

Ecosistemas e impactos ambientales en el norte de Marruecos. Materiales para una excursión didáctica

*Autor: Luis Javier Barbadillo
I.E.E.S. Nuestra Señora del Pilar
Tetuán (Marruecos)*

INTRODUCCIÓN

La actividad que aquí se presenta es fruto de un trabajo tanto de experimentación didáctica como de investigación científica que se ha prolongado por un periodo de más de tres años. Se han realizado más de cincuenta visitas a la zona de estudio y decenas de prospecciones y muestreos científicos que han conducido al sorprendente descubrimiento de nuevas poblaciones de especies en inminente peligro de desaparición y que han dado lugar a diversas comunicaciones en congresos científicos internacionales, lo que avala el carácter científico e innovador del trabajo. La actividad constituye por otra parte una experiencia didáctica que se viene poniendo en práctica desde hace ya tres cursos con alumnos de Bachillerato y que, año a año, se ha ido ampliando, modificando y mejorando en función de los resultados obtenidos y de los nuevos descubrimientos hechos, siendo en la actualidad una actividad extraescolar muy demandada y extraordinariamente valorada por aquellos alumnos que han tenido ocasión de realizarla.

Tal como aquí se presenta, la actividad en su conjunto está diseñada y concebida para su puesta en práctica con alumnos de 2º de Bachillerato de la asignatura “***Ciencias de la tierra y medioambientales***”. No obstante, la estructura de la misma permite, mediante la selección de las paradas mas apropiadas o de las actividades a realizar en cada una de ellas, su inmediata adaptación para llevarla a cabo con alumnos de la asignatura “***Biología y Geología***” de 1º de Bachillerato (bloques de contenidos relacionados con las rocas, la biodiversidad y su conservación) o, en su caso, de 4º de la ESO (bloques de contenidos relacionados con el modelado del relieve, las deformaciones tectónicas, los ecosistemas y la incidencia humana en los mismos).

CONTENIDOS DE ESTA GUÍA DIDÁCTICA

La guía didáctica que aquí se presenta incluye los siguientes apartados:

- 1. Resumen de la actividad:** Breve sinopsis del tipo de recorrido que se va a llevar a cabo y del marco general en el que se desarrolla la misma.
- 2. Objetivos de la actividad:** Relación de objetivos didácticos que se persiguen.
- 3. Material de trabajo:** Instrumentos y material de trabajo imprescindible para llevar a cabo la actividad.
- 4. Recomendaciones:** Una serie de indicaciones de interés relacionadas con el perfil de los destinatarios, vestuario mas adecuado, medios de transporte, época del año recomendable y otros aspectos importantes a tener en cuenta.

5. La Ruta: Descripción detallada de la ruta a realizar, con indicación precisa de cada uno de los enclaves a visitar y kilometraje.

Incluye:

- ✓ *Metodología* empleada para la confección de la ruta
- ✓ *Mapa de la ruta y cuadro de puntos de ruta (Véanse Anexos)*. En ellos se detallan los principales centros o focos de interés del camino (cruces, paradas, pistas forestales, árboles notables, puentes, vistas panorámicas, etc.), todo ello con indicación individualizada de las coordenadas geográficas (UTM) registradas a través de GPS.
- ✓ *Sinopsis del recorrido*: Indicaciones precisas para llevar a cabo la ruta sin perderse.

6. Sinopsis geológica de la ruta: Breve introducción sobre los aspectos geológicos más significativos del itinerario, sobre los cuales se llevarán a cabo varias de las actividades. Incluye un *mapa geológico* de la zona a visitar

7. Sinopsis ecológica: idéntico planteamiento al del capítulo anterior referido en esta ocasión a los principales ecosistemas que tendremos ocasión de observar durante nuestro recorrido.

8. Paradas y actividades a realizar: Guía abierta de las principales actividades que se pueden llevar a cabo con los alumnos, especificadas según paradas.

9. Bibliografía

10. Láminas: Alrededor de doscientas fotografías originales del autor del trabajo, ordenadas por unidades temáticas, sobre las paradas y los elementos más singulares y/o abundantes de la flora y fauna de la región a visitar, láminas que pueden ser suministradas a los alumnos como guía visual sobre la que basar las actividades de identificación y de clasificación de organismos.

11. Miscelánea fotográfica: Colección de fotografías originales del autor del trabajo que ilustran profusamente los principales elementos que integran la fauna y flora de la región, así como las formaciones geológicas más significativas del recorrido, los principales impactos ambientales que pueden observarse y un conjunto de paisajes especialmente seleccionados para su análisis por parte de los alumnos en la concepción del paisaje como recurso. El objetivo fundamental de esta colección fotográfica es introducir al alumno en el conocimiento de la región, en una fase previa a la realización de la excursión y a través de la proyección de dichas imágenes. El tratamiento individualizado de cada fotografía, su ordenación por carpetas y su formato permiten una selección abierta por parte del profesorado que las quiera utilizar, así como un montaje sencillo en cualquier programa de los disponibles para la realización de presentaciones (Power Point, por ejemplo).

1. RESUMEN DE LA ACTIVIDAD:

Se trata de efectuar un recorrido por una amplia variedad de ecosistemas que presentan, a su vez, distintos grados de interferencia antrópica y, en consecuencia, de impactos ambientales. Se tendrá así la oportunidad de observar y analizar desde enclaves que evidencian una degradación medioambiental extrema (vertedero de Tetuán, por ejemplo), hasta otros que se han conservado

prácticamente vírgenes o que muestran, al menos, impactos ambientales menores, representando las etapas finales o climácicas en la evolución de ecosistemas maduros; este es el caso de los bosques mixtos de quejigo moruno y alcornoque que se localizan en las proximidades de Moulay Abdesalam, uno de de las formaciones boscosas mejor conservadas del Rif y que, lamentablemente, se encuentra en inminente peligro de degradación y desaparición.

En definitiva, se pretende que los alumnos, independiente del nivel educativo en el que se encuentren, conozcan y aprendan a valorar la enorme riqueza del patrimonio natural de su entorno inmediato y tomen conciencia de la importancia que reviste su conservación en los contextos medioambientales y socio-económicos. Los alumnos tienen además la oportunidad de observar “*in situ*” los principales impactos ambientales que se están produciendo en los ecosistemas naturales (deforestación, erosión y pérdida de suelo fértil, pérdida de biodiversidad, contaminación de las aguas), contenidos que se abordan en el aula desde una perspectiva mas teórica.

Finalmente, los alumnos deberían ser capaces de proponer medidas efectivas y razonadas que viniesen a paliar o a evitar los efectos negativos sobre el entorno de los impactos ambientales detectados.

2. OBJETIVOS FUNDAMENTALES DE LA ACTIVIDAD:

- Conocer mejor el entorno que les rodea, fomentando valores de respeto y de conservación por el Medio Ambiente Natural.
- Conocer los diferentes ecosistemas del norte de Marruecos, tanto en lo que se refiere al biotopo (topografía, litología, aguas superficiales) como a la biocenosis (flora y fauna).
- Realizar un inventario florístico y un herbario de la zona visitada
- Realizar un inventario faunístico de la zona visitada
- Reconocer en los ecosistemas diferentes grados de interferencia antrópica.
- Reconocer “*in situ*” los principales impactos ambientales que ya han sido tratados como conceptos teóricos en el aula.
- Proponer medidas preventivas y correctoras a los impactos ambientales detectados.
- Reconocer tanto los elementos comunes como los elementos singulares que identifican y caracterizan los ecosistemas del sur de la Península Ibérica y del norte de Marruecos.
- Reconocer al paisaje como un recurso más a conservar y proteger.

3. MATERIAL DE TRABAJO

3.1. Material de trabajo para los alumnos:

Cada grupo (de tres a cinco alumnos por grupo) deberá llevar:

- Cuaderno de campo

- Un juego de láminas plastificadas de flora y fauna (suministradas en este trabajo)
- Mapa detallado del recorrido (suministrado en este trabajo)
- Un juego de actividades a realizar (serán seleccionadas por el profesor entre las suministradas en este trabajo en función del nivel educativo o de otros criterios que se estimen oportunos)
- Juego de lápiz, sacapuntas y goma de borrar
- Prismáticos (mínimo uno por grupo)
- 20 Bolsas de plástico, de 20x40 cm o similar tamaño, para recogida de muestras
- Tarro de cristal con cierre hermético para tomar muestras de agua (puede servir cualquier bote de conserva vacío, de 500 ml. o de capacidad similar)
- Brújula (en caso de que se vayan a realizar actividades de orientación geográfica)

3.2. Material que puede ser de utilidad para el profesorado y el gran grupo:

- Mapa geológico de la región de Tetuán (suministrado en este trabajo)
- GPS manual. Imprescindible si no se ha llevado a cabo previamente el recorrido.

