
<u>Mamíferos</u>			<u>Insectos</u>		
zorra	30	12	mariquita (<i>C. septempunctata</i>)	8	1
lobo	8	3	hormiga (Fam. Formicidae)	7	3
liebre	4	5	abeja (<i>A. mellifera</i>)	5	0
cabra-montesa	4	0	cucaracha (Ord. Blattodea)	4	0
lince-ibérico	2	2	grillo (Fam. Gryllidae)	4	0
topo	1	1	saltamontes (Fam. Acrididae)	4	2
delfín	1	0	mosca (Ord. Diptera)	3	0
foca	1	0	oruga (Ord. Lepidoptera)	3	1
musaraña	1	0	escarabajo (Ord. Coleoptera)	2	0
gineta	0	1	mosquito (Ord. Diptera)	2	0
			avispa (Fam. Vespidae)	1	0
<u>Réptiles</u>			mariposa (Ord. Lepidoptera)	0	1
culebra	13	2	procesionaria (<i>T. pityocampa</i>)	0	1
lagartija	8	6			
lagarto	4	0	<u>Otros artrópodos</u>		
salamanquesa	0	1	lombriz (Fam. Lumbricidae)	5	0
víbora	0	1	araña-lobo (Fam. Lycosidae)	1	0
			araña (Ord. Araneae)	8	0
<u>Anfibios</u>			ciempies (Fam. Scolopendridae)	0	1
rana	5	0	caracol (Ord. Pulmunata)	5	1
sapo	5	1			
<u>Peces</u>					
trucha	7	0			

Fuente: Prt-C14

Tabla anexa XXVI – Categorías de plantas de los alrededores citadas.

Curso	Tipo de plantas	N	% respuestas	% casos
1ºESO	Plantas no especificadas	70	16%	28,8%
	Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas	136	31,1%	56%
	Árboles autóctonos especificados	116	26,5%	57,7%
	Otras plantas autóctonas especificadas	78	17,8%	32,1%
	Total respuestas	400	100%	174,6%
	Total válidos	206	84,8%	-
	Total perdidos	37	15,2%	-
1ºBACH	Plantas no especificadas	16	11,3%	23,9%
	Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas	42	29,8%	62,7%
	Árboles autóctonos especificados	52	36,9%	77,6%
	Otras plantas autóctonas	26	18,4%	38,8%
	Total respuestas	136	100%	222,6%
	Total válidos	62	92,5%	-
	Total perdidos	5	7,5%	-

Fuente: Prt C14

Tabla anexa XXVII - Elementos de la biodiversidad mencionados relativos a las plantas de los alrededores, presentados por tipo de categoría y gran grupo taxonómico.

Elemento de biodiversidad		1º ESO	1º BACH	Elemento de biodiversidad		1º ESO	1º BACH
Árboles autóctonos especificados				Otras plantas autóctonas			
Árbol	pino	92	44	Arbustos	jara	18	10
	roble	57	15		zarza	11	8
	encina	20	22		romero	4	2
	fresno	8	9		tomillo	3	1
	olivo	8	5	Herbáceas	margarita	43	10
	olmo	5	6		amapola	20	4
	sauce	1	8		diente de león	11	1
	álamo	2	5		menta	4	1
	castaño	5	1		cardos	2	0
	alcornoque	3	2		merendera	1	0
	madroño	4	1		orquídea	2	2
	laurel	4	0		trébol	1	0
	haya	2	1		ortiga	2	0
	avellano	2	0		hiera	4	0
	abedul	2	0				
	espino-albar	0	2				

Fuente: Prt-C14

Tabla anexa XXVII (continuación) - Elementos de la biodiversidad mencionados relativos a las plantas de los alrededores, presentados por tipo de categoría y gran grupo taxonómico

Elemento de biodiversidad	1º ESO	1º BACH		1º ESO	1º BACH
Plantas no especificadas			Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas		
árboles	35	5	Ornamentales		
flores	29	3	rosa	48	7
arbustos	24	4	arizónica	9	5
helechos	2	11	tulipán	11	0
hierbas	10	0	ciprés	3	5
musgos	2	6	platanero	6	1
gramíneas	3	0	cactus	4	3
trepadoras	3	0	geranio	6	5
bonsais	1	0	petunia	5	0
coníferas	1	0	ciruelo	1	3
gimnospermas	0	1	morera	3	1
Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas			clavel	4	0
Cultivadas			cedro	2	1
almendro	12	5	eucalipto	3	0
manzanos	17	0	lila	3	0
cerezo	13	2	hortensia	2	0
peral	9	1	jazmín	2	0
manzano	2	7	planta del dinero	2	0
nogal	5	3	aloe	2	0
girasol	7	0	ginkgo	1	0
perejil	4	0	magnolio	1	0
naranja	4	0	árbol de judas	1	0
alubias	2	0	tilo	1	0
mango	1	0	tuyo	1	0
abóbora	1	0	pensamientos	1	0
caña dulce	1	0	azucena	1	0
fresas	1	0	crisantemos	1	0
garbanzos	1	0	flor de agua	1	0
goiaba	1	0	flor de loto	1	0
lentejas	1	0	violeta	1	0
maiz	1	0	nenúfar	0	1
pimientos	1	0	Invasoras		
quirquiña	1	0	mimosa	4	2
tomates	1	0	acacia	2	0
trigo	1	0	oxalis	1	0
videra	1	0			
higuera	1	0			
limonero	1	0			
melocotonero	1	0			
granado	1	0			

Fuente: Prt-C14

Tabla anexa XXVIII – Categorías de animales observados de camino al instituto.

	1ºESO			1ºBACH		
	N	% respuestas	% casos	N	% respuestas	% casos
Animales no especificados	49	21,8%	31,6%	8	18,2%	25%
Animales domésticos, mascotas, ganado y exóticos	89	39,6%	57,4%	14	31,8%	43,8%
Vertebrados autóctonos especificados	24	10,7%	15,5%	11	25,0%	34,4%
Invertebrados autóctonos especificados	21	9,3%	13,5%	4	9,1%	12,5%
Humanos	42	18,7%	27,1%	7	15,9%	21,9%
Total respuestas	225	100%	145,2%	44	100%	137,5%
Total casos	155	-	-	32	-	-

Fuente: Prt-C15

Tabla anexa XXIX – Categorías de plantas observadas de camino al instituto.

