



UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES Y MATEMÁTICAS

Curso 2014/2015

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

**ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE
DE LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS
A PARTIR DE LOS RECURSOS
QUE OFRECE EL PATRIMONIO DE LAS CIUDADES:
EL CASO DE CÁCERES**

Eduardo Rebollada Casado

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN LA
ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES, SOCIALES Y MATEMÁTICAS



UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES Y MATEMÁTICAS

Curso 2014/2015

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

**ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE
DE LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS
A PARTIR DE LOS RECURSOS
QUE OFRECE EL PATRIMONIO DE LAS CIUDADES:
EL CASO DE CÁCERES**

Alumno: Eduardo Rebollada Casado

Tutor: Dr. José María Corrales Vázquez

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN LA
ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES, SOCIALES Y MATEMÁTICAS

A mi hija, Teresa.

“All genuine education comes through experience”

[*“La verdadera educación proviene de la experiencia”*]

(John Dewey, 1938)

“El método activo deja recuerdos más sólidos

y más duraderos que el dogmático”

(Carlos Vidal Box, 1961)

“Los profesores no deben sacar a los alumnos del aula,

sino sacar el aula a la calle”

(David Brusi, 1992)

“El aprendizaje necesita instrumentos y recursos mediadores

entre el modelo que se quiere que los estudiantes construyan y la realidad”

(Neus Sanmartí, 2002)

“Para enseñar a otros, primero debes aprender tú”

Anónimo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de Tablas	3
Índice de Figuras y Gráficos	5
Índice de Anexos	7
Resumen	9
Abstract	10
1.- Introducción	11
2.- Justificación	15
3.- Objeto de estudio	21
4.- Objetivos	23
4.1.- Objetivos específicos referidos a conocimientos:	23
4.2.- Objetivos específicos referidos a habilidades:	23
4.3.- Objetivos específicos referidos a actitudes:	24
4.4.- Objetivos específicos propuestos para el profesorado:	24
5.- Marco teórico	25
5.1 Historia de la enseñanza de la Geología en España	25
5.2 La Geología en el currículo	28
5.3 Las experiencias en la enseñanza práctica de la Geología	35
5.4 Los materiales de apoyo	43
5.5 La investigación educativa en el campo de la didáctica de las Ciencias de la Tierra	46
6.- Metodología	49
6.1.- Revisión Bibliográfica	49
6.2.- Diseño de la investigación	53
6.2.1.- Experiencia previa	53
6.2.2.- Formulación de hipótesis de trabajo	57
6.2.3.- Diseño de la intervención educativa	59

7.- Resultados y discusión.....	71
7.1.- Resultados Obtenidos.....	75
8.- Conclusiones, limitaciones y propuestas de futuro.....	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
ANEXOS.....	125

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Resultados de búsqueda en función de repositorios y criterios (descriptores). ...	50
Tabla 2.- Clasificación variables.....	56
Tabla 3.- Hipótesis de trabajo.	58
Tabla 4.- Principales temas tratados en la asignatura para los que se realizaron mapas conceptuales, con las paradas en las que se utilizan.	69
Tabla 5.- Baremo de evaluación del Índice de Dificultad.....	72
Tabla 6.- Baremo para el Índice de Discriminación.....	73
Tabla 7: Alfa de Cronbach	75
Tabla 8.- Estadísticos descriptivos del Índice de Dificultad y Discriminación	76
Tabla 9.- Estadísticos descriptivos de Calificación, antes y después de visita.	80
Tabla 10.- Clasificación de los alumnos por elección de Geología en ESO o Bachillerato e Itinerario	84
Tabla 11.- Hipótesis de trabajo	88
Tabla 12.- Contraste de hipótesis Test de Wilcoxon para Calificación Final, test 1 y 2	90
Tabla 13.- Contraste de hipótesis optativa ESO y Bachillerato. Test de U-Mann-Withney	91
Tabla 14.- Contraste de hipótesis N° de aprobados/Itinerario Test 1. U-Man-Withney	92
Tabla 16.- Copia clasificación contraste de hipótesis dificultad del test	95
Tabla 17.- Contraste N° respuestas muy difíciles correctas, por Itinerario. Test 1 y 2. Kruskal-Wallis	96
Tabla 18.- Resumen descriptivos y contrastes de hipótesis.	97

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1.- Análisis de la utilización de la educación como medida de protección del patrimonio cultural.	17
Figura 2.- Itinerario de enseñanzas.	34
Figura 3.- Carteles anunciadores de los Geolodías 2013 y 2014 en la ciudad de Cáceres.	42
Figura 4.- Esquema del trabajo de campo llevado a cabo en la investigación.	55
Figura 5.- Cuestionario diseñado (parcial)	
Figura 6.- Esquema conceptual de la salida de campo (intervención educativa).	65
Figura 7.- Mapa conceptual sobre Cáceres.	66
Figura 8.- Itinerario y paradas realizadas.	68
Gráfico 1.- Distribución de la muestra por fecha de nacimiento.	60
Gráfico 2.- Índices de Dificultad y Discriminación, antes de la prueba.	77
Gráfico 3.- Muestra por año de nacimiento, itinerario y elección de la asignatura como optativa en ESO o Bachillerato	78
Gráfico 4.- Histogramas calificaciones antes y después de la visita	80
Gráfico 5: Aprobados/suspensos antes y después de la visita.....	81
Gráfico 6: Aprobados/Suspensos según elección como optativa en ESO y Bachillerato y el itinerario en Bachillerato en Test 1	82
Gráfico 7.- Aprobados en función de las optativas y el itinerario elegido (test 1).	83
Gráfico 8: Número de preguntas muy difíciles contestadas correctamente, antes y después de la visita.....	85
Gráfico 9.- Resultados sobre preguntas muy difíciles y elección de asignatura como optativa en ESO y Bachillerato e Itinerario	85

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1: Plan docente de la asignatura Didáctica del Medio Físico y de los Seres Vivos (3 ^{er} curso de Formación del Profesorado)	125
Figura 2.- Conocimientos relacionados con las Ciencias de la Tierra incluidos en los currículos de Primaria y Secundaria, según la LOMCE	127
Figura 3.- Materiales utilizados en los Geolodías de Cáceres.....	133
Figura 4: Cuestionario inicialmente elaborado	135
Figura 5: Cuestionario definitivo utilizado en la evaluación	139
Figura 6: Mapas conceptuales elaborados para su utilización en la unidad didáctica y en la intervención educativa.....	143
TABLAS CON RESULTADOS ESTADÍSTICOS (SALIDAS DESDE SPSS)	149
Tabla 1.- Estadísticos elementos Alfa de Cronbach.....	149
Tabla 2.- Estadísticos Total-Elementos Alfa de Cronbach	150
Tabla 3.- Nº de alumnos que contestaron correctamente por pregunta en Test 1 y 2. Agrupados por intervalos	151
Tabla 4.- Datos Índices de Dificultad y Discriminación.....	152
Tabla 5.-: Clasificación de las preguntas según los Índices de Dificultad y Discriminación	153
Tabla 6.-: Muestra fecha de nacimiento, itinerario bachillerato, Optativa en ESO y Bachillerato	154
Tabla 7.-: Calificación final Test 1 y Test 2.....	155
Tabla 8.- Aprobados/Suspensos en test 1 y 2.....	155
Tabla 9.-: Aprobados/suspensos por optativa en ESO y Bachillerato o itinerario elegido en Test 1. Datos absolutos y porcentajes	156
Tabla 10.- Resultados sobre preguntas muy difíciles y elección de asignatura como optativa en ESO y Bachillerato e Itinerario	157
Tabla 11.- Pruebas de ajuste para variable Calificación Final y respuestas correctas catalogadas como muy difíciles.	158
Tabla 12.- Respuestas correctas muy difíciles	159

Resumen

El Trabajo Final de Máster “Enseñanza y aprendizaje de las ciencias geológicas a partir de los recursos educativos que ofrece el patrimonio de las ciudades: el caso de Cáceres”, ha sido desarrollado a lo largo del curso académico 2014-2015, dentro del programa del Máster Universitario en Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas, en la Facultad de Formación del Profesorado, y llevado a cabo en la Universidad de Extremadura.

Surge dicha investigación por las cada vez mayores dificultades que ofrece el sistema educativo español para la docencia práctica de la Geología (también denominada Ciencias Geológicas, Ciencias de la Tierra y Geociencias), que ha tenido tradicionalmente en las salidas de campo uno de sus pilares fundamentales.

Este trabajo de investigación, llevado a cabo mediante cuestionarios de conocimiento a nivel de Secundaria, permite indagar en la utilidad de la propia ciudad (particularizado en Cáceres) para la didáctica de las Ciencias de la Tierra.

Para ello se ha realizado una intervención educativa, consistente en la preparación y realización de una salida extra-aula de carácter estrictamente urbano, evaluándose la mejora en la adquisición de conocimientos geológicos y actitudes ambientales e interdisciplinares mediante cuestionarios *ad hoc*.

La investigación trata de demostrar que es posible lograr una mejora en la adquisición de conocimientos geológicos mediante la utilización de este procedimiento, que por otro lado es muy utilizado en otras asignaturas (Historia, Arte, Arquitectura, Biología, etc.) y contextos educativos, tanto formales como informales, y espaciales (museos, calles, plazas, etc.).

Los resultados permiten afirmar que la salida por la ciudad, debidamente guiada por el docente, habilita tanto a éste como a sus alumnos, a utilizar satisfactoriamente los numerosos elementos patrimoniales existentes para la didáctica de las geociencias.

Palabras-clave: enseñanza, aprendizaje, enseñanza de la geología, Educación Primaria, Educación Secundaria, trabajo de campo.

Abstract

The final dissertation of Master "Teaching and learning from the geological educational resources being in the heritage of cities: the example of Cáceres", has been developed throughout the academic year 2014-2015, within the program *Master of Research in Teaching and Learning of Experimental Sciences, Social Sciences and Mathematics*, Faculty of Teacher Education, and carried out at the University of Extremadura.

This research is born by the increasing difficulties offered by the education system in Spain for the practical teaching of geology (also called Geological Sciences, Earth Sciences and Geosciences), with the field trips as a mean point.

The inquiry, using questionnaires in Secondary Level, can let to know the owner utility of the city by itself (particularized in Cáceres) for the teaching and learning of Earth Sciences.

For this we have planned an educative intervention with a labor and implementation of out-door class, urban strictly, evaluating the improvement in the acquisition of geological and interdisciplinary environmental knowledge and attitudes through *ad hoc* questionnaires.

The research tries to demonstrate that it is possible to achieve improved geological knowledge acquisition through the use of this procedure, that on the other hand it is widely used in other subjects (History, Art, Architecture, Biology, etc.) and educational and zonal backgrounds (museums, streets, squares, etc.), both formal and informal.