4. RECOMENDACIONES

4.1. *Cuándo realizar la excursión:*

Aunque el planteamiento didáctico sobre el que se ha concebido la actividad permite llevarla a cabo en cualquier época del año, abril y mayo son, sin duda, los meses idóneos para realizarla. En esta época del año, todos los árboles y arbustos tienen ya hojas y muchas especies se encuentran en plena floración, lo que ocurre igualmente con numerosas herbáceas, lo cual facilita enormemente la identificación de las mismas, así como la elaboración de herbarios por parte de los alumnos. Por otro lado, es la mejor época para observar vertebrados. Así, los reptiles - incluidas las serpientes - se encuentran ya plenamente activos, los anfibios mantienen todavía cierta actividad primaveral (son observables también puestas y larvas) y las aves se muestran particularmente detectables al estar enfrascadas en tareas reproductivas y de cría. Además, las lluvias primaverales han permitido la proliferación de setas, los helechos reverdecen y los riachuelos, arroyos y charcas suelen estar plétóricos de agua y de vida. Por si esto fuera poco, las temperaturas suelen ser muy agradables y, en los días más soleados, después de una caminata, un baño en las pozas del río resulta muy reconfortante.

Por último, mencionar que en la época recomendada, los días son relativamente largos, con mas horas de luz y mas tiempo para desarrollar la actividad sin excesivas prisas. Atentos no obstante a las posibles lluvias y a los fuertes vientos que, a veces, se presentan de repente y pueden estropear la excursión.

4.2. Inicio de ruta:

Aunque la ruta aquí especificada tiene por razones obvias como punto de origen la ciudad de Tetuán, la inclusión de las coordenadas geográficas UTM obtenidas a través de GPS de todas y cada una de las paradas recomendadas y de los puntos de referencia y de interés, permiten elaborar itinerarios similares o idénticos con origen en cualquier otra ciudad o enclave de Marruecos. Por otro lado, la proximidad de la ruta a las ciudades de Larache, Tánger y Tetuán hace particularmente recomendable esta actividad para los centros docentes españoles radicados en dichas ciudades.

4.3. Duración: Un día completo, desde primera hora de la mañana hasta el atardecer.

4.4. Indumentaria:

- ✓ Zapatillas deportivas o, mejor aún, botas de campo
- ✓ Ropa cómoda, a poder ser de algodón
- ✓ Gorra
- ✓ Prenda de abrigo (jersey o similar)
- ✓ Chubasquero
- ✓ Mochila pequeña

4.5. Medio de transporte:

Aunque en principio es posible el uso de autobuses convencionales, recomendamos el uso de microbuses, ya que algunos tramos de carretera son muy estrechos y con curvas pronunciadas que dificultan el paso. El utilizar microbuses facilita también el aparcamiento en las zonas disponibles para ello, algunas de las cuales son simples rellanos en el margen de la carretera.

4.6. Comida y bebida:

Cada alumno debe llevarse su propia comida y bebida. En el mapa se señala un pequeño establecimiento donde sirven té y refrescos. También se pueden comer pinchitos, chuletas, kefta y platos similares pero la espera resulta interminable y desesperante. Además, en un recorrido habitual, no se llega a dicho establecimiento hasta bien entrada la tarde.

5. LA RUTA

5.1. Elaboración de la ruta

La mayor parte del recorrido de la actividad se lleva a cabo a través de carreteras secundarias que no aparecen representadas en los mapas de Marruecos hasta la fecha disponibles. Por otro lado, el trayecto entre Moulay Abdesalam y la población de Al Hamra ha constituido hasta comienzos del año 2007 una pista forestal casi impracticable que sólo muy recientemente ha sido acondicionada y asfaltada, por lo que tampoco figura en mapa alguno. En consecuencia, el recorrido de la ruta que aparece en el mapa incluido en este trabajo ha tenido que ser íntegramente trazado a partir de precisas mediciones de coordenadas geográficas efectuadas “in situ” con un GPS de mano.

A lo largo de dicho recorrido, se han tomado referencias geográficas continuas a intervalos de cuatro metros, obteniéndose miles de puntos que mas tarde han sido transferidos a formato digital mediante un programa específico. Por último, las series de puntos se han tratado con un programa de retoque fotográfico digital, añadiendo símbolos, colores y otras referencias para, finalmente, imprimir el resultado en papel formato A3.

5.2. Mapa

El mapa finalmente obtenido esquematiza detalladamente el recorrido a realizar, con indicación expresa de las paradas recomendadas y de otros puntos de interés que pueden servir de referencia o como objetos de observación y estudio.

5.3. Cuadro de puntos de ruta

De manera complementaria, y aún más precisa, el cuadro titulado “*puntos de ruta*” describe detalladamente cada lugar de los señalados en el mapa, con comentarios acerca de la ruta a seguir en cada cruce de carreteras o caminos forestales, sitios u objetos de interés, altitud y, lo que es mas relevante, coordenadas geográficas UTM para todos los puntos. De esta manera, y tal como ya hemos comentado anteriormente, aunque la ruta aquí propuesta se inicia desde la ciudad de Tetuán, conociendo las coordenadas, puede seguirse o iniciarse a partir de cualquier otro punto de Marruecos.

5.4. Sinopsis del recorrido (ver mapa y cuadro de “puntos de ruta”):

- 1) Tomamos como referencia de salida la plaza donde se sitúa el IEES Nuestra Señora del Pilar de Tetuán, en la confluencia de las Avenidas de Mauritania y Hassan II. A partir de aquí, debemos tomar la Avda Hassan II en dirección oeste, hacia la Plaza de la Colombe Blanche.
- 2) Llegados a la rotonda de dicha plaza, giramos hacia la izquierda, para descender por la avenida que desemboca en la circunvalación de Tetuán, esto es en la autovía Ceuta-Tánger.
- 3) Al llegar a la autovía, debemos torcer de nuevo a la derecha, dirección oeste, hacia Tánger, hasta encontrar, a la salida de Tetuán, una desviación a la izquierda que indica dirección a Chefchauen.
- 4) Una vez en ruta por la carretera de Chefchauen, cruzamos el río Martil para posteriormente llegar hasta el vertedero de Tetuán, donde efectuaremos nuestra primera parada.
- 5) Con posterioridad, seguiremos la misma carretera hacia Chefchauen atravesando las poblaciones de Ben Karrich y, más tarde, de Zinat. Nada más atravesar Zinat, deberemos coger la primera desviación a la derecha, donde existe una señal que indica dirección a Beni Ider y Moulay Abdesalam. Se trata de una carretera secundaria, con el pavimento bastante deteriorado y curvas pronunciadas en algunos tramos, por lo que deberemos circular con mucha precaución.

Si no contamos con un GPS para rastrear con precisión la coordenadas geográficas señaladas en el mapa y en el cuadro de “puntos de ruta”, pondremos el cuenta kilómetros del vehículo a 0 en el mismo cruce de Zinat a Moulay Abdesalam, ya que éste es el punto de referencia kilométrica que aparece en el cuadro de “*puntos de ruta*” y en la descripción de las paradas.

6) A los 15 Kms. 200 m del cruce de Zinat, nos encontramos con otra bifurcación de carreteras. Debemos coger el desvío a la izquierda, el que baja al río, ya que el de la derecha se dirige a Beni Ider (lo señala).

7) El siguiente cruce de carreteras que nos encontramos se sitúa junto a una pequeña fortaleza. De nuevo deberemos coger la desviación a la izquierda, ya que de frente la carretera se dirige a Larache.

8) En el Km. 37, tras un acusado ascenso y numerosas curvas, una vez superados los 1200 m. de altitud, aparece un nuevo cruce de carreteras. Para seguir la ruta marcada en el mapa, deberemos coger la desviación a la derecha. En cualquier caso, si seguimos de frente, atravesaremos la pequeña población de Moulay Abdesalam y llegaremos a los pocos minutos a la explanada donde se acaba la carretera y desde la que se accede al santuario. Mas tarde, tendremos que regresar por el mismo camino hasta llegar de nuevo al cruce y seguir la carretera por la desviación antes señalada.

9) Apenas transcurridos 1800 metros desde el cruce al santuario, llegamos a un nuevo cruce. No debemos seguir de frente, sino coger la desviación que sale a la derecha, carretera que tras un largo recorrido (32,5 Kms) conecta con la población de Al Hamra, de nuevo ya en la carretera de Tetuán a Chefchauen. Durante los primeros 15 kms de recorrido, la carretera discurre por un bosque de extraordinaria belleza y excelente estado de conservación (al menos por el momento), pues se trata de una pista recién asfaltada – concretamente en 2007 – que atraviesa una zona hasta entonces virgen. Si vamos bien de tiempo, resulta muy recomendable realizar a pie algún recorrido corto a pie por las pistas forestales que nos encontramos en el trayecto y que se encuentran señaladas en el mapa y en el cuadro de puntos de ruta.

10) Cuando lleguemos a la población de Al Hamra, llegado el cruce que conecta con la carretera general Tetuán-Chefchauen, sólo tendremos que girar a la izquierda para llegar, tras unos 40 minutos de viaje, hasta nuestro punto de origen de la excursión en la ciudad de Tetuán.