	1ºESO			1ºBACH		
	N	% respuestas	% casos	N	% respuestas	% casos
Plantas no especificadas	45	80,4%	29%	7	50%	21,9%
Plantas ornamentales, cultivadas y exóticas	5	8,9%	3,2%	1	7,1%	3,1%
Plantas autóctonas especificadas	6	10,7%	3,9%	6	42,9%	18,8%
Total de respuestas	56	100%	36,1%	14	100%	43,8%
Total casos	155	-	-	32	-	-

Fuente: Prt-C15

Tabla anexa XXX – Importancia atribuida a la biodiversidad (IB) y a la conservación de la biodiversidad (ICB).

Importancia	1ºESO				1ºBACH			
	IB		ICB		IB		ICB	
	N	% casos	N	% casos	N	% casos	N	% casos
1 = Nada	10	4,7%	8	3,8%	0	0%	0	0%
2 = Poco	14	6,5%	17	8,2%	0	0%	0	0%
3 = Medianamente	79	36,9%	56	26,9%	7	10,4%	11	16,4%
4 = Bastante	60	28%	72	34,6%	29	43,3%	29	43,3%
5 = Mucho	51	23,8%	55	26,4%	31	46,3%	27	40,3%
Válidos	214	88,1%	208	85,6%	67	100%	67	100%
Perdidos	29	11,9%	35	11,9%	0	0%	0	0%

Fuente: Pr- C9 y Prt-C11

Los casos perdidos corresponden a los estudiantes que no contestaron a la pregunta.

Tabla anexa XXXI – Diferencia en la importancia atribuida a la biodiversidad y a su conservación en los dos cursos. Escala de Likert (1 – Nada a 5 – Mucho).

	1ºESO		1º BACH	
	Media	N válidos	Media	N válidos
Importancia de la biodiversidad	3,60 _a	214	4,24 _b	67
Importancia de la conservación	3,72 _a	208	4,36 _b	67

Fuente: Prt C9 y Prt C11

Prueba bilateral de igualdad. Los valores de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son significativamente diferentes en $p < 0,05$. Las pruebas asumen varianzas iguales y se ajustan para todas las comparaciones por parejas dentro de una fila utilizando la corrección Bonferroni.

Tabla anexa XXXII – Tabla de contingencia relativa al recuento y porcentaje de respuestas observadas con relación a las pronosticadas en las dos categorías de la variable dicotómica ‘importancia de la conservación de la biodiversidad’ calculadas para los cinco modelos creados para este estudio.

	Observado		Pronosticado	
			Bastante/Muy	Nada/Poco/Mediano
Características sociodemográficas y entorno familiar	Bastante/Muy	Recuento	222	0
		% dentro de lo observado	100,0%	0,0%
	Nada/Poco/Mediano	Recuento	88	0
		% dentro de lo observado	100,0%	0,0%
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales	Bastante/Muy	Recuento	198	24
		% dentro de lo observado	89,2%	10,8%
	Nada/Poco/Mediano	Recuento	46	42
		% dentro de lo observado	52,3%	47,7%
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales	Bastante/Muy	Recuento	213	9
		% dentro de lo observado	95,9%	4,1%
	Nada/Poco/Mediano	Recuento	77	11
		% dentro de lo observado	87,5%	12,5%
Práctica de Identificación de organismos	Bastante/Muy	Recuento	216	6
		% dentro de lo observado	97,3%	2,7%
	Nada/Poco/Mediano	Recuento	77	11
		% dentro de lo observado	87,5%	12,5%
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación	Bastante/Muy	Recuento	208	14
		% dentro de lo observado	93,7%	6,3%
	Nada/Poco/Mediano	Recuento	45	43
		% dentro de lo observado	51,1%	48,9%

Tabla anexa XXXIII - Coeficiente de correlación de Pearson entre la importancia atribuida la biodiversidad (IB) y la conservación de la biodiversidad (ICB).

		IB	ICB
IB	Correlación de Pearson	1	0,64675
	Sig. (bilateral)		0,00
	N	281	275
ICB	Correlación de Pearson	0,64675	1
	Sig. (bilateral)	0,00	
	N	275	281

Tabla anexa XXXIV – Tabla de contingencia relativa al recuento y porcentaje de respuestas observadas con relación a las pronosticadas en las dos categorías de la variable dicotómica ‘importancia de la biodiversidad’ calculadas para los cinco modelos creados para este estudio.

Observado			Pronosticado	
			Bastante/Muy	Nada/Poco/Mediano
Entorno Familiar	Bastante/Muy	Recuento	107	60
		% dentro de lo observado	64,1%	35,9%
	Nada/Poco/Mediano	Recuento	43	100
		% dentro de lo observado	30,1%	69,9%
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales	Bastante/Muy	Recuento	135	32
		% dentro de lo observado	80,8%	19,2%
	Nada/Poco/Mediano	Recuento	31	112
		% dentro de lo observado	21,7%	78,3%
Experiencia de la naturaleza y Práctica de las Ciencias Naturales	Bastante/Muy	Recuento	114	53
		% dentro de lo observado	68,3%	31,7%
	Nada/Poco/Mediano	Recuento	33	110
		% dentro de lo observado	23,1%	76,9%
Características sociodemográficas y entorno familiar	Bastante/Muy	Recuento	96	71
		% dentro de lo observado	57,5%	42,5%
	Nada/Poco/Mediano	Recuento	41	102
		% dentro de lo observado	28,7%	71,3%
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación	Bastante/Muy	Recuento	135	32
		% dentro de lo observado	80,8%	19,2%
	Nada/Poco/Mediano	Recuento	31	112
		% dentro de lo observado	21,7%	78,3%

Tabla anexa XXXV– Efectos fijos (F), grados de libertad (gl1 y gl2) y significación (p) de las variables usadas en los cinco modelos para determinar el impacto en la escala de comprensión de la biodiversidad.