The results confirm that the output of the city, with the teacher as a leader, lets him (her) and his (her) students, the correct use of the numerous assets for teaching Geoscience matter.

Key-words: teaching, learning, geology education, Primary Education, Secondary Education, field work.

1- Introducción

En España, a comienzos de los años 80 del siglo pasado, se generalizan las iniciativas que buscan reflexionar sobre las perspectivas educativas de la Geología. La experiencia más reseñable es la celebración en 1980 por parte de la Universidad Complutense de Madrid del 1^{er} Simposio Nacional sobre Enseñanza de la Geología, al que asistieron 450 personas, de las cuales la mayoría eran geólogos, habiendo un gran porcentaje de inscritos (el 84%) que se dedicaban a la docencia (Universidad Complutense, 1981).

En este Simposio ya se empezaba a hablar de Ciencias de la Tierra y Geociencias, en sustitución de Geología o Ciencias Geológicas, y las inquietudes de los profesionales de la docencia se pusieron de manifiesto a través de las numerosas experiencias que buscaban cubrir el vacío existente en este ámbito, donde ya se intuía una huida de los procedimientos de enseñanza magistrales y memorísticos, evolucionando el aprendizaje hacia la autogestión por parte del alumnado, no habiendo aún, estrictamente hablando, señales de constructivismo o aprendizaje significativo.

En el caso de las experiencias enfocadas en la clase práctica, hubo tres ponencias, con nueve más dedicadas a las salidas de campo. El éxito de este simposio daría lugar a la celebración de otros muchos, lo cual ocurriría gracias a la fundación en 1990 de la Asociación para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT), que aún hoy sigue organizando dichos eventos (Calonge y Juan, 2009).

Las investigaciones que sucedieron tendrían como referente al alumnado y, años después, al profesorado. Se trataba de trabajos que intentaban diseñar actividades prácticas fuera del aula, en la mayoría de los casos de carácter descriptivo y en las que el alumno no era parte activa en la creación de conocimiento, sino su destinatario.

Por entonces ya se veía que entre que un profesor diera conferencias en el campo (“profesor cicerone” de Pedrinaci, 2012b) y los estudiantes tuvieran plena libertad en su propio aprendizaje existía un amplio espectro. En ese espacio intermedio deberían transcurrir las actividades de campo (Savina, 2010) y en esa línea se iniciaron numerosas investigaciones a comienzos del siglo XXI, indagando sobre los procedimientos para

conseguir una metodología mixta, constructivista, al fin y al cabo, y que aún hoy falta por poner en práctica de manera definitiva.

La salida de campo, fuera de las aulas (“out-door” en la terminología anglosajona, “ambientes exteriores al aula” –díganse museos, jardines, centros, industrias, etc.–, según Marques, en Rebelo et al., 2011) es una actividad que se realiza cada vez con menos frecuencia, debido a varios motivos relacionados con el profesorado (responsabilidad, bajo grado de satisfacción, falta de formación y falta de planificación y metodología adecuadas), aunque en el trasfondo de todo está un sistema educativo que también ha ido obstaculizando directa o indirectamente las actividades fuera del aula (López Martín, 2007). Este autor propone una metodología basada en la contextualización constructivista de la enseñanza-aprendizaje, para reflexionar y ejercitar destrezas que permitan superar dichas dificultades inherentes propias de las actividades fuera del aula.

Recordemos que las salidas de campo, aunque se lleven a cabo en ámbitos geográficos muy concretos (por ejemplo, los urbanos), ofrecen a los profesores una poderosa estrategia educativa en un contexto de globalización, que permite el desarrollo curricular de las Ciencias de la Tierra, como han puesto de manifiesto muchos autores (e.g., Barstow y Yazijian, 2004). Por tanto, no se trata de evaluar el trabajo de campo, sino de evaluar su eficacia como herramienta de aprendizaje (y también, todo hay que decirlo, de enseñanza).

Aquel periodo en el que comienza una reflexión investigadora por parte de los docentes de las Ciencias Geológicas, de principios de siglo, coincide con el auge del ambientalismo. En el caso de las Geociencias, todo lo relacionado con los recursos que el ser humano utiliza en el desarrollo de sus actividades conlleva una incidencia sobre el medio ambiente (lo que se denomina “impacto ambiental”). En la actualidad dicho impacto se evalúa para que el aprovechamiento de los recursos naturales no suponga un deterioro ambiental por encima del umbral que se considere inapropiado superar, tanto técnica como legalmente.

Al hilo de esto último, resulta necesario introducir el término ordenación del territorio, un sistema teórico-práctico que planifica los valores intrínsecos de éste en su conjunto respecto a las actividades que admitiría (usos vocacionales), con lo que se introduce un último concepto, capacidad de acogida, muy relacionado con el desarrollo sostenible y que permite al docente cerrar el círculo entre Geología y Educación Ambiental y, a propósito de ésta, un concepto más moderno y global: Desarrollo Sostenible.

Finalmente conviene señalar que, al mismo tiempo que se desarrollan nuevas técnicas de apoyo a la didáctica de las ciencias, especialmente las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC's), el sistema educativo español, por su propia inercia, sigue dificultando de hecho las actividades fuera del aula. Ello, unido a la crisis económica, da alas al ingenio docente y el profesorado empieza a encontrar en el medio urbano una opción para las mal llamadas “salidas de campo”, puesto que estas pueden llevarse a cabo también en las ciudades.

2.- Justificación

El entorno urbano es común a la mayoría de los alumnos (viven en ciudades), pero no por ello es un entorno bien conocido o comprendido en su integridad. De tal manera es así que también se desconocen sus posibilidades geológicas, válidas en cualquier caso para la enseñanza y el aprendizaje de las Geociencias. La utilización del medio urbano como aula desde un punto de vista interdisciplinar y específicamente para la enseñanza de la geología pone de relieve la existencia de recursos didácticos en el ámbito de las Ciencias Geológicas al alcance de todos los ciudadanos (Carrillo y Gisbert, 1993).

El pasado geológico y la historia humana están relacionados: las características geológicas han condicionado en muchos casos la elección de determinados asentamientos por su situación estratégica y su íntima relación con las formas del relieve (Carrillo y García-Hernán, 2012) y otros recursos naturales abióticos. Estos autores señalan que los elementos antrópicos constituyen una fuente de recursos didácticos al integrar aspectos de las ciencias naturales y sociales, permitiendo su utilización para la comprensión de contenidos curriculares, para iniciarse en el aprendizaje por investigación y la realización de tareas a partir de problemas o preguntas interesantes enunciadas en torno a ellos.

Las salidas de campo, aun dentro de las ciudades, constituyen poderosas herramientas didácticas en materias relacionadas con la naturaleza, como la Biología o la Geología. Además de los objetivos que pretenden para el aprendizaje específico de conceptos geológicos, las salidas de campo permiten (López Martín, 2007; García-Frank y otros, 2014):

- El fomento de actitudes y conductas críticas y positivas hacia el entorno encaminadas a su conservación.
- La consecución de uno de los objetivos primordiales de la educación en materia de Ciencias Naturales, cual es aplicar los conocimientos adquiridos para respetar el medio natural y disfrutarlo, valorándolo y participando en su conservación y mejora.

- El aprendizaje de conceptos relacionados con la Geología, que resultan esenciales para la obtención de competencias en el conocimiento y la interacción con el mundo físico en el que se desenvuelven los alumnos en su vida cotidiana.
- La concienciación sobre el uso sostenible de los recursos naturales (materiales geológicos y agua).

Respecto a las competencias, en 2011 Brusi (en Carceller, 2012) entiende que la planificación del aprendizaje en función de la adquisición de competencias persigue conseguir que las personas sean capaces de abordar con éxito una determinada labor o resolver un problema. Lo que, de alguna manera, De Pro (2012) estructura mediante los significados de los “para qué”, “cuándo”, “quién” y “cómo”.

Un aspecto que debe destacarse por estar no sólo presente en entornos naturales sino también urbanos, es el referido a la sostenibilidad, a través de una disciplina emergente, la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS). La EDS es interdisciplinaria y la Geología (incluyendo la observable en las ciudades) no se sustrae a sus valores y objetivos.

El conocimiento, en un plano más transversal, de los recursos urbanos permite una mejor interpretación y valoración, no sólo desde el punto de vista conceptual (ciencias, historia...), de dicho entorno, más allá de las ideas previas que los alumnos tengan del mismo. Al fin y al cabo, es dicho compromiso del alumno con el conocimiento de su entorno y cultura, uno de los objetivos que persigue la educación.

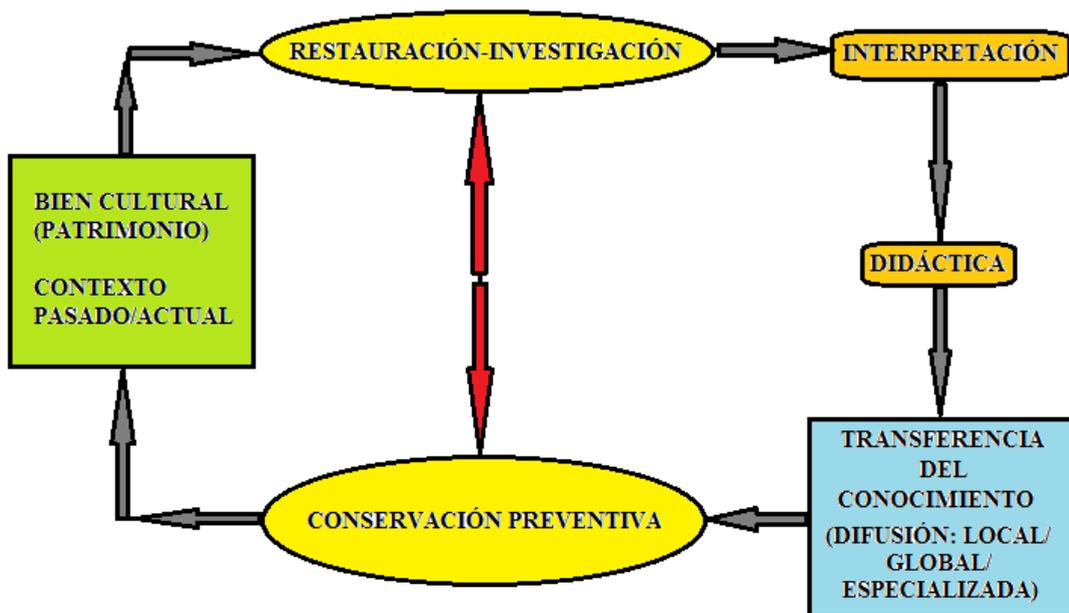
Al tratar del concepto de sostenibilidad es ineludible introducir, a su vez, otros términos colaterales, como impacto ambiental u organización o planificación territorial. Estos términos vienen a expresar una idea que debe utilizarse en cualquier programa educativo que pretenda inculcar los valores ambientales: el desarrollo sostenible o sustentable, que debe permitir en el alumnado una posición crítica (racional) respecto al uso de los recursos naturales (Pizarro et al., 2005).