6. SINOPSIS GEOLÓGICA DE LA RUTA

De los cuatro dominios geológicos que habitualmente se reconocen para Marruecos, la ruta discurre íntegramente por el denominado “**Dominio Rifeño**”, que incluye la Península de Tánger (Larache, Ashila, Tánger, Tetuán y Chefchauen) y la **cordillera del Rif**, siendo esta última el segmento más occidental de la **cadena Alpina Mediterránea**, de la que también forma parte, al otro lado del Estrecho, la **cordillera Bética**.

Las cordilleras Bética y Rifeña se originaron simultáneamente como consecuencia de la compresión que sobre el geosinclinal del Tethys (el “antiguo mar Mediterráneo”) produjo el choque, durante la orogenia Alpina, de las placas Africana, al sur, y Eurasiática (subplaca del Mar de Alborán), al norte. Por ello, existe un consenso generalizado a la hora de considerar ambas cordilleras como un mismo sistema, conocido como **Macizo Bético-Rifeño**.

Como consecuencia de los complejos fenómenos que dieron lugar a la región por donde discurre nuestra ruta, podemos encontrar diversidad de materiales y estructuras geológicas.

Entre los materiales que podemos encontrar en el Rif, se encuentran:

- a) EL **Zócalo o Basamento**, materiales de origen precámbrico y paleozoico, metamórficos, que sólo afloran en puntos muy concretos.
- b) **Series sedimentarias mesozoicas y cenozoicas** afectadas por la orogenia Alpina que se asientan sobre el zócalo.
- c) **Depósitos post-alpinos**, más frecuentes en zonas bajas y depresiones.

Dentro de las grandes formaciones geológicas que observaremos en la excursión, podemos destacar:

1) **La Dorsal Calcárea**

Se extiende desde el monte Jbel Musa, al norte, hasta el macizo de Bokkoya en las proximidades de Alhucemas, al este, y la región de Chefchauen y el parque nacional de Talasantane, al sur.

La columna estratigráfica de esta extraordinaria formación incluye materiales de muy diferente edad, que van del Pérmico al Oligoceno, destacando las calizas dolomíticas del Triásico-Jurásico inferior o Lías.

Dada su composición fundamentalmente caliza, las formaciones/estructuras geológicas típicas del **modelado kárstico** (lapiaces, lenares, cuevas y cavernas, simas, estalactitas y estalagmitas, tobas calizas, etc.) son fácilmente observables en esta Dorsal Calcárea.

2) **El Rif Central**

Distinguimos aquí:

2.a. La “**Zona Autóctona**”, constituida fundamentalmente por materiales tipo **margas** y/o **calizas margosas**, fácilmente erosionables y transportables, ofreciéndonos claros ejemplos de modelados característicos con **cárcavas**, **glacis** y/o **terrazas fluviales**, sobre todo en las zonas más llanas y bajas.

2.b. La “**Zona Alóctona**”, en gran parte constituida por las unidades conocidas como “**Flyschs**”, del Cenozoico y Mesozoico, de naturaleza variada (margosa, calco-margosa, areniscas micáceas, feldespáticas o tipo arcosa), cuyo proceso de formación debería constituir un importante foco de atención y de estudio por parte de los alumnos participantes en la excursión y que, consecuentemente, explicaremos a continuación con más detalle.

Bajo el nombre de flyschs se incluye un tipo de secuencia sedimentaria en la que alternan, de una manera bastante uniforme, materiales duros (areniscas, calizas), con materiales blandos (margas, por ejemplo). Las areniscas suelen presentar grano-selección; los granos de arena están sedimentados según su tamaño, de los más gruesos a los más finos.

El origen y la formación de los flyschs ha sido motivo de muchas investigaciones e incluso de polémicas. Hacia los años 50, la teoría más aceptada fue la conocida como “de las playas

fósiles", y se fundamentaba en la observación, en la superficie de las areniscas, de señales que recordaban a las marcas que dejan las olas en la arena de las playas.

En la actualidad, sin embargo, se acepta que su formación está relacionada con la existencia de las turbiditas, depósitos inicialmente transportados y posteriormente sedimentados por las denominadas corrientes de gran turbidez existentes en zonas profundas del océano. Fue en los años 30 cuando se pudo comprobar experimentalmente que, en los fondos marinos con pendiente, el agua fangosa puede fluir a gran velocidad por debajo de capas de agua más limpias y claras. Estas **corrientes de turbidez** fluyen a gran velocidad debido a la gran carga de sedimentos que transportan y, por lo tanto, a su gran densidad. Los sedimentos que deposita la corriente constituyen las **turbiditas**.

La formación de flyschs a partir de las corrientes de turbidez, se lleva a cabo mediante la siguiente secuencia, que puede repetirse sucesivamente:

1- Una corriente de turbidez, cargada de sedimentos en suspensión, se desliza por el talud continental y alcanza gran velocidad por su gran densidad. Esto hace que excave una serie de estructuras en la superficie por la que se deslizan (la original del fondo abisal o la de una secuencia turbidítica anterior).

2- En un momento determinado, empieza a disminuir la velocidad de la corriente y comienza a producirse la sedimentación y la correspondiente grano-selección; Inicialmente, se depositan los granos más gruesos, después los medianos y, por último, los más finos; a medida que desciende el flujo, se van formando sucesivas sedimentaciones, conformando una estructura laminar, si bien en esta segunda fase los sedimentos depositados son todavía de tipo arenoso.

3- Por último, cuando la corriente pierde toda su fuerza, se deposita el material más fino, lo que requiere un lapso de tiempo relativamente prolongado. De esta manera se genera la fracción arcillosa o más fina del estrato.

7. SINOPSIS ECOLÓGICA DE LA RUTA

La excursión está programada de tal manera que los alumnos puedan observar y analizar ecosistemas de su entorno cercano con muy distintos grados de interferencia antrópica y, consecuentemente, con estados de conservación muy diferentes. A grandes rasgos, podemos distinguir:

- A) Ecosistemas totalmente degradados, que representan etapas de extrema regresión. La flora y fauna original han desaparecido totalmente. El suelo y las aguas presentan un grado extremo de contaminación. El vertedero de Tetuán y sus alrededores constituirían ejemplos representativos de esta categoría.
- B) Ecosistemas muy degradados y/o contaminados, de difícil recuperación. La mayoría de los elementos florísticos y faunísticos originales han desaparecido, y la degradación del suelo y

la contaminación de las aguas son muy elevadas. El ecosistema fluvial de Río Martil, en las inmediaciones de Tetuán, constituye un buen ejemplo de este tipo.

- C) Ecosistemas con impactos ambientales evidentes, de naturaleza específica o de ámbito relativamente local, pero que han supuesto una acusada modificación de los ecosistemas naturales, con sustitución de la fauna y flora originales por otros elementos más oportunistas o de interés económico para el hombre. Aquí podríamos incluir las zonas rurales donde existen explotaciones agrícolas o ganaderas de tradición familiar, o incluso la propia Dorsal Calcárea en las cercanías de Tetuán.
- D) Ecosistemas sin impactos ambientales aparentes, que conservan una fisonomía natural, pero cuyo análisis evidencia una profunda intervención antrópica, con sustitución total o parcial de los elementos florísticos característicos de la etapa de madurez o climática, como es el caso de las repoblaciones forestales de pino o eucalipto que atraviesa la ruta.
- E) Ecosistemas que representan sucesiones secundarias del bosque original. El estrato arbóreo ha desaparecido total o parcialmente, estando constituida la vegetación dominante por formaciones arbustivas de sustitución (jarales, por ejemplo).
- F) Ecosistemas que conservan el bosque original, si bien más aclarado y con muestras evidentes de manejo o intervención humana, que pueden representar, según los casos, un aprovechamiento sostenible (saca de corcho, poda programada y regulada, ganadería extensiva) o insostenible (ganadería intensiva, podas ilegales dañinas y desproporcionadas, quemadas para la obtención de pastos, construcciones incontroladas, etc.).
- G) Ecosistemas que representan etapas climáticas o de madurez, con el bosque original prácticamente intacto, en un estado de conservación excelente que les confiere un valor añadido único por su excepcionalidad y, desgraciadamente, por su provisionalidad. Algunas masas de quejigar y alcornocal entre Moulay Abdesalam y Al Hamra representan magníficos ejemplos de este tipo de ecosistemas maduros.

8. PARADAS Y ACTIVIDADES A REALIZAR

PARADA 0. Vertedero de Tetuán.

Altitud 34 m.

El uso de **vertederos** constituye un método relativamente sencillo y barato para la “eliminación” de residuos, si bien suele conllevar multitud de problemas medioambientales. El vertedero de Tetuán constituye un meridiano ejemplo de mala gestión ambiental, pues presenta mas similitudes con un **vertedero ilegal** que con lo que debe ser un **vertedero moderno y controlado**. Con esta parada se pretende que los alumnos identifiquen las principales irregularidades y problemas que plantea una instalación de estas características, así como proponer medidas correctoras y de mejora.

Actividades a realizar:

1) Identificación de los principales problemas ambientales y riesgos provocados por el vertedero.