Modelo	Origen	F	gl1	gl2	p	
Características sociodemográficas y entorno familiar	Modelo corregido	22,311	6	303	0	
	Profesión del padre	1,139	1	303	0,287	
	Profesión de la madre	0,096	1	303	0,758	
	Nivel de estudios del padre*	7,657	1	303	0,006	
	Nivel de estudios de la madre	2,316	1	303	0,129	
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales	Modelo corregido	15,08	12	297	0	
	Conoce ANMA*	6,464	1	297	0,012	
	Preocupación por el ambiente	0,156	2	297	0,855	
	Gusto Ciencias Naturaleza/Biología	0,945	2	297	0,39	
	Facilidad Ciencias Naturaleza /Biología	0,217	2	297	0,805	
	Calificación Ciencias Naturaleza /Biología*	12,004	3	297	0	
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales	Modelo corregido	16,691	10	299	0	
	Frecuencia caminatas*	9,075	1	299	0,003	
	Frecuencia fotografía naturaleza	0,013	1	299	0,91	
	Frecuencia observación naturaleza	2,563	1	299	0,11	
	Fuente de aprendizaje sobre biodiversidad					
	Medios de comunicación	0,217	1	299	0,642	
	Museos y centros de ciencia*	5,239	1	299	0,023	
	Actividades en la naturaleza	0,078	1	299	0,781	
	En la escuela	2,575	1	299	0,11	
	Amigos o familiares	3,83	1	299	0,051	
Práctica de Identificación de organismos	Modelo corregido	11,71	12	297	0	
	Importancia identificación	2,593	2	297	0,076	
	Dificultad identificación	0,072	2	297	0,93	
	Frecuencia identificación	0,01	1	297	0,919	
	Materiales identificación	2,615	1	297	0,107	
	Situación identificación	1,476	4	297	0,209	
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación	Modelo corregido	23,714	12	297	0	
	Escala conocimiento de acciones*	20,965	1	297	0	
	Importancia de la biodiversidad*	7,696	2	297	0,001	
	Beneficios de la biodiversidad*	32,238	1	297	0	
	Importancia de la conservación	1,941	2	297	0,145	
	Animales de los alrededores	2,492	2	297	0,084	
	Plantas de los alrededores	1,41	2	297	0,246	

* indica las variables significativas ($p < 0,05$).

Tabla anexa XXXVI - Coeficientes fijos (β), desviación (DE)), Prueba T y significación (p) de cada una de las categorías de las variables explicativas usadas en los cinco modelos para determinar su impacto en la escala de comprensión de la biodiversidad.

Dominio						Intervalo de confianza al 95%	
Variables explicativas	Categoría/Escala	β	DE	T	p	Inferior	Superior
Características sociodemográficas y entorno familiar							
Profesión del padre	Relacionada con el ambiente	0,379	0,355	1,067	0,287	-0,320	1,077
	No relacionada con el ambiente ^a	0					
Profesión de la madre	Relacionada con el ambiente	-0,238	0,7704	-0,309	0,758	-1,754	1,278
	No relacionada con el ambiente ^a	0					
Nivel de estudios del padre	Universitario*	0,681	0,2462	2,767	0,006	0,197	1,166
	No universitario ^a	0					
Nivel de estudios de la madre	Universitario	0,365	0,2399	1,522	0,129	-0,107	0,837
	No universitario ^a	0					
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales							
Conoce ANMA	Si*	0,541	0,2129	2,542	0,012	0,122	0,96
	No	0					
Preocupación por el ambiente	Bastante o Muy	-0,050	0,3185	-0,158	0,874	-0,677	0,576
	Mediana	0,063	0,3158	0,200	0,842	-0,558	0,685
	Nada o poco ^a	0					
Gusto Ciencias Naturaleza/Biología	Bastante o Muy	0,385	0,3124	1,232	0,219	-0,23	1
	Mediana	0,407	0,307	1,326	0,186	-0,197	1,011
	Nada o poco ^a	0					
Facilidad Ciencias Naturaleza/Biología	Bastante o Muy	0,122	0,2726	0,448	0,655	-0,414	0,659
	Mediana	0,154	0,2351	0,654	0,514	-0,309	0,616
	Nada o poco ^a	0					
Calificación Ciencias Naturaleza/Biología	Sobresaliente*	1,831	0,3737	4,9	0,000	1,096	2,567
	Notable*	0,894	0,2881	3,104	0,002	0,327	1,461
	Aprobado	0,049	0,2513	0,195	0,846	-0,446	0,544
	Insuficiente ^a	0					
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales							
Frecuencia caminata* Escala 0 ^a a 52 semanas		0,015	0,0049	3,013	0,003	0,005	0,025
Frecuencia fotografía de la naturaleza Escala 0 ^a a 52 semanas		-0,001	0,0057	-0,113	0,910	-0,012	0,011
Frecuencia observación de la naturaleza Escala 0 ^a a 52 semanas		0,008	0,0052	1,601	0,110	-0,002	0,019
Fuente de aprendizaje sobre biodiversidad:							
Medios de comunicación	Si	0,14	0,3002	0,466	0,642	-0,451	0,731
	No ^a	0					
Museos y centros de ciencia	Si*	0,645	0,2819	2,289	0,023	0,09	1,2
	No ^a	0					
Actividades en la naturaleza	Si	-0,073	0,2606	-0,278	0,781	-0,585	0,44
	No ^a	0					
En la escuela	Si	-0,508	0,3165	-1,605	0,110	-1,131	0,115
	No ^a	0					
Amigos o familiares	Si	0,483	0,2467	1,957	0,051	-0,003	0,968
	No ^a	0					
Práctica de Identificación de organismos							
Importancia identificación	Bastante o Muy	0,824	0,4711	1,749	0,081	-0,103	1,751
	Mediana	0,452	0,5046	0,896	0,371	-0,541	1,445
	Nada o poco ^a	0					
Dificultad identificación	Bastante o Muy	-0,1	0,2646	-0,377	0,706	-0,62	0,421
	Mediana	-0,072	0,2573	-0,278	0,781	-0,578	0,435
	Nada o poco ^a	0					
Frecuencia identificación Escala 0 ^a a 52 semanas		0,001	0,0075	0,101	0,919	-0,014	0,016
Materiales identificación Escala 0 ^a a 5 materiales		0,185	0,1145	1,617	0,107	-0,04	0,41

^acategoría/valor de referencia; *categorías significativas de las variables significativas.

Tabla anexa XXXVI (continuación) - Coeficientes fijos (β), desviación (DE)), Prueba T y significación (p) de cada una de las categorías de las variables explicativas usadas en los cinco modelos para determinar su impacto en la escala de comprensión de la biodiversidad.

Dominio		β	DE	T	p	Intervalo de confianza al 95%	
VARIABLES explicativas	Categoría/Escala					Inferior	Superior
Práctica de Identificación de organismos (continuación)							
Situación Identificación	En 2 o más situaciones	1,067	0,446	2,392	0,017	0,189	1,945
	Familiar	0,439	0,321	1,367	0,173	-0,193	1,071
	Informal	0,419	0,549	0,762	0,446	-0,662	1,500
	Formal	0,394	0,347	1,134	0,258	-0,289	1,077
	No ha realizado actividades ^a	0					
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación							
Conocimiento de acciones de conservación*	Escala de 0 ^a a 10	0,131	0,0287	4,579	0,000	0,075	0,188
Importancia de la biodiversidad	Bastante o Muy*	1,366	0,414	3,3	0,001	0,552	2,181
	Mediana	0,712	0,3822	1,863	0,063	-0,04	1,464
	Nada o poco ^a	0					
Cita beneficios de la biodiversidad	Si*	1,14	0,2007	5,678	0,000	0,745	1,535
	No ^a	0					
Importancia de la conservación	Bastante o Muy	-0,511	0,3884	-1,315	0,190	-1,275	0,254
	Mediana	-0,095	0,3847	-0,248	0,804	-0,853	0,662
	Poco ^a	0					
Animales de los alrededores	Cita exóticos, mascotas o ganado	0,813	0,3721	2,184	0,030	0,080	1,545
	Cita animales autóctonos silvestres	0,711	0,3378	2,105	0,036	0,046	1,376
	No contesta/Animales no especificados ^a	0					
Plantas de los alrededores	Cita plantas ornamentales u hortícolas	0,434	0,2602	1,668	0,096	-0,078	0,946
	Cita plantas autóctonas	0,197	0,2097	0,939	0,349	-0,216	0,610
	No contesta/Plantas no especificadas ^a	0					

^acategoría/valor de referencia; *categorías significativas de las variables significativas.