Las actividades humanas en las ciudades, y Cáceres puede ser un ejemplo de ello, han producido impactos ambientales debido a la imprescindible ocupación del suelo, al necesario aprovechamiento de los recursos geológicos (principalmente petrológicos, minerales e hidrogeológicos) y a la inevitable producción de materias potencialmente contaminantes.

En muchas ocasiones estos aspectos pueden evaluarse, a pesar de haberse producido muchos años atrás, y dicho trabajo constituye una herramienta didáctica de primer orden para el aprendizaje de su significado y consecuencias sobre un territorio y sus habitantes.

Siendo el medio urbano, por lo general, un entorno ideal para comprender el patrimonio (figura 1) y que éste es un referente interdisciplinar por definición, en el que se interrelacionan contenidos de Arte, Biología, Geografía, Geología, Historia, etc., la ciudad se conforma como un marco privilegiado para acercarnos al conocimiento de la realidad socio-histórica y natural. Sin embargo, habitualmente en el ámbito educativo, se tratan los diversos elementos patrimoniales desde las Ciencias Sociales, predominando un enfoque uni-disciplinar, con un carácter erudito y localista, sin establecer relaciones entre Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (Estepa, Wamba y Jiménez, 2005).

Figura 1.- Análisis de la utilización de la educación como medida de protección del patrimonio cultural.



Fuente: Elaboración propia a partir de Pérez García y Alagarda Carratalá (2011).

Sin embargo, son cada vez más los trabajos que apuntan hacia una integración de las Ciencias de la Tierra en el patrimonio cultural, bien a través del turismo o geoturismo (Carcavilla et al., 2011) o de nuevos conceptos, como la geodiversidad, un patrimonio en sí mismo (Del Ramo y Guillén, 2004). Comprender que el paisaje urbano tiene un componente natural abiótico (el componente geológico) resulta interesante para interactuar con otras disciplinas de las Ciencias Sociales. Además, verificar este hecho y evaluarlo “geológicamente” a través de las herramientas que ofrece la investigación educativa, resulta interesante desde el punto de vista curricular.

De este modo, conociendo las posibilidades ofrecidas por los entornos urbanos, la presente investigación pretende aplicar una metodología que indague en la didáctica geológica en la ciudad, un medio que en principio es exclusivamente propio de las Ciencias Sociales. Este tipo de investigación en la ciudad tiene sus antecedentes en países anglosajones (King, 2008; Bentley, 2009). Sin embargo, en nuestro país apenas han sido abiertas líneas de investigación que cuantifiquen las mejoras cognitivas habidas en las Geociencias gracias a las salidas de campo o, más genéricamente hablando, las actividades didácticas fuera del aula.

Una excepción lo constituyen los trabajos, especialmente norteamericanos, sobre preconcepciones, como los referidos al tiempo geológico (e.g., Dodick y Orion, 2003; Freeman et al., 2007; Jolley et al., 2013) o a placas tectónicas e interior terrestre (e.g., Libarkin y Anderson, 2005), que aplican técnicas de análisis cuantitativo similares a las que en nuestra investigación se aplicarán. No debemos olvidar, en cualquier caso, uno de los pocos trabajos que en España se aventuraron en estos temas, como el de Granda Vera (1988).

Recordemos que España es el tercer país del mundo con mayor número de lugares, tras Italia y China, de la Lista del Patrimonio Natural y Cultural de la Humanidad realizada por la UNESCO. Doce de esos lugares son ciudades antiguas, entre las que se encuentra desde el 26 de noviembre de 1986 la “Ciudad Vieja de Cáceres” (Bosque Maurel, 2011), ciudad también designada “Conjunto Monumental” el 21 de enero de 1949, “Tercer Conjunto Monumental de Europa” desde 1968, y “Primer Conjunto Monumental de España”, otorgado por el Consejo de Europa (Rengifo Gallego et al., 2015), formando Cáceres también parte de las redes turísticas “Ciudades Patrimonio de la Humanidad”, “Juderías” y “Ruta de la Plata”.

Este autor pone énfasis en la obligada defensa y conservación por parte de los entes públicos. Quizá a través de la inclusión de los valores horizontales multidisciplinares (o, mejor aún, interdisciplinares) en la formación académica de los ciudadanos, como puede servir de ejemplo este pequeño trabajo de investigación, se consiga un mayor respeto o, al menos, una mayor reflexión sobre el significado, no sólo educativo, del patrimonio.

Como dice Troitiño (2003), es imprescindible preguntarse en qué medida se están aprovechando las oportunidades que ofrecen la educación, la cultura, el ocio y el turismo para desencadenar dinámicas de cualificación y vitalización de los centros históricos. Abundando más, Anguita (2004) rescata una idea ya citada por otros investigadores anteriormente (por ejemplo, el ecólogo Ramón Margalef), en el sentido del atractivo que suponen las interfases entre especialidades científicas, como lugares muy interesantes para la labor didáctica.

Un buen ejemplo de ello han sido las Ciencias Ambientales. Se nos ocurre que las Ciencias Experimentales relacionadas con la gea y las Ciencias Sociales relacionadas con el patrimonio cultural están creando ya una interfase ubicada en las ciudades y que los docentes deben investigar con mayor ahínco las posibilidades que ofrecen. Ojalá este modesto trabajo aporte su grano de arena a esta nueva línea de investigación.

3.- Objeto de estudio

El presente Trabajo de Fin de Máster (“Enseñanza y aprendizaje de las ciencias geológicas a partir de los recursos educativos que ofrece el patrimonio de las ciudades: el caso de Cáceres”) pretende demostrar la posibilidad del uso de elementos patrimoniales (que incluyen elementos geológicos) de una ciudad, para la didáctica de la Geología (también denominada Ciencias Geológicas, Ciencias de la Tierra y Geociencias).

En concreto, conocer si en un medio urbano (no natural en sentido estricto y que no parece, por tanto, el más apropiado para encontrar recursos y materiales geológicos) el docente es capaz de desenvolverse para conseguir el objetivo de hacer comprender temas geológicos que parecería más lógico explicar en un entorno natural originalmente geológico, por ejemplo utilizando la clásica excursión, salida o práctica de campo.

Cuando en un área determinada, como puede ser la ciudad, no existe un museo que incluya elementos expositivos y didácticos geológicos, y donde no es posible realizar salidas al entorno natural para explicar Geociencias, la investigación del presente Trabajo Fin de Máster, gracias a otras iniciativas experimentadas en el territorio nacional español (GEOLODIA), propone una alternativa, que si bien no es una solución en sí misma, sí resulta interesante para los docentes, pues permite acercar las Ciencias de la Tierra al alumnado, utilizando todos los recursos al alcance tanto de profesores y alumnos como del propio centro educativo.

En este caso, los recursos patrimoniales característicos de la arquitectura, la historia y la propia cultura humana, permiten establecer un puente de unión con las Ciencias Geológicas, pues la mayor parte de esos “patrimonios” tienen algo geológico y es a eso a lo que nos referimos cuando pretendemos aplicar una didáctica geológica en las ciudades.

El área seleccionada ha sido la ciudad antigua de Cáceres, en cuyo ámbito urbano es posible utilizar el patrimonio existente (natural, arqueológico, industrial y monumental) para realizar visitas escolares con recorridos que vayan mostrando sucesivamente los elementos geológicos detectados. En uno de esos recorridos, el de la Ciudad Vieja (antigua), se ha diseñado y llevado a cabo una intervención educativa, que incluye una

evaluación de aprendizaje mediante cuestionarios cognitivos, utilizando una metodología cuantitativa de análisis de datos para estudiar el objeto principal de esta investigación.

Creemos que Cáceres es un lugar que permite la enseñanza y el aprendizaje de la geología, ya que dispone de numerosos y variados elementos de ese tipo, entre los que destacan los pétreos. Estos elementos, las rocas, claramente permiten al docente una enseñanza básica de los procesos geológicos, pudiendo enlazar con otros aspectos, como son el tipo de medio en el que dichas rocas se formaron (ambiente ígneo, sedimentario o metamórfico), junto con los procesos concretos involucrados (cuyo reflejo son las facies o improntas sedimentarias y los minerales presentes), el concepto del tiempo geológico (mensurable generalmente en millones de años), la presencia de seres vivos en otros periodos de la historia planetaria (hoy fosilizados en algunas rocas sedimentarias, permitiendo ello enlazar con el concepto de evolución), el uso que el ser humano realiza de los materiales geológicos o, incluso, su estudio y protección en el caso de constituir elementos patrimoniales catalogados (geoconservación).

Se ha realizado la investigación en dicho entorno mediante una intervención educativa referida a una asignatura de 3^{er} curso del Grado en Educación Primaria, en concreto la asignatura “Didáctica del Medio Físico y los Seres Vivos”, en la Facultad de Formación del Profesorado de Cáceres, cuyo Plan Docente puede verse en la figura 1 del anexo de este trabajo.

4.- Objetivos

El objetivo primordial de esta investigación consiste en:

“Utilizar de manera didáctica el medio urbano de la ciudad de Cáceres, en concreto, el área correspondiente a la urbe antigua, como lugar de visita del docente con sus alumnos, para que éstos puedan aprender Ciencias Geológicas a través, inicialmente, de los elementos urbanos patrimoniales, como las rocas de los edificios monumentales, pavimentos y demás elementos constructivos utilizados”.

El objetivo general se desglosa en objetivos específicos, que hemos categorizado en cuanto a conocimientos, habilidades y actitudes del alumnado. Finalmente, hemos incluido algunos objetivos enfocados en el profesorado. Esto ha surgido por considerar que los alumnos sobre los que se ha realizado la investigación serán previsiblemente futuros docentes, quizá, de ciencias experimentales como las Geociencias.

4.1.- Objetivos específicos referidos a conocimientos:

- Adquirir conocimientos relacionados con la Geología: conceptos de mineral, roca, fósil, ambientes petrogenéticos, estructuras geológicas (principalmente sedimentarias), tectónica (deformación de las rocas) regional y local, geomorfología (relieve y paisaje) local y uso de los recursos geológicos (minería, construcción, etc.).
- Relacionar los conocimientos geológicos con otras materias, como Biología, Física o Historia. Ello con vistas a utilizar el recurso objeto de estudio, la ciudad y su patrimonio, como punto de encuentro de dichas disciplinas.