Deberán mencionarse al menos los siguientes:

- Contaminación atmosférica por malos olores
- Impacto visual paisajístico
- Alteración total del ecosistema original
- Lixiviados contaminantes del suelo
- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas por los lixiviados contaminantes
- Foco de infecciones y enfermedades transmitidos por distintos vectores (ratas, mosquitos, etc.)

2) Propuestas de medidas correctoras:

Los alumnos deberán proponer al menos algunas de las siguientes:

- Impermeabilizar el terreno para evitar el filtrado de lixiviados hasta las aguas subterráneas
- Recogida y canalización de lixiviados hasta balsas de tratamiento o almacenaje blindado
- Regeneración de zonas colmatadas mediante recubrimiento con tierra y replantación de especies vegetales autóctonas
- Instalación de respiraderos para salidas de gases y evitar posibles accidentes
- Vallado para evitar el acceso de personas y animales, y el riesgo de infecciones y contagios

3) Identificación de fauna:

Resulta sorprendente comprobar cómo algunas especies oportunistas utilizan los vertederos como una fuente de recursos alimenticios. Los alumnos podrán observar y, en su caso identificar con la ayuda del profesor, algunas aves como las **gaviotas**, las **cigüeñas blancas**, los **milanos**, **garcillas buayeras** y diversos **córvidos** (grajillas, por ejemplo).

También es de interés hacer ver a los alumnos cómo los vertederos pueden llegar a cambiar las costumbres de algunas aves migratorias, como las cigüeñas, que a veces se vuelven sedentarias al encontrar suficientes recursos alimenticios a lo largo de todo el año en este tipo de instalaciones.

PARADA 1. Alrededores de Zinat.

Altitud 154 m.

Zona de marcada influencia antrópica dada la proximidad del núcleo de población de Zinat. Los principales objetivos de la parada son identificar los principales impactos ambientales en el medio y la propuesta de medidas preventivas o correctoras, por un lado, e identificar las principales formaciones geológicas y modelado del relieve.

Geología: El paisaje está marcado por la presencia de la “**Dorsal Calcárea**”, macizo montañoso de naturaleza **caliza** perteneciente al Rif surgido a partir de depósitos marinos que datan del Mesozoico. En la zona, se pueden detectar diversas formaciones típicas del **modelado kárstico**, entre las que sobresalen los **lenares** y las **cuevas**.

Flora: La vegetación de la zona está dominada por los cultivos de origen antrópico, entre los que destacan **olivos** (*Olea europaea*) y **almendros** (*Prunus amygdalus*), junto con otros ejemplares, más aislados, de **higueras** (*Ficus carica*) y **chumberas** (*Opuntia* sp.). Las formaciones vegetales originales han desaparecido en gran medida, pudiendo destacar algunos ejemplares aislados y de escaso porte de **lentisco** (*Pistacia lentiscus*) y de **majuelo** (*Crataegus monogyna*).

Actividades a realizar:

1) Identificación de los principales impactos ambientales.

Los alumnos deberán indicar al menos:

- Los impactos visuales (paisajísticos) y acústicos procedentes de las canteras de caliza
- Las alteraciones de la vegetación original como consecuencia de los cultivos
- Pérdidas de suelo en pendientes por deforestación y destrucción de la vegetación original para pastos (ganadería intensiva)
- Alteración del perfil topográfico por la construcción de viviendas y/o infraestructuras (carreteras, caminos, canalizaciones).

- 2) Identificación de los cultivos (olivos, almendros, higueras, chumberas)
- 3) Identificación de especies de la flora autóctona presentes (lentiscos, majuelos).
- 4) Propuesta de medidas preventivas o correctoras.

Los alumnos deberán mencionar algunas de las siguientes:

- Ordenación del territorio
- Planificación urbanística
- Cultivo en bancales en zonas de pendiente
- Evitar la deforestación en zonas de pendiente
- Recuperar las canteras tras finalizar su explotación
- Reforestar zonas de pendiente

- 5) Estudio del modelado geológico.

Se deberán identificar:

- Modelado perteneciente al sistema morfoclimático de zonas templadas sobre sustrato litológico de calizas (modelado kárstico).
- El agua como principal agente geológico
- Formaciones cársticas como lenares y cuevas.

PARADA 2. Vista general del valle fluvial del río Kbir

Altitud 140 m

Breve parada para observar en vista panorámica el valle del río Kbir que, aparentemente, carece de una marcada influencia antrópica; sin embargo, un análisis más detallado del paisaje nos permite reconocer en él importantes alteraciones del ecosistema original. De hecho, la mayor parte de las formaciones boscosas que se observan son en realidad repoblaciones forestales con pino, lo que no se corresponde en absoluto con lo que debería ser la vegetación climática de la zona, con el araar (*Tetraclinis articulata*) como especie dominante.

Geología: El paisaje general está dominado por el valle fluvial del río Kbir.

Flora: Las formaciones vegetales del ecosistema original han sido sustituidas por formaciones forestales de repoblación.

Actividades a realizar:

- 1) Identificación de formaciones geológicas características del modelado fluvial.

Se deberá hacer especial hincapié en la forma típica de V que tiene el valle fluvial.

2) Identificación de los principales impactos ambientales.

Se deberá insistir al alumnado en la naturaleza alóctona de las repoblaciones forestales de pino, a pesar de la fisonomía “natural” del paisaje que contemplamos. Se deberán introducir algunos criterios para diferenciar bosques de repoblación de bosques autóctonos; entre los indicios que se observan en la zona de estudio, destacaremos.

- Aterrazamientos aún perceptibles
- Alineación y ordenamiento de los pies plantados
- Tamaño muy uniforme de los ejemplares

PARADA 3. Río Kbir.

Altitud 92 m

Se trata de una parada larga en la que se van a llevar a cabo un gran número de actividades relacionadas con la geología, la fauna y la flora del lugar.

Geología: El cauce del río y sus márgenes nos permiten observar numerosas estructuras tectónicas de interés, así como formaciones típicas del modelado fluvial.

Flora: Pueden observarse algunas especies frecuentes en riberas o márgenes de ríos, barrancos, ramblas y ouadis, como es el caso de las **adelfas** (*Nerium oleander*) y **tarays** (*Tamarix* sp.). Aparecen también especies arbóreas muy características del clima mediterráneo con inviernos suaves, como es el caso del **algarrobo** (*Ceratonia siliqua*). En las laderas, aparecen, entre otras, formaciones vegetales típicas del norte de África, representadas por una especie tan característica como es el caso del **araar** (*Tetraclinis articulata*), que no hay que confundir con los **pinos** (*Pinus* sp.) que, en esta zona, son de repoblación. También destaca el **palmito** (*Chamaerops humilis*). Aparecen por último formaciones arbustivas de sustitución del bosque autóctono, representadas por varias especies de **jaras** (*Cistus* sp.).

Fauna: Habitan el río, especialmente las zonas remansadas, **cangrejos** y otros invertebrados, así como varios anfibios como la **rana común africana** (*Rana saharica*); también se encuentra en la zona el **galápago leproso** (*Mauremys leprosa*) y otros reptiles como la **lagartija común** (*Podarcis vaucheri*) y la **culebra viperina** (*Natrix maura*).

Los hornos de cal o caleras: La actividad de las hornos de cal o caleras es muy intensa por toda la región; en ellos, la caliza (carbonato cálcico) - extraída de las cercanas canteras de la Dorsal calcárea y transportada hasta las caleras - se calienta en los hornos a elevadísimas temperaturas para provocar su transformación en cal (óxido cálcico), producto final del proceso.

Los hornos funcionan a base de leña, lo que ha determinado marcados impactos ambientales relacionados o derivados de la deforestación, particularmente acusada en las inmediaciones de los hornos.

Actividades a realizar:

1) Reconocimiento de las principales estructuras tectónicas: pliegues y fallas. Ambos tipos de estructuras son fácilmente identificables en el margen izquierdo del río, justo enfrente del lugar donde se realiza la parada, así como en la zona de confluencia de los dos cursos de agua que discurren por el lugar, en las inmediaciones del puente sobre el río Kbir que se ha cruzado pocos metros antes de la parada (ver mapa).

2) Identificación y clasificación de los principales sustratos litológicos según su origen. Los alumnos deberán reconocer los siguientes tipos de rocas:

- Sedimentarias, areniscas (**flyschs**)
- Metamórficas, esquistos / esquistos pizarrosos
- Sedimentarias, calizas. Estos materiales son mayoritariamente alóctonos y han sido transportados hasta allí por la mano del hombre para su tratamiento en los hornos de cal.
- Otros materiales. Los alumnos suelen mostrarse particularmente sorprendidos y atraídos por unos fragmentos de roca de variados y vivos colores y de aspecto vítreo que se encuentran diseminados por el terreno. En realidad se trata de calizas procedentes de los hornos (escorias) que han sido parcialmente fundidas por las elevadas temperaturas y que posteriormente se han solidificado en un proceso de enfriamiento relativamente brusco. Resulta muy interesante y didáctico establecer correspondencias entre la textura y aspecto general de estas escorias con las que se observan en determinadas rocas volcánicas (obsidianas) originadas a partir del enfriamiento brusco de determinados tipos de lavas.