Tabla anexa XXXVII - Efectos fijos (F), grados de libertad (gl1 y gl2) y significación (p valor) de las variables usadas en los cinco modelos para determinar el impacto de las distintas variables explicativas en la escala de conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad.

Modelo	Origen	F	gl1	gl2	P
Características sociodemográficas y entorno familiar	Modelo corregido*	4,394	6	303	0,000
	Profesión del padre	0,048	1	303	0,827
	Profesión de la madre	1,089	1	303	0,298
	Nivel de estudios del padre	3,036	1	303	0,082
	Nivel de estudios madres*	4,673	1	303	0,031
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales	Modelo corregido	6,547	12	297	0,000
	Conoce ANMA*	4,244	1	297	0,040
	Preocupación por el ambiente*	4,003	2	297	0,019
	Gusto Ciencias Naturaleza /Biología	0,777	2	297	0,461
	Facilidad Ciencias Naturaleza /Biología	2,095	2	297	0,125
	Calificación Ciencias Naturaleza /Biología*	9,006	3	297	0,000
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales	Modelo corregido*	7,115	10	299	0,000
	Frecuencia caminada	0,001	1	299	0,970
	Frecuencia fotografía de la naturaleza	0,474	1	299	0,492
	Frecuencia observación de la naturaleza*	9,944	1	299	0,002
	Fuente de aprendizaje sobre biodiversidad				
	Medios de comunicación*	4,696	1	299	0,031
	Museos y centros de ciencia	1,706	1	299	0,193
	Actividades en la naturaleza	0,534	1	299	0,465
	En la escuela	0,581	1	299	0,446
Amigos o familiares*	12,900	1	299	0,000	
Práctica de identificación de organismos	Modelo corregido*	3,736	12	297	0,000
	Importancia identificación	1,760	2	297	0,174
	Dificultad identificación	0,409	2	297	0,665
	Frecuencia identificación	3,715	1	297	0,055
	Materiales identificación	3,741	1	297	0,054
	Situación identificación	1,924	4	297	0,106
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación	Modelo corregido*	9,575	12	297	0,000
	Escala de comprensión de la biodiversidad*	19,958	1	297	0,000
	Importancia de la biodiversidad	1,949	2	297	0,144
	Beneficios de la biodiversidad*	13,605	1	297	0,000
	Importancia de la conservación	1,485	2	297	0,228
	Animales de los alrededores	1,195	2	297	0,304
	Plantas de Los alrededores	1,347	2	297	0,262

* indica las variables significativas ($p < 0,05$).

Tabla anexa XXXVIII - Coeficientes fijos (β), desviación (DE)), Prueba T y significación (p) de cada una de las categorías de las variables explicativas usadas en los cinco modelos para determinar su impacto en la escala de conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad.

Dominio		Intervalo de confianza al 95%					
VARIABLES explicativas	Categoría/Escala	β	DE	t	p	Inferior	Superior
Entorno familiar							
Profesión del padre	Relacionada con el ambiente	-0,147	0,6712	-0,219	0,827	-1,468	1,174
	No relacionada con el ambiente ^a	0					
Profesión de la madre	Relacionada con el ambiente	1,521	1,4576	1,044	0,298	-1,347	4,39
	No relacionada con el ambiente ^a	0					
Nivel de estudios del padre	Universitario	0,802	0,4605	1,742	0,082	-0,104	1,709
	No universitario ^a	0					
Nivel de estudios de la madre	Universitario*	0,978	0,4526	2,162	0,031	0,088	1,869
	No universitario ^a	0					
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales							
Conoce ANMAs	Si*	0,807	0,3918	2,06	0,040	0,036	1,578
	No ^a	0					
Preocupación por el ambiente	Bastante o Muy	0,618	0,5905	1,047	0,296	-0,544	1,78
	Mediana	-0,448	0,5853	-0,765	0,445	-1,599	0,704
	Nada o poco ^a	0					
Gusto Ciencias Naturaleza /Biología	Bastante o Muy	0,584	0,5767	1,013	0,312	-0,551	1,719
	Mediana	0,705	0,5689	1,24	0,216	-0,414	1,825
	Nada o poco ^a	0					
Facilidad Ciencias Naturaleza/Biología	Bastante o Muy	1,028	0,5035	2,042	0,042	0,037	2,019
	Mediana	0,57	0,4334	1,315	0,190	-0,283	1,423
	Nada o poco ^a	0					
Calificación Ciencias Naturaleza /Biología	Sobresaliente*	2,44	0,6854	3,56	0,000	1,091	3,789
	Notable	0,781	0,5197	1,502	0,134	-0,242	1,803
	Aprobado	-0,608	0,4573	-1,329	0,185	-1,508	0,292
	Insuficiente ^a	0					
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales							
Frecuencia caminada	Escala 0 ^a a 52 semanas	0,000	0,009	0,038	0,970	-0,017	0,018
Frecuencia fotografía naturaleza	Escala 0 ^a a 52 semanas	-0,007	0,0103	-0,688	0,492	-0,027	0,013
Frecuencia observación naturaleza*	Escala 0 ^a a 52 semanas	0,030	0,0096	3,153	0,002	0,011	0,049
Fuente de aprendizaje sobre biodiversidad:							
Medios de comunicación	Si*	1,191	0,5494	2,167	0,031	0,109	2,272
	No ^a	0					
Museos y centros de ciencia	Si	0,675	0,5167	1,306	0,193	-0,342	1,692
	No	0					
Actividades en la naturaleza	Si	0,348	0,4757	0,731	0,465	-0,588	1,284
	No	0					
En la escuela	Si	-0,435	0,5711	-0,763	0,446	-1,559	0,688
	No	0					
Amigos o familiares	Si*	1,625	0,4525	3,592	0,000	0,735	2,516
	No ^a	0					
Práctica de Identificación de organismos							
Importancia Identificación	Bastante o Muy	1,499	0,8737	1,716	0,087	-0,22	3,219
	Mediana	1,106	0,9353	1,183	0,238	-0,734	2,947
	Nada o poco ^a	0					
Dificultad Identificación	Bastante o Muy	-0,409	0,4915	-0,832	0,406	-1,376	0,558
	Mediana	-0,124	0,478	-0,26	0,795	-1,065	0,816
	Nada o poco ^a	0					
Frecuencia Identificación	Escala 0 a 52 semanas	0,027	0,0139	1,927	0,055	-0,001	0,054

Tabla anexa XXXVIII (continuación) - Coeficientes fijos (β), desviación (DE), Prueba T y significación (p) de cada una de las categorías de las variables explicativas usadas en los cinco modelos para determinar su impacto en la escala de conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad.