4.2.- Objetivos específicos referidos a habilidades:

- Razonar sobre los recursos observados y los procesos deducidos, que pueden tener un carácter de utilidad no sólo para el aprendizaje de conceptos, sino de sus relaciones con otras materias en apariencia inconexas (e.g., Geología e Historia).

- Reconocer elementos destacados del patrimonio para elaborar una propuesta educativa específica (historia de la Tierra, formación de las rocas, fosilización, cimentación, meteorización, etc.).

4.3.- Objetivos específicos referidos a actitudes:

- Adquirir una conducta positiva hacia la ciencia en general, y la Geología en particular, valorando la aportación del conocimiento científico a la cultura, enriqueciendo el acervo personal de los alumnos y, consiguientemente, el correspondiente acervo colectivo de la sociedad a la que pertenecen y en la que éstos se desenvuelven.
- Adquirir sensibilidad al uso selectivo y racional de los recursos naturales, concretamente los geológicos, que les permita discriminar parámetros económicos y éticos, que no necesariamente son incompatibles.
- Integrar las dimensiones científica y social a través del patrimonio histórico, artístico y arquitectónico de la ciudad, necesario para el correcto manejo y adecuada gestión de los usos y aprovechamientos (sociales, económicos, turísticos, educativos, etc.) de la misma.

4.4.- Objetivos específicos propuestos para el profesorado:

- Incorporar a la elaboración de las unidades didácticas los mapas conceptuales como herramientas en las que se pongan de manifiesto específicamente habilidades relacionadas con el dominio de las Ciencias de la Tierra.
- Valorar la importancia de la salida de campo como técnica docente en Geología, como mejor manera de conseguir un aprendizaje significativo.
- Transmitir al alumnado entusiasmo por las Geociencias y el Desarrollo Sostenible.

5.- Marco teórico

5.1.- Historia de la enseñanza de la Geología en España

El interés de la Humanidad por los recursos geológicos se remonta a la Prehistoria, existiendo muchas culturas cuya historia está íntimamente fundamentada en el uso de determinados recursos naturales abióticos, como la piedra o el mineral, a partir de los cuales se afianzó un modelo que ha permitido por lo general nuestro gran desarrollo como especie. Por este motivo, debe entenderse que el conocimiento de los recursos geológicos siempre ha debido ser un patrón destacado de nuestros ancestros, entendiendo que ello incluye todo lo referido con la transmisión y el aprendizaje de dicho conocimiento, crucial en nuestra Historia.

Desde su aparición como ciencia, a finales del siglo XVIII (con las ideas de James Hutton en su *Theory of the Earth*, de 1788 y posterior reafirmación gracias a *Principles of Geology*, de Charles Lyell, a comienzos de la década de los 30 del siglo XIX) la Geología sufrió una lenta modernización, probablemente debida a la influencia religiosa (Capel, 1980). A este obstáculo habría que añadir, según García Cruz (1998), la influencia del positivismo de finales del S. XVII, que impuso la observación directa, cuantificable, que a las Ciencias de la Tierra le resultaba de difícil aplicación al no poder observarse directamente, como resulta obvio, muchos fenómenos ni procesos geológicos.

La socialización llegó a la educación española en el siglo XIX a través de los planes del Duque de Rivas de 1836, de Pidal de 1844 y de la ulterior ley Moyano de 1857, que polarizó definitivamente la estructura de la enseñanza (instrucción básica para la mayoría e instrucción mejorada para la élite social y económica), en sintonía con las ideas liberales afrancesadas de la época, lo que encajaba, por otro lado, con las características económicas, sociales y políticas de la sociedad española del momento (De Puelles Benítez, 2008).

Siguiendo a dicho autor (p. 10), a dicha norma le seguiría la ley Villar de 1970, “*en respuesta a la demanda creciente de democratización de la educación y a las necesidades de una sociedad dinámica, urbana e industrial que poco o nada tenía que ver con la sociedad a la que respondía la ley Moyano*”, rompiendo el sistema bipolar de la anterior.

Dicha norma no tuvo en cuenta al profesorado ni la formación que éste precisaba para acometer la reforma educativa que se pretendía.

Luego llegarían la Ley Orgánica del Derecho a la Educación de 1985, y la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo de 1990, cuyo logro principal fue extender la escolaridad obligatoria y gratuita hasta los 16 años de edad, aunque tampoco esta ley supo establecer los mecanismos adecuados para una formación inicial ni continua del profesorado, tanto de Secundaria como de Primaria. Este proceso habría de esperar hasta la entrada en vigor de la Ley Orgánica de Educación de 2006, a la que le había precedido por poco tiempo la Ley Orgánica de la Calidad de la Educación, de 2002, pues ésta apenas había retocado levemente la ley de 1990.

Finalmente, la última ley educativa (Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa), a pesar de no derogar ni sustituir explícitamente las leyes anteriores, tendrá un importante impacto caso de implantarse.

A esta complejidad legislativa se suma la inflación normativa de las Comunidades autónomas. Romero Lacal (2011) indica hasta quince mejoras del sistema educativo, entre las que cabe destacar la reforma de los currículos, la eliminación definitiva de la promoción automática, la reforma del bachillerato y la disminución del número de alumnos por aula. Algunas de ellas parece que la actual legislación pretende abordar.

García Camarero (2008) indica que, salvo excepciones, el marco teórico en el que tradicionalmente se desarrolló la actividad científica y académica en España fue fijado por la comunidad escolástica, no teniendo éxito los intentos de la comunidad ecléctica de profesar la filosofía experimental en el campo de las ciencias de la naturaleza. Los maestros españoles quedaron al margen de la natural evolución del pensamiento y profesaron una ciencia muerta, proviniendo de ello el atraso en materias científicas habido en España hasta principios del siglo XX. Señala este autor:

“La escasez de resultados científicos... entre finales del siglo XVI y finales del XIX no es atribuible a una ineptitud intrínseca de los españoles para las ciencias, como a veces se sostuvo,...sino a que, desconociendo las claves del nuevo pensamiento científico profesaron una «ciencia muerta». La historia parece evidenciar que el desconocimiento de la finalidad, estructura y métodos de las ciencias dificulta enormemente el aprendizaje de las mismas y anula la creatividad científica.

....

Es muy probable que las dificultades que tienen actualmente nuestros alumnos para entender algunos contenidos específicos de las ciencias sean debidas a que no se les enseña adecuadamente ni «las reglas del juego científico», ni el marco teórico en el que están inmersos esos contenidos.» (p. 138)

García Cruz (1998) señala algunos obstáculos epistemológicos al aprendizaje escolar que en la actualidad se producen en general de las Ciencias de la Tierra (imposibilidad de observación directa asociada a la dificultad de experimentación; la inmutabilidad o fijismo; la globalidad, idea que permite relacionar e integrar los fenómenos y procesos geológicos; el actualismo-uniformitarismo, que tiende a la interpretación peligrosa y abusiva de determinados fenómenos geológicos; la enseñanza de hechos acabados, que evita en cierta medida el debate o la controversia en el aula; y, por último, la superficialidad con que se asimilan conceptualmente los modelos y las analogías).

Calonge (2013) menciona el hecho de que la escasa representación de los contenidos geológicos en los libros de texto de Secundaria ha condicionado a la baja el número de estudiantes que cursan estas materias. A este hecho hay que añadir el carácter optativo de las asignaturas con contenidos geológicos en el Bachillerato (“Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente”) y el escaso peso que se otorga a dichas asignaturas en las pruebas de acceso a la universidad, lo que está originando que dejen de impartirse en muchos centros.

Gracias a trabajos como el del profesor D. Vicente Sos (Sos, 1988) conocemos en qué se basaban los contenidos geológicos que se impartieron en España en el periodo comprendido entre 1845 y 1936. Resulta interesante su evolución como disciplina, desde las ciencias naturales hasta su independencia (no del todo absoluta) como ciencia a comienzo del siglo XX. Deben exceptuarse los manuales docentes sobre Mineralogía, que siempre tuvieron una independencia lógicamente por razón de la materia, una de las primeras conocidas y desarrolladas antes incluso de la aparición de la Geología como tal.

Guereña (1998) realiza un muy importante repaso de las cerca de 300 investigaciones realizadas sobre la enseñanza secundaria en España, citando algunos trabajos de Fraga Vázquez sobre Ciencias Naturales en Galicia, o el trabajo de Felicidad Sánchez Pascua sobre el Instituto de Segunda Enseñanza de Badajoz y Emilia Domínguez Rodríguez sobre el instituto homónimo de Cáceres.

5.2.- La Geología en el currículo

La Geología es una ciencia para cuya enseñanza y aprendizaje se recomiendan, más que se requieren, ciertos útiles (materiales geológicos –fósiles, minerales y rocas, fundamentalmente, bien naturales o artificiales a modo de sucedáneos o imitaciones lo más fidedignas posibles–, aplicaciones informáticas u otras herramientas digitales ofrecidas a través de webs u otros soportes entroncados con las nuevas tecnologías de la información y comunicación), habiendo consenso en que, como ocurre en otra de las Ciencias de la Naturaleza por antonomasia, la Biología, resulta imprescindible una toma de contacto con el medio, el entorno, para conocer de primera mano el funcionamiento de sus componentes y procesos, lo que se denomina “contexto funcional”.

Tal es así, que raro es que un alumno no realice una excursión fuera del aula, “al campo”, como se suele decir, para de esta manera comprender mejor los conceptos y proposiciones que el docente le ha ido transmitiendo sucesivamente con carácter previo en el aula. En este sentido, Gómez-Heras et al. (2011, p. 1) señalan una idea ampliamente conocida en la docencia de las ciencias naturales, cual es la importancia del trabajo de campo, “*como única manera de observar el objeto de estudio en su contexto*”. En la enseñanza de las Ciencias el contexto funcional del material educativo se encuentra casi siempre lejos del aula, por lo que el trabajo de campo se convierte en una parte fundamental en la formación del alumno para la completa comprensión de los procesos y materiales geológicos.

Si bien el propio sistema educativo debería “ofrecer” los recursos necesarios para el desarrollo didáctico de la Geología, son en realidad los investigadores y docentes los encargados de ofrecer tales recursos a los docentes. Así, por la experiencia que conocemos, la mayor parte de los docentes de esta materia apuestan por una didáctica mixta, mediante dos vías:

- 1ª. Por un lado, aplican habitualmente un modelo de enseñanza/aprendizaje basado en la transmisión de teoría dentro del aula, para el cual sólo en algunas ocasiones utilizan materiales y recursos externos, propiamente geológicos, como minerales, fósiles, rocas u otros recursos físicos similares, siendo cada vez más común, sin embargo, el uso de otros recursos tecnológicos o virtuales (Internet y software educativo) como apoyo en la didáctica.