3) Identificación de las principales estructuras y formas geológicas típicas del modelado fluvial.

Se deberán reconocer diferentes tipos de materiales transportados y sedimentados por el río (**arenas, gravas y cantos rodados**). El gran tamaño de algunos de los bloques transportados debería llevar a los alumnos a deducir la existencia de importantes caudales en determinadas épocas y, consecuentemente, grandes fluctuaciones del mismo en función de las estaciones y del régimen de lluvias, un fenómeno característico del clima mediterráneo.

También pueden reconocerse **meandros, pozas, rápidos y valle en V**. A partir de lo observado, los alumnos deberán deducir si nos encontramos en un curso bajo, medio o alto del río.

4) Observación y reconocimiento de los elementos de flora más significativos de la zona. Recolección de muestras para la elaboración del herbario.

En la zona, existe una gran variedad de árboles, arbustos y herbáceas susceptibles de ser recolectados. Puede dividirse el trabajo por grupos, de manera que cada grupo se dedique a

recolectar un tipo de plantas en función, por ejemplo, de su porte. El profesor deberá dirigir la colecta y establecer las pautas a seguir en función de las características del grupo, nivel educativo y número de alumnos.

A medida que se recolectan las plantas, deben ser guardadas en bolsas de plástico para evitar su desecación, clasificadas (láminas y profesor), anotados sus nombres e incluidas las etiquetas correspondientes en cada bolsa. Más tarde, ya en el laboratorio, se procederá a su prensado y posterior conservación.

Entre las especies arbóreas y arbustivas más abundantes en la zona, encontramos **lentiscos, algarrobos, araar, pinos, majuelos, adelfas, tarays, palmitos** y diferentes tipos de **jaras**.

5) Observación y reconocimiento de los elementos de la fauna más significativos de la zona.

El asesoramiento y ayuda del profesor resulta vital para esta tarea. Se pueden llevar a cabo diferentes tipos de muestreos.

- A. Con prismáticos será fácil observar aves como **lavanderas, mirlos, milanos, cernícalos, abejarucos, palomas, tórtolas, torcaces, vencejos, aviones, gorriones**, diversos **páridos** y **fringílicos, zorzales, alcaudones, escribanos, cogujadas, tarabillas** o, incluso, si se tiene algo de suerte **martines pescadores**, entre muchas otras especies. Podemos utilizar también los prismáticos para intentar localizar **galápagos leprosos** asoleándose en las rocas o márgenes del río, ya que estos animales son relativamente cautos y huyen de lejos.
- B. Muestreos visuales, a simple vista. Se debe insistir a los alumnos que este tipo de muestreos requieren una gran capacidad de observación y que deben llevarse a cabo de manera pausada y en silencio. Esta es la mejor manera de poder observar especies de anfibios como la **rana verde norteafricana** o **rana común**, muchos de los reptiles que habitan la zona (**galápagos, tortugas moras, culebras viperinas, agamas, lagartos y lagartijas**, entre otros. También podremos observar diferentes tipos de artrópodos, especialmente **insectos voladores, saltamontes, insectos florícolas** y **mantis**.
- C. Muestreos bajo piedras y troncos. Esta es la forma de muestreo de animales que mejores resultados suele reportar. Sin embargo, esta actividad debe ser realizada siempre con el profesor, pues algunos de los animales que suelen refugiarse en estos entornos pueden resultar potencialmente peligrosos. Entre los invertebrados, son frecuentes **escorpiones, arañas, miriápodos** (escolopendra, ciempiés y milpiés), **lombrices de tierra, caracoles, babosas, cochinillas de humedad, grillos, grillotopos, hormigas**, diversos **coleópteros** y otros insectos. Con algo más de suerte, podremos observar también algunos **anfibios** (sapo moruno, sapillo pintojo), **reptiles** (eslizones, culebrillas ciegas, lacértidos, salamanquesas y diversas serpientes, aunque ninguna peligrosa) e incluso **mamíferos** (topillos, musarañas, ratones de campo, etc.). Los animales encontrados no deben en ningún caso recolectarse. Se clasificarán y anotarán en el cuaderno de campo correspondiente, para posteriormente incluirlos en el inventario.

6) Identificación de los impactos ambientales y propuesta de medidas para reducirlos.

Esta parada resulta particularmente apropiada para valorar los impactos de los hornos de cal en el medio. Los alumnos deberían tras la visita constatar la correspondencia entre la presencia de **caleras** y la **deforestación** del entorno donde se ubican, para sacar las conclusiones pertinentes y hacer propuestas para evitar el deterioro de la vegetación.

RECORRIDO EN MICROBÚS DESDE LA PARADA 3 HASTA LA PARADA 4:

Mientras se hace el recorrido en microbús, podremos observar a través de la ventanilla diferentes formaciones vegetales, impactos en el paisaje y diversos fenómenos gravitacionales relacionados con la dinámica de las laderas (**deslizamientos, rodamientos, desprendimientos**). En cuanto a la flora, aparte de las formaciones dominantes de araar aparecen otros árboles aislados de gran tamaño que constituyen un testimonio de lo que fueron en su día las formaciones boscosas autóctonas de la zona. Destaca a este respecto un gran ejemplar de **quejigo moruno** (*Quercus canariensis*) a la orilla del río y otros colosales ejemplares de **alcornoque** (*Quercus suber*) y de **algarrobo** (*Ceratonia siliqua*).

Actividades a realizar:

- 1) Observación e identificación de las formaciones vegetales de bosque autóctono
- 2) Observación e identificación de otras especies arbóreas de interés
- 3) Reconocimiento y clasificación de los fenómenos gravitacionales de ladera observados

PARADA 4. DEGRADACIÓN DEL BOSQUE AUTÓCTONO (ALCORNOCAL):

Altitud: 136 m

Nos encontramos todavía en una zona de baja altitud, en un ecosistema cuya etapa **climácica** o **clímax** (última etapa de la evolución de un ecosistema) correspondió en su día a un **alcornocal**, hoy día muy degradado por la presión humana. Las evidencias de dicha degradación son numerosas: ausencia de masas boscosas autóctonas, imposibilidad de regeneración natural de la misma, erosión y pérdida del suelo, alcornoques adultos debilitados o muertos, etc.

Actividades a realizar:

- 1) Identificación de las causas más probables de la desaparición del bosque original

Deberán mencionarse como principales causas:

- a) Explotación inapropiada e insostenible de la leña como recurso energético fundamental por la población y para los hornos de cal de la zona
- b) Talas e incendios con vistas a la obtención de pastos para explotaciones ganaderas

2) Identificación de los factores que impiden la regeneración del bosque y de las causas del debilitamiento y muerte de ejemplares adultos de alcornoque y de otras especies de árboles y arbustos.

Pueden mencionarse:

- a) **Estrés fisiológico** en ejemplares adultos como consecuencia de **cambios microclimáticos** severos derivados de la desaparición del bosque. Debe subrayarse el hecho de que la desaparición del “efecto paraguas” de la cobertura vegetal original desencadena toda una serie de fenómenos adversos tales como una mayor insolación, aumento local de temperatura y disminución de la humedad ambiental, menor protección contra los vientos, evapotranspiración mas elevada, desecación y menor capacidad de absorción de agua del suelo y, por lo tanto, menor infiltración, menor recarga de acuíferos subterráneos, incremento del poder erosivo de las aguas de escorrentía superficial, aceleración de los procesos erosivos del suelo, disminución de los recursos hídricos disponibles, etc.

En definitiva, los alumnos deben establecer claras correspondencias entre los conceptos de **deforestación** y **desertificación**. En este contexto, no les debe ser difícil comprender que los pies de alcornoque aislados que sobreviven a una deforestación generalizada son mucho mas susceptibles a los rigores climáticos propios de los tórridos y secos veranos mediterráneos y, consecuentemente, a padecer estrés hídrico en la época seca, lo que, además, les hace vulnerables a **enfermedades** y **plagas**.

- b) **Daños** y **lesiones** directas a los árboles.

b.1. **Podas inapropiadas**. Las podas efectuadas por los lugareños, aparte de ilegales en la mayoría de los casos, son rudimentarias e indiscriminadas ya que tienen como único objetivo conseguir leña de la manera mas rápida y masiva posible, produciendo en los árboles múltiples lesiones y heridas abiertas innecesarias que favorecen la entrada de organismos parásitos e infecciones que debilitan aún más a los ejemplares y acaban por desecarlos.

Es preciso hacer comprender a los alumnos que la leña puede ser explotada como recurso de manera sostenible si las podas se realizan de manera planificada y ordenada, siendo incluso beneficiosas para los árboles si se realizan en la época adecuada, pues pueden contribuir al saneamiento y a una mejor formación del árbol. Esto es aplicable a todas las especies de árboles y arbustos de la zona que se utilizan como fuente de leña (quejigos, alcornoques, madroños y durillos, sobre todo).

b.2. Muchos pies de árbol centenarios muestran lesiones y **heridas de hacha** cerca de su base y rodeando el perímetro total del árbol. Estas heridas son causadas de forma premeditada y malintencionada con el propósito de cortar el suministro de savia a las partes superiores de la planta y provocar su lenta muerte. Una vez seco, el árbol se convierte así en una formidable fuente de leña de fácil acceso y cuya explotación no resulta en principio ilegal.