Dominio		β	DE	t	p	Intervalo de confianza al 95%	
VARIABLES explicativas	Categoría/Escala					Inferior	Superior
Práctica de Identificación de organismos (continuación)							
Materiales	Identificación Escala 0 a 5 materiales	0,409	0,2113	1,934	0,054	-0,007	0,825
Situación	En 2 o más situaciones	1,86	0,8255	2,253	0,025	0,235	3,485
Identificación	Familiar	0,054	0,5941	0,091	0,928	-1,115	1,223
	Informal	0,952	1,0195	0,934	0,351	-1,054	2,959
	Formal	0,551	0,639	0,862	0,389	-0,707	1,809
	No ha realizado actividades ID	0					
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación							
Escala de comprensión de la biodiversidad* Escala de 0ª a 10		0,479	0,1073	4,467	0,000	0,268	0,691
Importancia de la biodiversidad	Bastante o Muy	1,202	0,8134	1,478	0,141	-0,399	2,803
	Mediana	0,488	0,7445	0,655	0,513	-0,977	1,953
	Nada o pocoª	0					
Cita beneficios de la biodiversidad	Si*	1,482	0,4017	3,689	0,000	0,691	2,272
	Noª	0					
Importancia de la conservación	Bastante o Muy	1,215	0,7551	1,61	0,109	-0,271	2,702
	Mediana	1,248	0,7464	1,672	0,096	-0,221	2,717
	Nada o pocoª	0					
Animales de los alrededores	Cita animales exóticos, mascotas o ganado	0,863	0,7196	1,199	0,232	-0,553	2,279
	Cita animales autóctonos silvestres	1,012	0,6628	1,527	0,128	-0,292	2,317
	No contesta/Cita animales no especificadosª	0					
Plantas de los alrededores	Cita plantas ornamentales u hortícolas	-0,809	0,4989	-1,621	0,106	-1,791	0,173
	Cita plantas autóctonas	-0,231	0,4099	-0,563	0,574	-1,037	0,576
	No contesta/Cita plantas no especificadasª	0					

ªcategoría/valor de referencia; *categorías significativas de las variables significativas.

Tabla anexa XXXIX - Efectos fijos (F), grados de libertad (gl1 y gl2) y significación (p valor) de las variables usadas en los cinco modelos (Socio demografía y entorno familiar, Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales, Experiencia de la naturaleza y Práctica de las Ciencias Naturales, Práctica de Identificación de organismos, Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad) para determinar el impacto en la importancia atribuida a la biodiversidad.

Modelo	Origen	F	gl1	gl2	Sig.	
Características sociodemográficas y entorno familiar	Modelo corregido*	6,707	6	303	0	
	Profesión del padre	0,959	1	303	0,328	
	Profesión de la madre	0,096	1	303	0,757	
	Estudios padre*	3,841	1	303	0,051	
	Estudios madre*	4,37	1	303	0,037	
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales	Modelo corregido*	4,928	12	297	0	
	Conoce ONGs	2,587	1	297	0,109	
	Preocupación por el ambiente*	8,092	2	297	0	
	Gusto Ciencias Naturales/Biología	0,653	2	297	0,521	
	Facilidad Ciencias Naturales/ Biología	0,222	2	297	0,801	
	Calificación Ciencias Naturales /Biología*	3,141	3	297	0,026	
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales	Modelo corregido*	5,081	10	299	0	
	Frecuencia caminada	0,026	1	299	0,871	
	Frecuencia fotografía de la naturaleza	2,653	1	299	0,104	
	Frecuencia observación de la naturaleza	10,934	1	299	0,001	
	Fuente de aprendizaje sobre biodiversidad:					
	Medios de comunicación	0,287	1	299	0,592	
	Museos y centros de ciencia	2,66	1	299	0,104	
	Actividades en la naturaleza	1,564	1	299	0,212	
	En la escuela	0,163	1	299	0,687	
	Amigos o familiares*	5,569	1	299	0,019	
Práctica de Identificación de organismos	Modelo corregido*	3,288	12	297	0	
	Importancia Id*	3,498	2	297	0,032	
	Dificultad Id	1,067	2	297	0,345	
	Frecuencia Id*	5,429	1	297	0,02	
	Materiales Id	0,591	1	297	0,443	
	Situación Id	0,652	4	297	0,626	
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación	Modelo corregido*	6,392	11	298	0	
	Escala de comprensión de la biodiversidad*	8,662	1	298	0,004	
	Escala conocimiento de acciones	2,775	1	298	0,097	
	Beneficios de la biodiversidad	0,295	1	298	0,587	
	Importancia de la conservación*	18,513	2	298	0	
	Animales de los alrededores	0,361	2	298	0,698	
	Plantas de los alrededores	0,459	2	298	0,633	

* indica las variables significativas ($p < 0,05$).

Tabla anexa XL - Coeficientes fijos (β) de cada una de las categorías de las variables usadas en los distintos modelos construidos por área temática.