2ª. Por otro lado, siempre que ello sea posible, los docentes realizan con sus alumnos visitas fuera del aula, bien a museos, centros de interpretación, exposiciones, etc., bien a lugares en los que poder observar algunos fenómenos, procesos o elementos naturales geológicos, que les permitan a sus alumnos afianzar el conocimiento en materia geológica gracias al significado que adquiere el mismo y que dicho procedimiento práctico facilita enormemente.

Para contextualizar la didáctica de la Geología en el sistema educativo, señalar que el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), que comenzó a gestarse con la Declaración de la Sorbona (1998) y se concretó con la de Bolonia (1999), está prácticamente implantado en la UE. Con él se pretende conseguir una Europa del Conocimiento basada en un marco educativo común que, en teoría, favorezca la compatibilidad y la comparación de los sistemas de educación superior y, con ello, la competitividad, la movilidad y el desarrollo y cohesión social de los países implicados.

Este modelo especula con conceptos tales como aprendizaje autónomo, el profesor como facilitador o gestor del aprendizaje, la consecución de competencias, el trabajo coordinado, la formación a lo largo de la vida y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) (González y Moreno, 2012).

Según señala el profesor Juan Freire (en Andrade Olalla, 2007, p. 3), el EEES debería ser una oportunidad de mejora de la calidad de la docencia universitaria, un cambio de paradigma (de un sistema basado en la enseñanza del profesor a un sistema basado en el aprendizaje del estudiante), un contrato entre el profesor y los alumnos (a través del European Credit Transfer and Accumulation System –ECTS–) y una apuesta por una formación integral (en cuanto a contenidos científicos y capacidades).

No obstante, el EEES ha recibido numerosas críticas, entre las que destacamos la de González y Moreno (2012), quienes señalan, refiriéndose a los países deficitarios (originalmente Portugal, Italia, Grecia y España, al que habría que añadir actualmente a Irlanda –conocidos peyorativamente en la terminología anglosajona con el acrónimo PIGS–):

“La crisis económica y su azote europeo que afecta particularmente a los países periféricos conocidos como PIGS (!), el giro neoliberal de la ideología dominante y la política de recortes presupuestarios que afectan de lleno a la educación pública en nuestro país imposibilitan la aplicación de un modelo educativo ideado en época de abundancia”. (p. 134)

Perales Palacios (2012), refiriéndose a la didáctica de las ciencias experimentales en general en Educación Primaria, señala al profesorado como víctima del sistema educativo, debido al adelgazamiento del currículo de las asignaturas de ámbito científico en los planes de estudio de las titulaciones de Maestro, lo que unido a la práctica ausencia de mecanismos de selección para el acceso a las facultades de Educación, impidió el inadecuado relevo generacional en el área de ciencias. Creemos que esta idea, por desgracia, es probable también extensible a la Enseñanza Secundaria.

Tanto el informe PISA –Programme for International Student Assessment (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, en español)– (OCDE, 2006) como el Informe Rocard (Rocard et al., 2007) sobre la enseñanza de las ciencias en Europa indican que *“los estudiantes perciben la educación científica como irrelevante y difícil”* (Zamalloa et al., 2013).

El Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) es un estudio internacional llevado a cabo por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en el que se analiza el rendimiento de los estudiantes de 15 años a partir de unos exámenes internacionales realizados cada tres años y cuyo fin es la valoración internacional de los alumnos, teniendo como objetivo final la alfabetización en los campos de competencia: lectura, matemáticas y ciencias.

La competencia científica se define como la capacidad para utilizar el conocimiento científico, identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en evidencias, con el fin de comprender y contribuir a la toma de decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él (EURYDICE, 2012). Desde 2006 PISA diferencia entre conocimiento de las ciencias (comprensión de conceptos y teorías científicas fundamentales) y conocimiento sobre ciencia (entendimiento de la naturaleza de la ciencia en tanto que actividad humana, así como la potencia y limitaciones del conocimiento científico).

Gil y Vilches (2006) recopilan lo señalado por otros autores, en el sentido de que PISA evalúa el conocimiento científico a través de tres grandes dimensiones: los procesos o destrezas científicas, los conceptos y contenidos científicos y el contexto en el que se aplica el conocimiento científico.

El Informe Rocard, por su lado, señala varios factores como causa de la falta de interés de la juventud hacia la ciencia, entre otros una forma de enseñar muy abstracta, sin apoyo en la observación y la experimentación. A ello ayuda la inseguridad del profesorado en la docencia de la Geología (King, 2006).

Las Geociencias como materia curricular ha ido perdiendo en los últimos años una de sus características más definitorias, cual es la salida de campo, tan simbólica como necesaria. Para Gómez-Heras et al. (2011):

“La literatura existente sobre enseñanza en el campo muestra la preocupación por optimizar el rendimiento educativo durante una salida de campo y garantizar su interactividad. Esto tiene una especial relevancia, ya que las salidas de campo suponen un gasto significativo y a menudo sufren los primeros recortes cuando aparecen restricciones presupuestarias. Así, mejorar la eficacia de la enseñanza en el campo en Ciencias de la Tierra es una prioridad tanto desde el punto de vista educativo como desde el presupuestario”. (p. 1)

En la línea de retomar no sólo el prestigio que tuvo en su momento la Geología, sino también en el ánimo de legar a la sociedad las bases de su conocimiento, atesorado a lo largo de su fundación como ciencia moderna (se puede tomar como tal la edición entre 1830 y 1833 de *Principles of Geology*, de Charles Lyell), se crea el proyecto *Earth Science Literacy Principles*, auspiciado por la *National Science Foundation* y la *American Association for the Advancement of Science*, en el que participan las más importantes sociedades científicas americanas relacionadas con las Ciencias de la Tierra y su enseñanza.

En España es conocido como Alfabetización en Ciencias de la Tierra, estando patrocinado por la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Dicho proyecto establece diez ideas clave que todo ciudadano debería conocer al acabar la Educación Secundaria Obligatoria (Pedrinaci, 2012a):

- Idea clave 1: La Tierra es un sistema complejo en el que interaccionan las rocas, el agua, el aire y la vida.
- Idea clave 2: El origen de la Tierra va unido al del Sistema Solar y su larga historia está registrada en los materiales que la componen.
- Idea clave 3: Los materiales de la Tierra se originan y modifican de forma continua.
- Idea clave 4: El agua y el aire hacen de la Tierra un planeta especial.
- Idea clave 5: La vida evoluciona e interacciona con la Tierra modificándose mutuamente.
- Idea clave 6: La Tectónica de Placas es una teoría global e integradora de la Tierra.
- Idea clave 7: Los procesos geológicos externos transforman la superficie terrestre.
- Idea clave 8: La humanidad depende del planeta Tierra para la obtención de sus recursos y debe hacerlo de forma sostenible.
- Idea clave 9: Algunos procesos naturales implican riesgos para la Humanidad.
- Idea clave 10: Los científicos interpretan y explican el funcionamiento de la Tierra basándose en observaciones repetibles y en ideas verificables.

Una aportación muy interesante en materia curricular es el proyecto GEOschools (Calonge et al., 2013; Calonge et al., 2014), cuyo objeto es definir el marco de referencia de los principios de alfabetización geocientífica que deberían impartirse en los centros europeos de Enseñanza Secundaria de los seis países participantes (Austria, España, Italia, Grecia y Portugal). GEOschools realiza un análisis comparativo de los *currícula*, normaliza el glosario de términos geológicos, investiga las preferencias de los estudiantes y propone materiales docentes y rutas geológicas.

Para finalizar, decir que pese a la aparente apatía con que la enseñanza de la Geología se ha podido desarrollar en lo que a salidas de campo se refiere, ha habido iniciativas que, no estando formalmente dentro del currículo, sí han permitido tanto a profesores como a

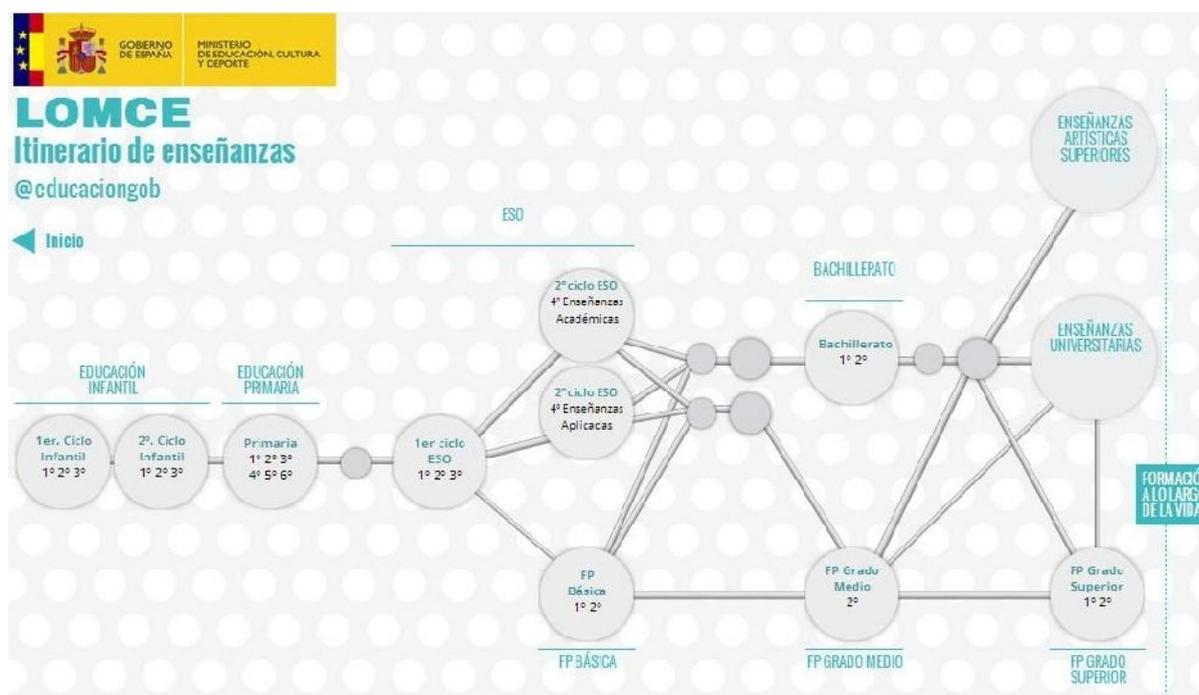
alumnos mantener el interés y la dinámica didáctica de esta materia en las aulas españolas. Iniciativas ya consolidadas, como la Olimpiada de Geología (auspiciada en España por la Asociación Española de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra y apoyada en Extremadura por la Asociación Geológica de Extremadura –AGEx–), con fases autonómicas, nacional e internacional), el GEOCAMP, un portal de apoyo a las actividades de campo en Geología (Brusi et al., 2011b) –al estilo de la web *Earth Learning Idea* (King et al., 2013)–, la tutoría entre iguales (Moliner et al., 2012) o el GEOLODIA (Crespo-Blanch et al., 2011), han sabido explotar el potencial tan arraigado que tienen las Ciencias Geológicas respecto a su enseñanza y aprendizaje fuera de las aulas, por medio de salidas de campo.