Los alumnos deben concienciarse de lo dañino de prácticas como esta que atentan contra un patrimonio natural de inestimable e insustituible valor.

- c) **Sobrepastoreo** o pastoreo intensivo, especialmente con ganado caprino, que se alimenta de brotes jóvenes, plantones y retoños, impidiendo la regeneración del bosque.

3) Identificación y descripción de los impactos ambientales generados por la deforestación en la zona visitada. Propuesta de medidas paliativas

A este respecto, se deberá hacer referencia a:

- a) **Alteración del hábitat natural**, con modificaciones profundas tanto del biotopo como de la biocenosis del ecosistema original
- b) Los **procesos erosivos** y pérdidas de suelo que son evidentes en los alrededores

En relación con medidas preventivas o correctoras:

- c) **Reforestación** con especies autóctonas
- d) **Ordenación del territorio** y regulación de sus usos
- e) **Mejoras en la gestión** que aseguren una **explotación sostenible** y racional del bosque, y cuyos beneficios redunden total o parcialmente en la población local, pues de esta manera serán los propios lugareños los primeros interesados en conservar el bosque como fuente de recursos.

A este respecto, podrían señalarse los siguientes **usos sostenibles del alcornoque/quejigar**:

- **Extracción del corcho** para usos industriales (taponería, calzado, artículos de pesca, material deportivo, aislante térmico y sonoro, embalajes, etc.) o artesanales. Es interesante reseñar que la rentabilización de la “saca” de corcho pasa necesariamente por una buena formación de los pies de alcornoque, lo que resulta imposible si se llevan a cabo podas rudimentarias y masivas, sin los conocimientos y técnicas adecuadas. La saca, pela o descorche del alcornoque suele hacerse en verano, habitualmente en turnos de 8 a 12 años; para evitar daños innecesarios al alcornoque, el proceso debe hacerse por profesionales y consiste en levantar con un hacha bien afilada la capa más externa de la corteza (el súber o corcho), quedando a la vista la corteza mas interna o *casca*, de color rojizo intenso, a partir de la cual se regenerará una nueva capa de súber.

La explotación racional y profesional de un alcornocal implica la perfecta conservación de los árboles que, de esta forma, siguen desempeñando un importante papel ambiental. Los bosques de alcornoco o los mixtos quejigar-alcornocal son sinónimos de **biodiversidad**, pues dan cobijo a multitud de especies animales y vegetales. Además, tal como hemos dicho, protegen al suelo de la erosión, previenen las inundaciones al facilitar la infiltración del agua de lluvia en el subsuelo, purifican el aire absorbiendo dióxido de carbono y desprendiendo oxígeno.

- **Ganadería extensiva de vacuno**, con una carga ganadera que permita la conservación y regeneración del bosque.
- **Tala controlada** con métodos racionales de entresaca para uso industrial o local de la madera extraída
- **Podas estacionales, reguladas y controladas**, que permitan el saneamiento y buena formación de los ejemplares, al tiempo que proporcionan leña susceptible de uso por la población residente.
- **Actividades cinegéticas reguladas**
- **Ecoturismo**
- Explotación sostenible, racional y planificada, de otros **recursos disponibles** en el bosque (cotos de setas, madroños, laurel, etc)

f) Dotación de los **recursos humanos y materiales** necesarios para una lucha eficaz en la extinción de incendios

g) Mantenimiento de **cortafuegos** y sistemas de **balsas de agua** para la lucha contra incendios

h) Formación y mantenimiento de una **guardería forestal** con funciones de vigilancia, de gestión y de educación ambiental

i) Campañas de **concienciación medioambiental** a la población autóctona

PARADA 5. RELACIONES ENTRE LA COMPOSICIÓN Y LA ESTRUCTURA LITOLÓGICAS Y LOS FENÓMENOS EROSIVOS Y GRAVITACIONALES

Altitud: 174 metros

Realizamos una breve parada en dos puntos muy cercanos para observar la litología del lugar, con formaciones tectónicas muy características, y estudiar su relación con los procesos erosivos y gravitacionales.

Actividades a realizar:

1) Descripción del tipo y disposición de los estratos. Origen de tal disposición

2) Descripción de las relaciones entre la litología del lugar y los fenómenos erosivos y gravitacionales observados

Los alumnos deberán establecer correspondencias entre la disposición de los estratos y la facilidad con la que se producen en la zona fenómenos gravitacionales de ladera, especialmente deslizamientos, desprendimientos y rodamientos.

ITINERARIO EN MICROBÚS ENTRE LAS PARADAS 5 Y 6.

A través de las ventanillas del microbús, observaremos el paisaje a lo largo del itinerario entre las paradas 5 y 6, y realizaremos las actividades propuestas a continuación:

Actividades a realizar:

1) Identificación y descripción de los principales impactos ambientales que se observan en la zona. Aparte de los impactos ya vistos en paradas anteriores, los alumnos deberían dejar constancia de los producidos por las explotaciones de áridos (graveras) que nos encontramos a lo largo de este trayecto, ubicadas generalmente en los márgenes de los cursos de agua. Cabría resaltar:

- Impactos visuales (paisajísticos)
- Contaminación acústica
- Alteración y desviación de los cursos de agua
- Desaparición de la vegetación original, en especial vegetación de ribera
- Incremento de la erosionabilidad del terreno
- Contaminación de las aguas por aumento de las partículas en suspensión y materiales transportados
- Modificación de los cauces rocosos naturales del río por acumulación de sedimentos tipo limos y fangos
- Alteración del perfil topográfico del terreno

2) Identificación y descripción de las medidas preventivas o correctoras que puedan observarse a lo largo del recorrido con vistas a paliar los efectos de la erosión o de los riesgos gravitacionales.

Los alumnos podrán constatar la práctica inexistencia de medidas correctoras, con excepción hecha de los muros de piedra enmallados que en algunos tramos en pendiente se han construido para evitar desprendimientos y deslizamientos de ladera.

PARADA 6. ALCORNOCAL- ROBLEDAL Y ARROYO

Altitud: 387 metros

Esta parada puede obviarse o ser de muy corta duración si las condiciones meteorológicas son adversas, ya que el medio natural que vamos a encontrar en ella es prácticamente idéntico al de la Parada 7. No obstante, si el tiempo acompaña, representa un importante centro de interés para el alumnado ya que, justo por debajo de la zona de aparcamiento, el arroyo forma una poza idónea para el baño.

Margen izquierdo: En esta zona, se observa un **alcornocal** que correspondería a la formación vegetal de bosque autóctono dominante en la zona. No se trata, sin embargo, de un alcornocal virgen, sino de un alcornocal sometido a diferentes **usos y manejos humanos** y de escasa madurez, ya que los ejemplares de gran porte son escasos.

Margen derecho: Discurre a este lado de la carretera un curso de agua cuyo caudal está sometido a importantes fluctuaciones estacionales. No obstante, lo abrupto de su topografía proporciona suficiente abrigo y humedad a su entorno inmediato. Esta humedad ambiental permite el buen desarrollo de masas forestales o pies aislados de **quejigo moruno** (*Quercus canariensis*) y la presencia de especies de ribera tan interesantes como el **aliso** (*Alnus glutinosa*), que sólo es capaz de prosperar en zonas inundadas o saturadas de agua en las inmediaciones del curso de agua, o los **sauces** (*Salix* sp.).

Como especies vegetales acompañantes, características de las masas de alcornocal-quejigar, destacan el **mirto** (*Myrtus communis*), el **madroño** (*Arbutus unedo*) y el **durillo** (*Viburnum tinus*), aparte de varias especies de **jaras** (*Cistus* sp.) y de **brezo** (*Erica* sp.). Más ligados a las inmediaciones del arroyo, podemos encontrar los escasos **loros** (*Prunus lusitanica*) o los ya rarísimos **acebos** (*Ilex aquifolium*), prácticamente desaparecidos de la zona. Así mismo, la zona, por su relativa humedad, es rica en diferentes especies de **musgos, helechos, líquenes y hongos**.

Fauna: Entre los **invertebrados**, hay que señalar la abundancia de **insectos, miriápodos** (ciempiés, milpiés o cardadores, escolopendras), **arácnidos** (arañas y escorpiones), **oligoquetos** (lombrices de tierra) y algunos **crustáceos** terrestres (cochinillas de humedad: isópodos) y **babosas y caracoles** (moluscos gasterópodos). Entre las aves, son muy abundantes los **páridos, petirrojos, mirlos, pinzones, lavanderas, mosquiteros, papamoscas**, y diversas especies de **fringílicos**; especialmente conspicuos por su tamaño resultan los **pájaros carpinteros, pitos verdes, arrendajos, palomas, tórtolas, torcaces y cuervos**. También destaca la presencia del **trepador azul** y del muy escaso **mirlo acuático**. **Ruiseñores** y **currucas** suelen permanecer ocultos entre la espesura, pero son fácilmente detectables por sus cantos. Entre las rapaces, el **milano negro**, el **ratonero moro** y el **águila calzada** son frecuentes. Con algo de suerte podremos también observar al **águila culebrera**.