Dominio	Categoría	Variable	β	DE	T	p	Intervalo de confianza 95%		Odds ratio	95% de intervalo de confianza para Exp (Coeficiente)		Incremento del cociente de probabilidad (%)
							Inf.	Sup.		Inf.	Sup.	
Características sociodemográficas y entorno familiar												
	Profesión del padre relacionada con el ambiente											
		Si	0,452	0,462	0,979	0,328	-0,456	1,361	1,572	0,634	3,898	57,17
		No ^a	0,000									
	Profesión de la madre relacionada con el ambiente											
		Si	0,304	0,983	0,309	0,757	-1,630	2,238	1,355	0,196	9,377	35,54
		No ^a	0									
	Nivel de estudios del padre											
		Universitarios	0,627	0,320	1,960	0,051	-0,003	1,256	1,871	0,997	3,510	87,11
		No universitarios ^a	0									
	Nivel de estudios de la madre											
		Universitarios*	0,656	0,314	2,091	0,037	0,039	1,274	1,927	1,039	3,574	92,74
		No universitarios ^a	0									
Afinidad hacia la naturaleza, el ambiente y las ciencias naturales												
	Conoce ANMA											
		Si	0,470	0,292	1,608	0,109	-0,105	1,046	1,600	0,900	2,845	60,04
		No ^a	0									
	Preocupación ambiental											
		Bastante o Muy*	1,477	0,470	3,141	0,002	0,552	2,402	4,379	1,736	11,049	337,95
		Mediana	0,524	0,476	1,103	0,271	-0,411	1,460	1,690	0,663	4,307	68,96
		Nada o poco ^a	0									
	Gusto Ciencias Naturaleza/Biología											
		Bastante o Muy	0,318	0,429	0,741	0,459	-0,526	1,162	1,374	0,591	3,195	37,39
		Mediana	-0,015	0,430	0,034	0,973	-0,860	0,831	0,986	0,423	2,295	-1,45
		Nada o poco ^a	0									
	Facilidad Ciencias Naturaleza/Biología											
		Bastante o Muy	0,143	0,384	0,372	0,710	-0,612	0,898	1,154	0,542	2,455	15,36
		Mediana	0,218	0,327	0,666	0,506	-0,426	0,861	1,243	0,653	2,366	24,34
		Nada o poco ^a	0									
	Calificación CN/Biología											
		Sobresaliente*	1,524	0,603	2,528	0,012	0,338	2,711	4,593	1,402	15,047	359,28
		Notable	0,738	0,399	1,851	0,065	-0,046	1,523	2,092	0,955	4,585	109,2
		Aprobado	0,131	0,350	0,374	0,709	-0,557	0,819	1,140	0,573	2,267	13,97
		Insuficiente ^a	0									
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales												
	Frecuencia de caminata 0 ^a a 52 semanas											
			-0,001	0,007	0,162	0,871	-0,015	0,012	0,999	0,986	1,012	-0,11
	Frecuencia fotografía 0 ^a a 52 semanas											
			-0,013	0,008	1,629	0,104	-0,029	0,003	0,987	0,972	1,003	-1,29
	Frecuencia observación fauna/flora* 0 ^a a 52 semanas											
			0,025	0,008	3,307	0,001	0,010	0,040	1,026	1,010	1,041	2,56
	Fuente Medios de comunicación											
		Si	0,244	0,455	0,536	0,592	-0,651	1,139	1,276	0,521	3,123	27,6
		No ^a	0									

^a categoría/valor de referencia. * categorías significativas de las variables significativas.

Tabla anexa XL (continuación) - Coeficientes fijos (β) de cada una de las categorías de las variables usadas en los distintos modelos construidos por área temática.

Dominio	Categoría	Variable	β	DE	T	p	Intervalo de confianza 95%		Odds ratio	95% de intervalo de confianza para Exp (Coeficiente)		Incremento del cociente de probabilidad (%)
							Inf.	Sup.		Inf.	Sup.	
Experiencia de la naturaleza y práctica de las ciencias naturales (continuación)												
Fuente Museos y centros de ciencia												
		Si	0,671	0,411	1,631	0,104	-0,139	1,480	1,955	0,871	4,392	95,55
		No ^a	0									
Fuente Actividades en la naturaleza												
		Si	0,456	0,365	1,250	0,212	-0,262	1,173	1,578	0,770	3,233	57,76
		No ^a	0									
Fuente Escuela												
		Si	0,171	0,424	0,404	0,687	-0,663	1,005	1,187	0,515	2,732	18,67
		No ^a	0									
Fuente Amigos o familiares												
		Si*	0,844	0,358	2,360	0,019	0,140	1,548	2,326	1,151	4,702	132,59
		No ^a	0									
Práctica de Identificación de organismos												
Importancia de la identificación												
		Bastante o Muy*	2,037	0,824	2,473	0,014	0,416	3,658	7,667	1,516	38,786	666,69
		Mediana*	1,700	0,856	1,985	0,048	0,014	3,385	5,473	1,014	29,522	447,26
		Nada o poco ^a	0									
Dificultad en la identificación												
		Bastante o Muy	0,373	0,344	1,086	0,278	-0,303	1,049	1,452	0,738	2,856	45,23
		Mediana	-0,022	0,336	0,067	0,947	-0,684	0,639	0,978	0,504	1,895	-2,22
		Nada o poco ^a	0									
Frecuencia de realización de actividades de identificación* 0 ^a a 52 semanas												
			0,025	0,011	2,330	0,020	0,004	0,046	1,025	1,004	1,047	2,51
Tipos de materiales usados en la identificación de organismos												
		0 ^a a 5 tipos	0,115	0,150	0,769	0,443	-0,179	0,409	1,122	0,836	1,506	12,18
Situación de realización de actividades de identificación												
		En 2 o más	0,145	0,581	0,249	0,803	-0,998	1,288	1,156	0,368	3,626	15,59
		Familiar	-0,309	0,413	0,748	0,455	-1,121	0,503	0,734	0,326	1,654	-26,56
		Informal	0,582	0,760	0,765	0,445	-0,914	2,078	1,789	0,401	7,987	78,91
		Formal	-0,144	0,447	0,322	0,747	-1,024	0,736	0,866	0,359	2,087	-13,43
		Nunca realizó ^a	0,000									
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación												
Comprensión de la biodiversidad* Escala 0 ^a a 10 unidades												
			0,277	0,094	2,943	0,004	0,092	0,462	1,319	1,096	1,587	31,87
Conocimiento de acciones para conservar la biodiversidad Escala 0 ^a a 10 unidades												
			0,084	0,050	1,666	0,097	-0,015	0,182	1,087	0,985	1,200	8,71
Cita beneficios de la biodiversidad												
		Si	0,198	0,364	0,543	0,587	-0,519	0,915	1,219	0,595	2,496	21,88
		No ^a	0,000									

^a categoría/valor de referencia. * categorías significativas de las variables significativas.

Tabla anexa XL (continuación) - Coeficientes fijos (β) de cada una de las categorías de las variables usadas en los distintos modelos construidos por área temática.