Como consecuencia, quizá, de todo lo anterior, en la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), recientemente aprobada, la Geología parece estar más cerca del lugar que le corresponde en lo que a currículo se refiere, gracias entre otras cosas a las reivindicaciones realizadas por numerosas instituciones de índole geológica –Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT), Asociación Española para el Estudio del Cuaternario (AEQUA), sección española de la Commission on Geoscience Education (COGE-IUGS), Confederación de Sociedades Científicas (COSCE), Conferencia de Decanos de Geología, Ilustre Colegio Oficial de Geólogos (ICOG), Instituto Geológico y Minero de España (IGME), sección española de la International Commission on the History of Geological Sciences (INHIGEO-IUGS), Real Sociedad Española de Historia Natural (RSEHN), Sociedad Española de Geomorfología (SEG), Sociedad Española de Mineralogía (SEM), Sociedad Española de Paleontología (SEP), Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero (SEDPEGYM) y Sociedad Geológica de España (SGE)– elaborando una propuesta curricular sobre la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en la Educación Secundaria (obligatoria y postobligatoria) que fuera coherente y formativa, estuviera actualizada, tuviera en cuenta las demandas sociales y educativas y contara con el máximo respaldo de las organizaciones científicas, profesionales y de enseñanza (Pedrinaci, 2014).

En la LOMCE (figura 2), ya traspuesta a la Comunidad Autónoma de Extremadura, mediante los Decretos 103/2014 (currículo de Educación Primaria) y 127/2015 (currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato), la presencia de la Geología en mayor o menor grado queda englobada en las siguientes asignaturas (ver también figura 2 del anexo):

- Primaria: Ciencias de la Naturaleza.
- Secundaria Obligatoria: Biología y Geología, Geografía e Historia y Cultura Científica.
- Bachillerato: Biología y Geología, Geografía y Geología.

Figura 2.- Itinerario de enseñanzas.



Fuente: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Es interesante resaltar el papel que las salidas de campo juegan, a nivel curricular, en Bachillerato (bloque 10 de 2º curso), como aspecto culminante de dominio de la materia, aunque es una demanda generalizada por parte de los docentes el uso de dicho procedimiento (salida fuera del aula) en todos los niveles, no solamente en Bachillerato, dadas sus bondades en el aprendizaje significativo de los tipos de materiales y procesos geológicos.

No queremos dejar pasar la oportunidad de hacer mención al desarrollo sostenible en el ámbito didáctico de la Geología. La UNESCO señala que “*la Educación para el Desarrollo Sostenible permite que cada ser humano adquiera los conocimientos, las*

competencias, las actitudes y los valores necesarios para forjar un futuro sostenible” (<http://www.unesco.org/new/es/our-priorities/sustainable-development/>).

Educar para el desarrollo sostenible significa incorporar los temas fundamentales del desarrollo sostenible a la enseñanza y el aprendizaje, por ejemplo, el cambio climático, la reducción del riesgo de desastres, la biodiversidad, la reducción de la pobreza o el consumo sostenible.

Es, pues, un paradigma que engloba las muchas formas de educación que ya existen y las que quedan por crear. Por otro lado, la Educación para el Desarrollo Sostenible exige métodos participativos de enseñanza y aprendizaje que motiven a los alumnos y les doten de autonomía, a fin de cambiar su conducta y facilitar la adopción de medidas en pro del desarrollo sostenible.

5.3.- Las experiencias en la enseñanza práctica de la Geología

No es hasta finales del XIX cuando surge un interesante movimiento cultural que trata de divulgar el patrimonio histórico-artístico y los valores naturales entre la población en general y los escolares en particular.

En España en particular, en clara conexión con los planteamientos de la Institución Libre de Enseñanza, diversos científicos, maestros y profesores trataban de poner en marcha excursiones e itinerarios didácticos que permitieran aumentar la cultura popular y, con ello, favorecer la protección y conservación del patrimonio cultural y natural más próximo a los ciudadanos (Díez Herrero y Vegas Salamanca, 2011). Con la premisa “conocer es amar, y amar es proteger” esta faceta de la docencia tuvo un cierto calado en la sociedad española.

Experiencias de aquel periodo hay varias, inéditas, enmarcadas en los materiales propios del currículo y la docencia del momento. No es hasta mediados de siglo cuando aparecen esporádicamente algunos trabajos, siempre desde el localismo, sobre el uso de los recursos de la ciudad como herramienta didáctica de la Geología.

Es el caso del primer trabajo al que hemos tenido acceso, de Hernández-Pacheco (1954), sobre los adoquines de Madrid. Pasarán cuarenta años hasta que aparezca la

primera investigación pormenorizada en este sentido, también referida a Madrid (Martín Moreno, 1994).

Todo este ímpetu innovador en la educación se vio interrumpido con la Guerra Civil y la dictadura franquista, durante el cual el sistema educativo fue cedido a la Iglesia, para la defensa de la patria y el nacional-catolicismo, siendo perjudicadas no sólo las Ciencias Geológicas (especialmente en cuestión de origen del Universo, del Sistema Solar y la Tierra, etc.), sino también las Sociales (por la tergiversación de determinada información socio-histórica, especialmente la referida a la religión) y las Biológicas (en lo referido a origen y evolución de los seres vivos y reproducción humana), sin olvidar a la Física y a la Química, que se convirtieron en materias fundamentalmente teóricas.

A medida que en la década de los 50 la Iglesia va perdiendo hegemonía educativa, se observa una mejora en el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza (por ejemplo, uso de maquetas del cuerpo humano y de animales, colecciones de minerales, rocas y fósiles, etc.), además de un cambio en la metodología docente, que empezaba a dar protagonismo al alumno en la experimentación, básicamente aún dentro de incipientes laboratorios.

Después del incremento en equipamiento que sufrieron todos los centros docentes a partir de los años 70, especialmente en los laboratorios, fueron los elementos audiovisuales y multimedia los que tomaron protagonismo, ya en los 80, pues supusieron una segunda revolución en cuanto a medios didácticos se refiere. De aquella época son los proyectos ATENEA o MERCURIO. Es destacable lo señalado por Escolano (2006) sobre el necesario reciclaje del profesorado hacia una reforma que conllevaba el uso generalizado de nuevos medios, cuyo ensayo se realizaría a través de los Institutos de Ciencias de la Educación.

Respecto a los medios didácticos, Velasco y Blanco (2009) distinguen recursos educativos internos y externos al aula. Éstos últimos son la naturaleza y el propio medio, que constituyen fuente de inmensa información. No obstante, dentro de las visitas fuera de las aulas no incluyen las salidas que utilicen la ciudad como área de enseñanza y aprendizaje.

Fuera de España, concretamente en Estados Unidos, habían estado publicándose trabajos interesantes. Lisowski (1987) reseña investigaciones realizadas por otros autores referentes a salidas de campo desde el año 1935, habiendo tan sólo una de ellas, aunque

rudimentaria aún, referida específicamente a Geología (la que realiza Glenn en 1968 utilizando diapositivas para evaluar el conocimiento después de una salida de campo).

No obstante, algunos de aquellos trabajos giraban en torno a la Naturaleza o la Ecología (lo que hoy consideraríamos Medio Ambiente), por lo que la Geología se veía representada parcialmente en algunos de los cuestionarios de conocimiento que dichos autores utilizaban (e.g., Drenchko, 1966; Brady, 1972). Por ejemplo, Kean y Enochs (2001) investigan específicamente con profesores de Primaria acerca de aspectos geológicos del Lago Michigan, en Milwaukee. Por otro lado, King (2008) realizó una interesante retrospectiva de las investigaciones educativas en el ámbito de las Geociencias.

Volviendo a España, tradicionalmente las prácticas de campo se han evaluado, en la educación reglada, a través de informes elaborados por los alumnos en los que éstos recogían y sintetizaban el trabajo desarrollado durante los diversos talleres, excursiones o cursillos. Sin embargo, la salida de campo no tiene porqué ser un fin en sí misma, sino un medio de conseguir el objetivo de aprendizaje de ciertos conceptos que en Geología pueden resultar algo abstractos (tiempo y ciclo geológicos, Tectónica de Placas...).

De hecho, así se enfocan la mayoría de las experiencias investigadoras en educación formal, pues no pasan de meras descripciones del entorno en el que se desarrollan dichas salidas de campo. Brusi et al. (2011b) abundan en el hecho de provocar una reflexión sobre el uso de la evaluación de competencias en el trabajo de campo en Geología.

El objetivo de una salida de campo geológica es utilizar el medio (preferiblemente natural) como hilo conductor e integrador de las observaciones geocientíficas parciales realizadas desde las distintas disciplinas explicadas en el aula, que han podido ser complementadas mediante talleres o experiencias en laboratorio.

En otras palabras, que los alumnos tomen contacto con la realidad geológica y descubran por sí mismos y sobre el terreno algunos de los aspectos tratados en las clases. Tal como señalaba D. Carlos Vidal Box en 1961 *“No se concibe, en efecto, un auténtico profesional de las Ciencias Naturales que carezca de afición a campo y que este gusto e interés no sea capaz de transmitírsele a sus alumnos, sembrando en ellos la semilla del amor a la montaña, al campo, al mar”* (en Fonfría et al., 2005, p. 4).

Por otro lado, Zamalloa et al. (2014, p. 444) nos recuerdan que *“los obstáculos para conseguir un aprendizaje significativo de las ciencias en general se acrecientan en el caso de la Geología”*.

En este sentido, citan a García (1998), autor que señala dicho hándicap por la imposibilidad de una observación directa de los fenómenos geológicos, la inmutabilidad de lo que se observa o la incapacidad del alumnado por integrar la geología en el funcionamiento global del planeta. Una idea que ya había sido puesta de manifiesto por Carceller (2012, p. 280): *“Sabido es que en la ESO una gran parte de los estudiantes percibe la geología como algo poco atractivo, bastante aburrido y muy lejano a su medio más próximo (al menos para aquellos que viven en zonas urbanas)”*.