La diversidad de **reptiles** es extraordinaria, si bien las especies mas fácilmente detectables son la **lagartija común** y la **lagartija colilarga**. El **lagarto tangerino** es abundante, pero muy esquivo. Otros reptiles presentes incluyen **agamas**, **eslizones**, **salamanquesas** y varias especies de **serpientes**, incluida la culebra de collar. Destacar por su importancia, la existencia en determinadas charcas de la zona del rarísimo **galápago europeo** (*Emys orbicularis*), del que apenas sobreviven dos poblaciones conocidas en todo el Rif. Su pariente el **galápago leproso** es, sin embargo, mucho mas abundante y fácil de observar. Entre los anfibios, abundan la **rana común** (*Rana saharica*), el **sapo moruno** (*Bufo mauritanicus*), el **sapo común** (*Bufo bufo*), la **ranita meridional** (*Hyla meridionalis*), el **sapillo pintojo** (*Discoglossus* sp.) y, en las zonas más altas y húmedas del bosque, el **sapo partero moruno** (*Alytes maurus*) y la llamativa **salamandra norteafricana** (*Salamandra algira*). Por último, entre los **mamíferos** destaca la presencia del **jabalí** (*Sus scrofa*) y de un primate, el **mono de Berbería** (*Macaca sylvana*). Otros mamíferos, como el **erizo** o la **gineta**, por ejemplo, son mucho mas difíciles de observar.

Actividades a realizar:

- 1) Reconocimiento de las principales formaciones de bosque autóctono
- 2) Determinación de las especies vegetales y animales más abundantes en la zona
- 3) Recolección de nuevas especies vegetales para la confección del herbario
- 4) Descripción de las principales formaciones del modelado fluvial (arroyo) en la zona
- 5) Identificar los principales impactos ambientales y proponer medidas preventivas y/o correctoras de los mismos

PARADA 7. SENDA DEL ROBLEDAL

Altitud: 501 m

La parada 7 se encuentra apenas a kilómetro y medio de la parada 6. Es una parada muy recomendable, pues nos permite caminar por una senda recientemente abierta que se adentra por el bosque de **quejigar-alcornocal** y que nos conduce hasta un arroyo en un entorno muy agradable y pintoresco.

El bosque en esta zona está relativamente bien preservado, conservándose ejemplares centenarios y colosales de **quejigo moruno**. La fauna y flora de la zona es idéntica a la descrita para la parada anterior, por lo que no insistiremos al respecto. Por otro lado, los únicos impactos ambientales que se observan están derivados de la tala ilegal y de la saca de madera a base de podas indiscriminadas, fenómenos ambos que ya han sido convenientemente tratados en los comentarios referentes a la parada 5. Se detecta también la presencia de **ganado vacuno** cuyo impacto ambiental resulta, por el momento leve, al no tratarse de **explotaciones intensivas**.

La senda del roble dal se inicia en el margen izquierdo de la carretera, al poco de pasar una parada de autobús recientemente construida en piedra (véase cuadro de puntos de ruta). Apenas iniciada la pista, ésta se bifurca. Debemos entonces proseguir por el ramal de la izquierda hasta

pasar justo por detrás de la anteriormente mencionada parada de autobús. Pasados unos metros, nos toparemos con un ejemplar gigantesco de quejigo moruno, al mismo borde de la senda, que hemos señalado en el mapa y en el cuadro de puntos de ruta. Nada más pasarlo, aparece una nueva bifurcación. Debemos coger la desviación que sale a la derecha y que se adentra en el bosque. Atravesaremos formaciones boscosas muy cerradas de **madroño**, increíblemente bien conservadas por el momento, al tiempo que nos cruzaremos con varios pies centenarios de **quejigo** y **alcornoque**. A partir de este punto, siempre que nos encontremos una bifurcación, debemos coger el ramal derecho, hasta llegar al cabo de apenas treinta minutos de marcha hasta un idílico arroyo donde, si el tiempo y el caudal de agua lo permiten, se puede **practicar el baño** y constituye un enclave idóneo para **comer**.

Actividades a realizar:

- 1) Reconocimiento de las principales formaciones de bosque autóctono
- 2) Determinación de las especies vegetales y animales más abundantes en la zona
- 3) Recolección de nuevas especies vegetales para la confección del herbario
- 4) Descripción de las principales formaciones del modelado fluvial (arroyo) en la zona
- 5) Detección de los principales impactos ambientales en la zona
- 6) Propuesta de medidas preventivas y/o correctoras de los impactos ambientales

Dado que muchas de las actividades a realizar en la senda del robledal son similares o continuación de las iniciadas por los alumnos en las paradas 5 y 6, estos deberán trabajar ahora de manera mucho más **autónoma**. De esta forma, el/los profesor/es acompañantes podrán comprobar hasta qué punto los alumnos han asimilado la **metodología de campo**, los **criterios** para determinar especies, las dinámicas de **trabajo en grupo**, la **capacidad de observación** del medio para identificar impactos ambientales y la **asimilación de conceptos** a la hora de hacer propuestas de medidas preventivas y correctoras.

PARADA 8. CHARCA DE LOS GALÁPAGOS

Altitud: 728 m

La charca que hemos denominado “de los galápagos” se encuentra a 29 Kms. del cruce de Zinat (véase cuadro de puntos de ruta), en el mismo margen de la carretera, a mano derecha, justo después de dejar, también a la derecha, las ruinas de una antigua construcción.

La charca, a pesar de su reducida extensión, representa un inmejorable ejemplo de ecosistema acuático, pues alberga una increíble biodiversidad cuya relevancia no es sólo cuantitativa, sino también cualitativa. Multitud de invertebrados, de anfibios, de reptiles, de aves e incluso de mamíferos sobreviven a expensas de esta masa de agua aparentemente insignificante. Y

de ahí, precisamente, su interés, ya que este hecho nos va a permitir demostrar *in situ* a los alumnos la extraordinaria relevancia que poseen los medios acuáticos y, por lo tanto, la necesidad de conservarlos a ultranza, independientemente de la naturaleza, extensión y régimen que tengan.

Si el día es soleado, es muy probable que tengamos la suerte de observar, encaramados a los troncos que emergen en la superficie de la charca o en las orillas de ésta, un buen número de **galápagos europeos** (*Emys orbicularis*), una auténtica reliquia que se encuentra en **inminente peligro de extinción** en Marruecos y de la que sólo se conocen en el Rif dos poblaciones, una de ellas la que ahora visitamos. Dicha población no ha sido descrita hasta el año 2007, y precisamente a raíz de los muestreos efectuados para la realización de esta guía didáctica. Curiosamente, el galápagos europeo comparte hábitat en la charca con su cercano pariente el **galápagos leproso**, de requerimientos similares, un hecho que da pie a una de las actividades propuestas en esta parada, y que está relacionada con la existencia de fenómenos de **competencia interespecífica** en los ecosistemas.

Dado el carácter relativamente tímido y huidizo de los galápagos, para poder observarlos es preciso que el microbús se detenga justo al lado de la charca, en un pequeño rellano que hay a orillas de la misma en el margen derecho de la carretera. Desde allí, en completo silencio, y sin que los alumnos salgan del microbús, deben llevarse a cabo muestreos visuales, a poder ser con prismáticos, lo que nos permitirá diferenciar claramente las dos especies de galápagos. De este modo, también podremos observar otros vertebrados de la charca, entre los que se encuentran reptiles como las **culebras de collar** y **viperina** o anfibios como la **rana común norteafricana**, el **sapillo pintojo** y la **ranita meridional**. Más difíciles de observar por sus hábitos eminentemente nocturnos son el **sapo moruno**, el **sapo común**, la **salamandra norteafricana** y el **sapo partero**. Varias especies de **aves** y de **mamíferos** visitan regularmente la charca, bien para beber o para alimentarse en sus orillas. Una vez finalizado el muestreo visual, podremos bajar del microbús y realizar las restantes actividades propuestas, comprobando la inmensa variedad de **invertebrados** que la pueblan.

Actividades a realizar:

- 1) Muestreos visuales con prismáticos desde el microbús. Observación de los vertebrados que habitan la charca e inclusión de los mismos en el inventario faunístico.
- 2) Muestreos faunísticos en las orillas de la charca
- 3) Incorporación al herbario de las plantas acuáticas de la charca
- 4) Toma de muestras de agua de charca para su posterior observación en el laboratorio, utilizando tanto la lupa binocular (organismos macroscópicos), como al microscopio (organismos microscópicos).

Las muestras deben tomarse y transportarse en los tarros de cristal. Deben tomarse diversas muestras y de diferente forma:

- Muestras de las capas de agua superficiales
- Muestras del fondo fangoso de la charca
- Muestras que incluyan agua con diferentes tipos de plantas acuáticas de la charca

Se pretende que los alumnos comprueben la gran complejidad de los ecosistemas acuáticos y la extraordinaria biodiversidad de macro y microorganismos que albergan.