Dominio	Categoría	Variable	β	DE	T	p	Intervalo de confianza 95%		Odds ratio	95% de intervalo de confianza para Exp (Coeficiente)		Incremento del cociente de probabilidad (%)
							Inf.	Sup.		Inf.	Sup.	
Conocimientos y actitudes hacia la biodiversidad y su conservación (continuación)												
	Importancia conservación											
		Bastante o Muy*	3,381	1,052	3,215	0,001	1,312	5,450	29,396	3,712	232,805	2839,64
		Mediana	1,398	1,088	1,284	0,200	-0,744	3,539	4,045	0,475	34,439	304,54
		Nada o poco ^a	0									
	Animales de los alrededores citados											
		Exóticos o domésticos	-0,279	0,576	0,485	0,628	-1,412	0,854	0,756	0,244	2,349	-24,35
		Autóctonos silvestres	-0,412	0,524	0,787	0,432	-1,442	0,618	0,662	0,236	1,855	-33,78
		No contesta/especifica	0									
	Plantas de los alrededores citadas											
		Ornamentales u hortícolas	-0,201	0,431	0,467	0,641	-1,049	0,646	0,818	0,350	1,909	-18,23
		Autóctonas	0,170	0,360	0,471	0,638	-0,539	0,878	1,185	0,583	2,407	18,48
		No contesta/especifica ^a	0									

^a categoría/valor de referencia. *categorías significativas de las variables significativas.

Tabla anexa XLI – Contraste de hipótesis con la prueba no paramétrica Wilcoxon para determinar diferencias entre dos muestras relacionadas pretest/posttest. La hipótesis nula supone que no hay diferencias entre los test (pretest y posttest), y la hipótesis alternativa considera que sí hay diferencias entre las puntuaciones obtenidas en el pretest y el posttest. Se acepta la hipótesis alternativa para valores de $p < 0,05$ indicados a negrito.

Diferencia entre el posttest y el pretest	Todos los alumnos		Convencional		Orthopter-On	
	Z	p	Z	p	Z	P
Escala comprensión de la biodiversidad	-6,350 ^b	0,000	-4,381 ^b	0,000	-4,529 ^b	0,000
Importancia de la biodiversidad	-5,392 ^b	0,000	-3,798 ^b	0,000	-3,842 ^b	0,000
Cita beneficios de la biodiversidad	-5,334 ^b	0,000	-3,772 ^b	0,000	-3,772 ^b	0,000
Menciona servicios de aprovisionamiento	-3,781 ^b	0,000	-2,236 ^b	0,025	-3,153 ^b	0,002
Menciona servicios de regulación	-0,943 ^b	0,346	0,000 ^c	1,000	-1,414 ^b	0,157
Menciona servicios culturales	-1,134 ^b	0,257	0,000 ^c	1,000	-1,342 ^b	0,180
Menciona servicios de soporte	-3,910 ^b	0,000	-3,157 ^b	0,002	-2,353 ^b	0,019
Escala de conocimiento de acciones de conservación	-7,263 ^b	0,000	-4,334 ^b	0,000	-5,798 ^b	0,000
Observación de organismos camino al instituto	-2,138 ^c	0,033	-2,268 ^d	0,023	-,756 ^d	0,450
Organismos observados	-1,056 ^b	0,291	-,215 ^d	0,830	-1,480 ^b	0,139
Importancia de identificar organismos	-1,891 ^b	0,059	-1,346 ^b	0,178	-1,336 ^b	0,182
No sabe por qué es importante identificar	-3,311 ^c	0,001	-3,402 ^d	0,001	-1,300 ^d	0,194
Motivo para la importancia de identificar organismos:						
conocimiento	-1,134 ^b	0,257	-,522 ^b	0,602	-1,095 ^b	0,273
utilitario	0,000 ^d	1	0,000 ^c	1,000	,000 ^c	1,000
conservación	-2,294 ^b	0,022	-1,508 ^b	0,132	-1,732 ^b	0,083
intrínseco	-0,577 ^c	0,564	-,577 ^b	0,564	-1,000 ^d	0,317
no importa	-1,500 ^b	0,134	-1,667 ^b	0,096	-,378 ^b	0,705

^bSe basa en rangos negativos (posttest<pretest). ^cSe basa en rangos positivos (posttest>pretest). ^dLa suma de rangos negativos es igual a la suma de rangos positivos.

Tabla anexa XLII - Número de estudiantes (N) que presentan rangos positivos, negativos y empates en el resultado de la diferencia entre los valores del pretest y del postest. Se presentan solamente aquellas variables en las que las diferencias entre el postest y el pretest resultan significativas.

Variables cuya diferencia entre el resultado obtenido en las respuestas al postest y al pretest son significativas		N	Rango promedio	Suma de rangos
Escala de comprensión de la biodiversidad	Rangos negativos	29	38,52	1117,00
	Rangos positivos	87	65,16	5669,00
	Empates	54		
	Total	170		
Importancia de la biodiversidad	Rangos negativos	26	52,42	1363,00
	Rangos positivos	84	56,45	4742,00
	Empates	76		
	Total	186		
Cita o no beneficios de la biodiversidad	Rangos negativos	10	31,50	315,00
	Rangos positivos	52	31,50	1638,00
	Empates	150		
Menciona servicios de aprovisionamiento	Total	212		
	Rangos negativos	7	19,00	133,00
	Rangos positivos	30	19,00	570,00
Menciona servicios de soporte	Empates	175		
	Total	212		
	Rangos negativos	13	28,00	364,00
Escala de conocimiento de acciones de conservación	Rangos positivos	42	28,00	1176,00
	Empates	157		
	Total	212		
Observación de organismos camino al colegio	Rangos negativos	23	29,15	670,50
	Rangos positivos	89	63,57	5657,50
	Empates	24		
No sabe por qué es importante identificar organismos	Total	136		
	Rangos negativos	36	28,50	1026,00
	Rangos positivos	20	28,50	570,00
Motivo para la importancia de identificar organismos - conservación	Empates	156		
	Total	212		
	Rangos negativos	41	29,00	1189,00
Motivo para la importancia de identificar organismos - conservación	Rangos positivos	16	29,00	464,00
	Empates	155		
	Total	212		
Motivo para la importancia de identificar organismos - conservación	Rangos negativos	6	12,00	72,00
	Rangos positivos	17	12,00	204,00
	Empates	189		
	Total	212		

Tabla anexa XLIII – Contraste de hipótesis con la prueba no paramétrica Wilcoxon para determinar diferencias entre dos muestras relacionadas pretest/postest. La hipótesis nula supone que no hay diferencias entre los test (pretest y postest), y la hipótesis alternativa considera que hay diferencias entre las puntuaciones obtenidas en el pretest y el postest. El análisis se presenta por instituto y por grupo clase convencional y clase Orthopter-On. Se acepta la hipótesis alternativa para valores de $p > 0,05$ indicados en **negrito**.