Brusi et al. (1994) y Carrillo (1998) hacen mención a las dificultades de comprensión de las escalas espacio-temporales, sin olvidar la percepción de la Geología como una ciencia de contenidos poco atractivos. Estos autores han sido los que quizá mejor han sabido sintetizar los problemas con los que se enfrenta la Geología a la hora de sus propuestas didácticas en España. Fuera de España, otros autores han realizado investigaciones similares, aunque específicamente sobre conceptos previos geológicos (e.g., Docick y Orion, 2003, Libarkin, 2006; Johnson et al., 2014).

También King (2006) y Trend (2000) estudian los efectos de la inseguridad general que sienten los profesores en la docencia de la geología, que pueden ser mayores en aspectos básicos como el tiempo geológico, como señala Pedrinaci (1993). Whitmeyer y Mogk (2009) ponen de manifiesto, además, que durante las últimas décadas muchos departamentos universitarios de Geociencias norteamericanos han realizado más trabajos teóricos y de laboratorio que de campo, apuntando entre otras razones las siguientes barreras: tiempo requerido para la salida de campo, coste, responsabilidad por parte del profesor y dificultad de acceso a algunos lugares para la realización de las prácticas en el campo. Esta problemática, como es sabido, también es conocida en otros países, como España.

En lo que a formación universitaria de los futuros maestros se refiere, Vicente et al. (2012) observan el poco tiempo dedicado a la Geología en las asignaturas de ciencias y que las prácticas relacionadas con las Ciencias de la Tierra son las peor valoradas. Tal y como señalan Lacreu et al. (2012), las actividades encuadradas dentro de la denominación

Geología Urbana en Argentina, se desarrollaron con vistas a la formación de profesores, para que éstos a su vez pudiesen hacerlo con sus alumnos.

Estos autores nos recuerdan que estas propuestas nacieron en España en los años 80, durante los primeros simposios sobre enseñanza de la Geología (al primero de ellos ya se ha hecho referencia en el apartado Justificación), donde varios autores (Anguita, San Miguel, García Cruz y otros muchos) propusieron trabajos de campo en sus ciudades, creando una corriente que aún hoy perdura.

Numerosos estudios (entre ellos los de Falk, 1983 y Rudman, 1994) han demostrado la gran influencia de las salidas al campo sobre los alumnos tanto en aspectos cognitivos como actitudinales (Barberá y Valdés, 1996).

Son muchos los factores que convierten en insustituible el papel didáctico de las salidas de campo, como la mejora de la asimilación de contenidos conceptuales, de procedimientos científicos, así como de actitudes y valores favorables hacia la ciencia, la protección del medio o el trabajo en grupo (Zamalloa et al., 2014). Inciden estos autores en que el modelo de salida de campo suele estar relacionado con la “observación dirigida”, a caballo entre el modelo de transmisión y el autónomo (inductivo), lo que puede dar lugar a la reproducción de errores si el aprendizaje se fundamenta en el guion de la práctica. Tal es así, nos siguen diciendo dichos autores, que son numerosos los investigadores que abogan por orientar las salidas de campo geológicas mediante el aprendizaje basado en la resolución de problemas.

Podemos decir, por lo tanto, que la salida de campo:

- Posibilita el desarrollo de procesos de enseñanza y aprendizaje significativos al potenciar la observación, el planteamiento de dudas y la interpretación de la información que se obtiene directamente.
- Logra que el alumno se acerque a la realidad al haber un contacto directo con el medio físico-social.
- Estimula en el alumno el trabajo investigativo, al tiempo que favorece su disfrute y recreo.
- Permite confrontar la teoría con la práctica, se corroboran conceptos y se construyen otros.

- Rompe con la monotonía de la clase.
- Permite una mayor socialización del grupo.

La preparación de la visita, junto con la evaluación posterior, es, según algunos investigadores, uno de los aspectos que tiene mayor influencia en el éxito de la salida, pero en el que en ocasiones menos se incide (Brusi et al., 2011a), siendo además necesario rentabilizar la salida de campo mediante la programación de lo que habría que hacer tanto antes como después de la misma (Pedrinaci, 2012b).

Cuando el profesorado que realiza salidas de campo las prepara, llevando a cabo actividades previas, éstas consisten, fundamentalmente, en la explicación de los contenidos (Gaona y Cumbreira, 1993; Rodrigo et al., 1999) que se van a trabajar durante la salida de una manera transmisiva y sin evaluar en la mayoría de los casos los conocimientos del alumnado.

Además, como indican García de la Torre et al. (1993) es adecuado conocer previamente lo que el alumnado realmente sabe y determinar qué conceptos clave y principios geológicos fundamentales necesita saber, en especial en lo relativo a las edades geológicas. Por otro lado, y no menos importante, Orion y Hofstein (1994) constatan que existe una relación directa entre la preparación de la visita por parte del alumnado y el aprendizaje que ha realizado e incluso con el nivel de satisfacción respecto a la salida de campo.

Como conclusión, estos autores describen el espacio de novedad, que desarrolla el factor de novedad de Falk et al. (1978). Morcillo et al. (1998), en unas encuestas de investigación que realizan al profesorado, hace mención a este factor espacial dependiente de varios aspectos, como el nivel de aprendizaje previo, el entrenamiento con el área de salida y los aspectos psicológicos (empoderamiento de la metodología).

En esa misma línea, Brusi et al. (2011a) indican que han de trabajarse previamente los objetivos de la visita, los aspectos logísticos e incluso la recopilación de información, mejorándose de esta manera los aspectos metodológicos y actitudinales, pasando de una actividad ilustrativa a una salida de campo motivadora.

Por otro lado, no es menos cierto que son pocos los trabajos que se dirigen al conocimiento específico de los profesores en relación a las salidas de campo, que entraría

dentro del Conocimiento didáctico del Contenido del profesor (Shulman, 1986; Costillo et al., 2012).

En lo referido a Cáceres, el entorno urbano suele ser motivo de visitas didácticas por otras disciplinas, entre las que destaca la Historia, dado el protagonismo del patrimonio monumental que atesora desde hace aproximadamente un milenio. Sin embargo, viene siendo habitual observar que diferentes colectivos utilizan la ciudad como objeto de una enseñanza tanto formal como no formal e informal. Muy buenos ejemplos de ello pueden ser la enseñanza de la arquitectura y la enseñanza medioambiental.

Sin embargo, las ciudades en general, y Cáceres no es una excepción, han sido durante años campos de experimentación educativa en Geociencias, denominándose de varias maneras, entre ellas Geología Urbana. De hecho, son numerosas las investigaciones educativas que utilizan el medio urbano cada vez con mayor profusión para la enseñanza de nociones geológicas, a todos los niveles educativos.

No sólo eso, ha habido una trascendencia hacia la educación geológica urbana no formal, es decir, no integrada en el sistema educativo, pues sus destinatarios son personas que se acercan al conocimiento desde una postura de aprendizaje espontáneo, a veces relacionada con el ocio. En España existe un modelo pedagógico que explota este tipo de enseñanza no formal, el Geolodía, surgido en 2005 en el Parque Geológico de Aliaga, en Teruel (Crespo-Blanch et al., 2011), que tiene su origen en una iniciativa alemana, denominada “*Geotop*” y que en la actualidad reúne cada año en todas las provincias españolas a miles de personas interesadas por el conocimiento geológico que determinados especialistas enseñan y difunden en un lenguaje científico adaptado a cada situación social y educativa.

En Extremadura ha habido experiencias de este tipo desde el año 2009 (Geologías de Extremadura, 2015), concretándose en Cáceres varios años consecutivos la enseñanza geológica en la urbe (figura 3), a través de los elementos físicos que componen su patrimonio histórico, artístico y cultural. La siguiente figura muestra algunos de los medios publicitarios utilizados para dar a conocer estas iniciativas.

Así, desde el año 2013 se viene utilizando la ciudad antigua cacereña como lugar para, mediante un itinerario geológico o geo-ruta, indagar en los procesos naturales de carácter geológico, en primer lugar, y el uso de los materiales geológicos por parte del ser humano,

en segundo lugar, consiguiendo de este modo crear un hilo conductor en el aprendizaje del origen natural (procesos y materiales geológicos) y adaptación humana (uso del medio geológico para satisfacer sus demandas).

Figura 3.- Carteles anunciadores de los Geolodías 2013 y 2014 en la ciudad de Cáceres.



Fuente: Geologías de Extremadura (<http://geologiaextremadura.blogspot.com.es/>) y Asociación Geológica de Extremadura (también en www.agex.org).

Además, aprovechando la realización de dichos Geolodías en la ciudad de Cáceres, se han elaborado materiales diversos, esencialmente pósters informativos y divulgativos, que incluyen rutas con explicaciones de los elementos geológicos que pueden reconocerse a lo largo de diferentes recorridos (ver figura 3 del anexo). Estos materiales incluyen siempre mapas que permiten a quien recorre la ciudad conocer algo sobre Geología al mismo tiempo que Historia, Arquitectura, etc. (Rebollada et al., 2015).

Finalizamos este bloque sobre enseñanza práctica de las Geociencias con una referencia puntual a la relación interdisciplinar de las Ciencias de la Tierra con el

patrimonio, recordando que en la Conferencia de Belgrado organizada por la UNESCO en 1975 (conocida como Seminario Internacional de Educación Ambiental) se hacía una recomendación en dicha línea: estimular el uso de recursos de la propia comunidad para el desarrollo de programas educativos (museos, fábricas, centros comerciales) (Alonso Marcos, 2010).

5.4.- Los materiales de apoyo

Para poner en marcha una intervención educativa las diferentes unidades didácticas son uno de los pilares fundamentales en los que se apoyan las salidas fuera del aula, se realicen o no en un entorno urbano. Normalmente en los currículos de Enseñanza Primaria y Secundaria se utilizan libros de texto, mientras que en las etapas universitarias es habitual que el profesorado utilice diferentes trabajos científicos y/o didácticos de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Lo habitual es que en los temarios se incluyan aspectos relacionados con la materia sólida, la estructura terrestre y el factor tiempo, condicionante de diversos procesos geológicos y biológicos (evolución), que en ocasiones quedan impresas en las rocas (estructuras, fósiles...), permitiendo explicar con mayor facilidad los fenómenos y recursos geológicos, además de mejorar las interpretaciones de la interacción del ser humano con el medio ambiente, incluyendo los riesgos a los que estaría expuesto.

Uno de los materiales fundamentales para la enseñanza es el libro de texto. En los libros de texto de una década a esta parte, se utiliza el concepto de competencia, como la capacidad de aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas compuestos. La competencia fue introducida por la Ley Orgánica de Educación (2006) y se mantiene en la actual Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (2013). Esta incorporación es consecuencia de su inclusión en programas como DeSeCo (1998-2002) y Educación y Formación 2010.