5) Reconocimiento en los ecosistemas de los procesos de **competencia interespecífica** y de **simpatria** de especies similares. Explicación de los hechos.

A este respecto, los alumnos deberán, con la ayuda del profesor, intentar explicar cómo es posible que especies muy similares (sirva como ejemplo el caso de los galápagos europeo y leproso de la charca) puedan compartir un mismo hábitat. Para ello, deberán hacer referencia y manejar conceptos como **nicho ecológico**, **recursos** de un ecosistema y **competencia**.

6) Identificación de los impactos ambientales generados en la zona por los asentamientos humanos y por los diferentes tipos de explotaciones ganaderas presentes (ovino, caprino y vacuno). Se deberán mencionar, al menos, los siguientes:

- Deforestación por diferentes usos del suelo: incendios para pastos, talas y podas ilegales, sobrepastoreo, construcciones humanas.
- Pérdida de suelo y de la fertilidad del terreno
- Dificultad de regeneración del bosque autóctono por sobrepastoreo de ganado ovino y caprino.
- Impactos visuales (paisajísticos)
- Contaminación por residuos sólidos urbanos

PARADA 9. PISTA DE LOS ARROYOS

Altitud: 921

Esta parada es alternativa a la Parada 7 ya que tiene como objetivo fundamental recorrer a pie una pista forestal que se inicia en el km. 30,5 (véase cuadro de puntos de ruta), para la que se proponen actividades similares. En cualquier caso, si se dispone del tiempo suficiente, pueden llevarse a cabo ambas caminatas.

En el 2007, la pista - que antes era una simple senda - se ha ensanchado notablemente hasta adquirir las dimensiones y funciones de un cortafuegos, por lo que resulta particularmente recomendable en el caso de que la excursión se lleve a cabo con alumnos del primer ciclo de la ESO, pues es más fácil mantener siempre contacto visual y, de esta forma, controlar mejor al conjunto del grupo.

La pista se adentra por una masa de **alcornocal-quejigar** que incluye ejemplares centenarios de ambas especies y que atraviesa varios cursos de agua de escaso caudal, de ahí el nombre que le hemos puesto a la senda. No resulta difícil observar monos mientras se realiza el recorrido. Entre los impactos ambientales más significativos, podemos señalar la **tala y poda ilegales** y, en determinados puntos, un evidente **sobrepastoreo** de ganado ovino y caprino. La incidencia del ganado vacuno, también presente, es mucho menor al tratarse de explotaciones ganaderas de tipo extensivo.

Como hemos comentado anteriormente, las actividades que pueden realizarse son las mismas ya propuestas para la parada 7.

PARADA 10. VISTA PANORÁMICA

Altitud: 1091 m

Desde este punto, situado a 33,5 kms del cruce de Zinat, se domina un extraordinario paisaje, por lo que se recomienda una breve parada para disfrutar de la vista y tener unos instantes de relajamiento.

Dado que a estas alturas de la excursión los alumnos deberían estar ya suficientemente familiarizados con la fauna y flora de la zona, puede aprovecharse para que el profesor comente las similitudes que pueden establecerse entre los elementos florísticos y faunísticos del norte de Marruecos y los del sur de la Península Ibérica. A este respecto podrían comentarse los siguientes aspectos:

- A. Existencia de numerosos elementos comunes a ambos lados del Estrecho. Los ejemplos son múltiples, pero podemos mencionar la mayor parte de los elementos florísticos vistos en la excursión, por poner un ejemplo.
- B.** Existencia de especies “hermanas” a ambos lados del Estrecho. La existencia de estas **especies hermanas**, denominadas así por su gran similitud morfológica y genética, puede explicarse en muchos casos como resultado de un proceso de progresiva divergencia que comenzó con la apertura del Estrecho de Gibraltar, acontecida hace ahora unos cinco millones de años. La aparición de esta barrera geográfica que es el Estrecho de Gibraltar hizo que la población pre-existente en la zona fuese escindida en dos núcleos separados, uno al norte y otro al sur. A partir de ese momento, la evolución independiente de ambos núcleos

conllevó su diferenciación específica, generando estas especies hermanas que, al haberse originado ambas a partir de una misma población y en tiempos relativamente recientes, conservan lógicamente numerosas similitudes morfológicas y genéticas, hasta el punto que, en ocasiones, son casi indistinguibles externamente.

Como ejemplos de estas especies hermanas podemos mencionar dicotomías como el lagarto ocelado y el lagarto tangerino (*Timon lepidus/Timon tangitana*), o la salamandra común y la salamandra norteafricana (*Salamandra salamandra/Salamandra algira*), por poner algunos ejemplos representativos.

- C. Elementos que sólo se encuentran en el norte de África y que no tienen su correspondiente al otro lado del Estrecho, tal como ocurre con el sapo moruno (*Bufo mauritanicus*) o el agama común (*Agama impalearis*).

TRAYECTO ENTRE LAS PARADAS 10 Y 11

El enclave donde se sitúa el santuario de Moulay Abd.al-Salâm ibn Mashîsh (véase cuadro de puntos de ruta y mapa) representa desde el punto de vista histórico-religioso un lugar de especial interés. De hecho, este lugar es actualmente un lugar de culto y peregrinación para gran número de musulmanes que se acercan hasta allí para venerar al santo, un sufí que vivió en el siglo VII de la Égira (560-625 = 1165-1228 de la era cristiana), época en la que se inició la islamización de las tribus bereberes.

Moulay Abdessalam fue un pionero del sufismo en Marruecos y el fundador místico de la orden Shadhilita “*al Tariqa al-Shâdhiliyya*”. El santuario constituye un lugar sagrado y sólo es accesible para los musulmanes quienes deben, además, descalzarse a la entrada.

Desde el punto de vista ecológico, el trayecto más interesante entre las paradas 10 y 11 es el que discurre desde el kilómetro 38,5 hasta el 52 (véase cuadro de puntos de ruta) pues atraviesa una de las formaciones boscosas de alcornocal-robleal mas impresionantes y mejor conservadas de todo el Rif, al menos por el momento. Si se dispone del tiempo necesario, resulta particularmente gratificante realizar una última caminata, aunque sea breve, por cualquiera de las tres pistas que hemos señalado en el mapa y que se inician desde la misma carretera. En muchos de estos trayectos, la densidad del dosel arbóreo es tal que a ras de suelo la vegetación es prácticamente inexistente, en consonancia con la escasa intensidad de luz que llega hasta el suelo, un aspecto que no debemos dejar de comentar y explicar a nuestros alumnos.

PARADA 11

Altitud: 1027 m

La parada 11 - la última parada - se lleva a cabo en un pintoresco paraje a orillas de un río. En este punto podemos observar un bosque de ribera increíblemente bien conservado, con alisos centenarios, impresionantes ejemplares de **loros** (*Prunus lusitanica*), **sauces** (*Salix* sp.) e incluso algunos **acebos** (*Ilex aquifolium*). El entorno resulta ideal para hacer balance entre todos de la excursión, con vistas a introducir mejoras para próximas rutas. Finalmente, tomaremos algo de comer para recobrar fuerzas y nos dispondremos a seguir el itinerario hasta Al Hamra para retornar finalmente a Tetuán.

Actividades propuestas:

- 1) Determinación de las principales especies vegetales del entorno
- 2) Última recogida de muestras vegetales para el herbario
- 3) Revisión de los inventarios florísticos y faunísticos confeccionados
- 4) Evaluación de la actividad
- 5) Última comida y regreso

9. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Barbadillo, L. J. y col. (1999). *Anfibios y reptiles de la península Ibérica, Baleares y Canarias*. Geoplaneta, Editorial Planeta, Barcelona.

Beaman, M.; Madge, S. (1998). *Aves de Europa, norte de África y próximo Oriente*. Ediciones Omega, Barcelona.

Blanco, J. C. (1998). *Mamíferos de España*. Vol. 1 y 2. Geoplaneta, Editorial Planeta, Madrid.

Charco, J. (1999). *El bosque mediterráneo en el norte de África. Biodiversidad y lucha contra la desertificación*. Ediciones Mundo Árabe e Islam. Agencia Española de Cooperación Internacional, Madrid.

Charco, J. (2001). *Guía de los árboles y arbustos del norte de África. Claves de determinación, descripciones, ilustraciones y mapas de distribución*. Ediciones Mundo Árabe e Islam. Agencia Española de Cooperación Internacional, Madrid.

Chinery, M (2001). *Guía de los Insectos de Europa*. Ediciones Omega, Barcelona.

Mateo, J.A. y col. (2003). *Los anfibios, los reptiles y el Estrecho de Gibraltar. Un ensayo sobre la herpetofauna de Ceuta y su entorno*. Instituto de Estudios Ceutíes. Ceuta.

Ruiz, A. (1986). *Geología y biología de Marruecos en itinerarios didácticos*. Instituto Hispano-Árabe de Cultura. Cooperación Técnica y Científica, Madrid.

10. LÁMINAS (Véanse Anexos)

11. MISCELÁNEA FOTOGRÁFICA (Véase CD adjunto)