Variable	IES		Joaquin Turina				El Escorial				
	Grupo		Convencional		Orthopter-On		Convencional		Orthopter-On		
			Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	
Escala de conocimiento de la biodiversidad			-4,249 ^b	0,000	-2,542 ^b	0,011	-1,403 ^b	0,161	-0,557 ^b	0,577	
Importancia de la biodiversidad			-3,372 ^b	0,001	-1,286 ^b	0,198	-2,324 ^b	0,020	-3,153 ^b	0,002	
Cita o no beneficios de la biodiversidad			-2,840 ^b	0,005	-2,309 ^b	0,021	-1,414 ^b	0,157	-2,121 ^b	0,034	
Menciona servicios de aprovisionamiento			-2,111 ^b	0,035	-2,111 ^b	0,035	0,000 ^d	1,000	-2,236 ^b	0,025	
Menciona servicios de regulación			-0,447 ^c	0,655	-1,414 ^b	0,157	0,000 ^d	1,000	-1,000 ^b	0,317	
Menciona servicios culturales			-0,577 ^b	0,564	-1,000 ^b	0,317	-1,000 ^c	0,317	-1,134 ^b	0,257	
Menciona servicios de soporte			-2,324 ^b	0,020	0,000 ^d	1,000	-1,414 ^b	0,157	-1,667 ^b	0,096	
Escala de conocimiento de acciones de conservación			-3,413 ^b	0,001	-3,555 ^b	0,000	-0,670 ^b	0,503	-3,183 ^b	0,001	
Observación de organismos camino al colegio			-2,121 ^c	0,034	-2,449 ^c	0,014	-1,414 ^c	0,157	-1,633 ^c	0,102	
Organismos observados			-0,333 ^b	0,739	-1,155 ^b	0,248	-1,000 ^b	0,317	-1,732 ^c	0,083	
Importancia de identificar organismos			-1,038 ^b	0,299	-0,636 ^b	0,524	-0,758 ^b	0,448	-0,054 ^b	0,957	
No sabe por qué es importante			-2,530 ^c	0,011	-1,807 ^c	0,071	-1,000 ^c	0,317	-1,000 ^c	0,317	
Motivo para la importancia de identificar organismos:											
conocimiento			-0,816 ^b	0,414	-1,500 ^b	0,134	-0,707 ^c	0,480	-1,342 ^b	0,180	
utilitario			-0,333 ^b	0,739	-1,414 ^b	0,157	-0,447 ^b	0,655	-0,577 ^c	0,564	
conservación			-2,236 ^b	0,025	-1,000 ^b	0,317	-1,414 ^b	0,157	-1,000 ^b	0,317	
intrínseco			-1,414 ^b	0,157	0,000 ^d	1,000	0,000 ^d	1,000	-1,732 ^c	0,083	
no es importante			-1,000 ^b	0,317	0,000 ^d	1,000	0,000 ^d	1,000	0,000 ^d	1,000	

Variable	IES		Guadarrama				Sierra de Guadarrama				
	Grupo		Convencional		Orthopter-On		Convencional		Orthopter-On		
			Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	
Escala de conocimiento de la biodiversidad			-2,388 ^b	0,017	-2,393 ^b	0,017	-0,032 ^b	0,975	-2,854 ^b	0,004	
Importancia de la biodiversidad			-0,237 ^b	0,813	-0,577 ^b	0,564	-1,153 ^b	0,249	-2,579 ^b	0,010	
Cita o no beneficios de la biodiversidad			-1,000 ^b	0,317	-1,000 ^b	0,317	-1,890 ^b	0,059	-1,890 ^b	0,059	
Menciona servicios de aprovisionamiento			0,000 ^d	1,000	0,000 ^d	1,000	-1,134 ^b	0,257	-1,000 ^b	0,317	
Menciona servicios de regulación			0,000 ^d	1,000	-1,000 ^c	0,317	-1,000 ^b	0,317	-1,000 ^b	0,317	
Menciona servicios culturales			-1,000 ^b	0,317	0,000 ^d	1,000	0,000 ^d	1,000	0,000 ^d	1,000	
Menciona servicios de soporte			0,000 ^d	1,000	-1,732 ^b	0,083	-1,633 ^b	0,102	-1,414 ^b	0,157	
Escala de conocimiento de acciones de conservación			-1,461 ^b	0,144	-1,983 ^b	0,047	-1,925 ^b	0,054	-2,829 ^b	0,005	
Observación de organismos camino al colegio			0,000 ^d	1,000	-1,000 ^b	0,317	-1,000 ^c	0,317	-1,155 ^b	0,248	
Organismos observados			0,000 ^d	1,000	-1,414 ^b	0,157	-1,000 ^c	0,317	-1,303 ^b	0,193	
Importancia de identificar organismos			-1,265 ^b	0,206	-1,000 ^b	0,317	-0,471 ^c	0,637	-1,191 ^b	0,234	
No sabe por qué es importante			-1,890 ^c	0,059	-1,732 ^b	0,083	-1,134 ^c	0,257	-0,378 ^c	0,705	
Motivo para la importancia de identificar organismos:											
conocimiento			-0,333 ^b	0,739	-1,000 ^c	0,317	-0,632 ^b	0,527	-0,447 ^c	0,655	
utilitario			-0,577 ^b	0,564	-1,414 ^c	0,157	-1,342 ^c	0,180	-0,302 ^c	0,763	
conservación			0,000 ^d	1,000	-1,000 ^b	0,317	-1,000 ^c	0,317	-0,816 ^b	0,414	
intrínseco			0,000 ^d	1,000	-0,577 ^b	0,564	-1,000 ^c	0,317	-1,000 ^c	0,317	
no es importante			0,000 ^d	1,000	0,000 ^d	1,000	-1,732 ^b	0,083	-1,000 ^b	0,317	

Tabla anexa XLIV – Materiales usados en la identificación de organismos citados por los dos cursos teniendo en cuenta las siguientes categorías Materiales Auxiliares, Materiales Didácticos y Materiales de Oportunidad.

Materiales	Categoría	1ºESO	% en la categoría	1º BACH	% en la categoría
Lupas/microscopios		50	82%	28	87,5%
Pinzas	Auxiliares	4	6,6%	1	3,1%
Prismáticos/telescopios		7	11,4%	3	9,4%
Claves de Identificación		4	10%	7	18,4%
Guías de Campo		5	12,5%	14	36,8%
Imágenes	Didácticos	2	5,5%	3	7,9%
Información características		6	15%	7	18,4%
Internet		15	37,5%	3	7,9%
Libros		8	20%	4	10,5%
Ayuda de especialistas		0	0	1	11,1%
Organismos	Oportunidad	4	100%	7	77,8%
Salidas de campo		0	0	1	11,1%
Otros		3	100%	5	100%