Así, las competencias en materia de Ciencias de la Tierra quedarían encuadradas como “competencias básicas en ciencia”. La legislación educativa establece los contenidos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje (especificaciones de los criterios de

evaluación) de cada materia, que es la manera de identificar lo que los alumnos deben saber y cómo deben saber hacerlo.

Por ejemplo, los libros de texto de Biología y Geología de 1º de Bachillerato siguen un formato clásico en cuanto a contenidos y actividades, generalmente de indagación o experimentación, así como de auto-evaluación. Los estándares de aprendizaje están directamente relacionados con los criterios de evaluación y, en consonancia con ambos, se desarrollan las actividades pertinentes. La intervención educativa debe tener muy presente su encuadre dentro de la asignatura y nivel al que va dirigida, debiendo diseñarse de acuerdo al programa correspondiente (Primaria, Secundaria...).

Para el desarrollo del proceso de enseñanza/aprendizaje de las Geociencias en la ciudad se pueden utilizar, además de las técnicas habituales del aula, las nuevas tecnologías de la información y comunicación (NTIC's), como webquests (Maroto et al., 2008; De Murga Larena, 2011), e-learning (Ortiz et al., 2012), aprendizaje electrónico móvil (o mobile-learning) (O'Malley et al., 2003; Brazuelo y Gallego, 2011) o diarios de clase (o snapshots, en inglés) aplicados a la resolución de problemas (Zabalza, 1994; Carrasquinho et al., 2007), Ciencia Viva o Rocha Amiga (Azevedo Ruchkys et al., 2012).

Nosotros hemos decidido utilizar un tipo de herramienta que consideramos particularmente útil, el mapa conceptual elaborado por los alumnos, guiados por el profesor. La invención de la técnica se remonta a 1972, cuando Novak desarrollaba un proyecto de investigación que desembocó en su desarrollo definitivo en 1974 (Aguilar Tamayo, 2006).

Por ejemplo, en una intervención educativa (salida de campo o excursión didáctica) el profesor puede utilizar expresamente los mapas conceptuales elaborados por otro investigador, método que algunos autores explican con más o menos detalle (Redondo y Mellado, 1997). Estos mapas pueden desarrollarse hasta varios niveles de elaboración en su diseño (Pérez et al., 2000), aunque lo más habitual es proponer mapas con un único nivel de elaboración.

Entre el diverso software disponible para elaborar mapas conceptuales (Free Mind, EDRAW Mindmap, Inspiration...) destaca uno, el CMap Tools (Novak y Cañas, 2008), desarrollado por el Institute for Human and Machine Cognition de Florida bajo la supervisión de Alberto J. Cañas y Joseph D. Novak y un equipo interdisciplinario de

investigadores, psicólogos y desarrolladores (Cañas et al., 2000). CMap Tools (<http://cmap.ihmc.us/>) permite además enlazar diferentes recursos virtuales como imágenes, gráficos, videos, tablas, textos, páginas webs u otros mapas conceptuales (Novak y Cañas, 2004).

Cmap Tools es una herramienta que se lleva desarrollando desde el año 1990 y permite la conectividad a la World Wide Web para proveer nuevas posibilidades de aprendizaje y conocimiento colaborativo. Gracias a su diseño hipermedia, Cmap Tools permite realizar enlaces entre los conceptos del mapa que se elabora y otros recursos como fotos, imágenes, gráficos, videos, cartas, tablas, textos, páginas webs u otros mapas conceptuales (Novak y Cañas, 2004) situados en cualquier lugar en Internet. Los enlaces a estos recursos aparecen como iconos debajo de los conceptos que conforman el mapa conceptual, de manera que el usuario puede decidir a qué enlace quiere acceder.

Al dotar de significado a los enlaces, por estar incluidos en un mapa conceptual, se evita el problema del usuario que no sabe hacia dónde va, qué va a encontrar en el nuevo sitio al que accede y qué caminos relacionados puede visitar, avanzando en la línea de lo propuesto para la futura Web 3.0 (Echarri y Puig, 2008). Moreira (1997), muy prolífico en cuanto a investigaciones en este ámbito, resume las aplicaciones de los mapas conceptuales en tres ámbitos (recursos de enseñanza, instrumentos de evaluación y auxiliares en la planificación de los programas de estudio. Este mismo autor explica en once pasos el proceso de creación de los mapas conceptuales.

Los mapas conceptuales se engloban dentro de los organizadores gráficos (métodos visuales para ordenar información) y se basan en el aprendizaje visual como método de enseñanza/aprendizaje (Moore et al., 1982). Los organizadores gráficos tienen como objetivo ayudar a los estudiantes, mediante el trabajo con ideas y conceptos, a pensar y a aprender más efectivamente. Además, permiten identificar ideas erróneas y visualizar patrones e interrelaciones en la información, factores necesarios para la comprensión e interiorización profunda de conceptos.

Por otra parte, la elaboración de diagramas visuales ayuda a los estudiantes a procesar, organizar, priorizar, retener y recordar nueva información, de manera que puedan integrarla significativamente a su base de conocimientos previos. Concretamente, los mapas conceptuales son esquemas para la representación del conocimiento mediante los cuales se hacen evidentes tanto los conceptos como la forma en que se enlazan estos para

formar proposiciones. Constituyen redes en las que los nodos son los conceptos y los enlaces contienen las palabras (proposiciones) que relacionan a los conceptos (Ojeda et al., 2007). Estos pueden usarse para mostrar relaciones significativas entre los conceptos enseñados en una sola clase, en una unidad de estudio o en un curso entero. Son representaciones concisas de las estructuras conceptuales que están siendo enseñadas y como tales, probablemente facilitan el aprendizaje de esas estructuras (Moreira, 1980).

El origen de los mapas conceptuales se debe a los trabajos de J. D. Novak sobre psicología del aprendizaje realizados en la década de los años 60 del pasado siglo. Novak, mientras estudiaba el desarrollo cognitivo en niños, creó los mapas conceptuales como instrumento de medición para determinar el grado de desarrollo y el tipo de aprendizaje alcanzado por un determinado individuo en un momento dado. Hay dos tipos básicos de aprendizaje, el memorístico (que es superficial, basado en la repetición de estímulos y poco duradero) y el significativo (resultado de relacionar nuevos conceptos con la estructura cognitiva del individuo, es un aprendizaje sólido y persistente a largo plazo) (Rovira y Codina, 2003).

Son numerosos los trabajos de investigación anglosajones sobre mapas conceptuales aplicados a las Geociencias (e.g., McConell et al., 2003; Clark y James, 2004). Sin embargo, no existen demasiados trabajos en castellano que enfoquen la elaboración de mapas conceptuales a las Ciencias de la Tierra: González García (1992) incluye algunos mapas conceptuales de carácter geológico, concretamente mineralógico, en un trabajo genérico sobre el uso de mapas conceptuales en las ciencias experimentales; Redondo y Mellado (1997) utilizan uno sobre el paisaje realizado por alumnos de Magisterio; Montiel y Gouveia (2007) utilizan los mapas sobre morfología glaciar, terrazas aluviales, morfogénesis, etc.; Calvo et al. (2008) realizan un uso interdisciplinar de los mapas conceptuales; Ribeiro de Assis Silveira et al. (2010) lo utilizan para facilitar el aprendizaje de la Tierra y el Universo; Guirado et al. (2014) utilizan el mapa conceptual para comprender la deriva de los continentes.

5.5.- La investigación educativa en el campo de la didáctica de las Ciencias de la Tierra

En las investigaciones cuantitativas que utilizan como herramienta los cuestionarios, concretamente en lo referido al tratamiento de los datos, se suelen utilizar indicadores

técnicos para estimar la calidad del instrumento educativo que se emplea. Los indicadores que habitualmente se utilizan para describir las características psicométricas de los reactivos (ítems) de un test objetivo son: su confiabilidad, su nivel de dificultad, su poder de discriminación y el funcionamiento de sus distractores (Pérez Tapia et al., 2008).

Para medir la confiabilidad (consistencia de los puntajes, es decir, la capacidad de los cuestionarios para obtener resultados similares si se aplica a cada alumno más de una vez), se viene utilizando la consistencia interna mediante el coeficiente Alpha de Cronbach (Ávila Vidal, 2013). A mayor valor de Alpha, mayor fiabilidad. El mayor valor teórico de Alfa es 1, considerándose aceptable un valor mínimo de 0,8.

Dentro de la Teoría Clásica de los Tests el método de consistencia interna es el camino más habitual para estimar la fiabilidad de pruebas, escalas o tests, cuando se utilizan conjuntos de ítems o reactivos que se espera midan el mismo atributo o campo de contenido. El principal coeficiente de estimación utilizado es el Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951), que estima el límite inferior del coeficiente de fiabilidad.

Este coeficiente puede ser calculado mediante las varianzas de los diferentes ítems que componen el cuestionario, aunque lo más habitual es utilizar el paquete informático estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Science*).

Legutko (2005) puso de manifiesto en una investigación realizada mediante una intervención educativa que incluía pre-tests y pos-tests, que el aprendizaje significativo tras las actividades fuera del aula no fue el esperado. Este autor recoge la idea de Rudman (1994) de que existen debilidades en el diseño de las salidas de campo y que ello puede ser la causa de que las investigaciones sobre intervenciones fuera del aula (salidas de campo) no respondan a las expectativas deseadas.

Además de la influencia evidente del diseño de la intervención educativa, parece lógico pensar que tanto la elección de la muestra, el planteamiento de los cuestionarios en cuanto a contenidos y las condiciones en que se cumplimentan las pruebas (grado de libertad, distractores, etc.) pueden ser muy influyentes en la consistencia interna, estadísticamente hablando, de la prueba.

En el análisis de los datos se analiza la calidad del instrumento utilizado para la obtención de aquellos. Esto se realiza generalmente mediante únicamente dos índices: Dificultad y Discriminación, que son los más utilizados en este tipo de investigaciones

(Backhoff et al., 2000). Este procedimiento de determinación de la calidad de la puntuación habida en las pruebas mediante cuestionarios es propio de la Teoría Clásica de los Tests.

De los tres tipos de validez que Hernández (2010) enumera (validez relacionada con el contenido, con el criterio y con el constructo), las investigaciones suelen abordar exclusivamente la primera (validez relacionada con el contenido), que busca conocer el grado en que el instrumento abarca en toda su magnitud los conceptos a medir.

6.- Metodología

El método, en sentido filosófico, está constituido por el conjunto de procesos intelectuales de los que una disciplina se vale para tratar de demostrar unas verdades que persigue y por medio de ese camino, las demuestra y verifica (Rodríguez Morato, 2010).

La metodología de investigación que se ha seguido ha partido de una revisión bibliográfica sobre nociones y experiencias previas referidas a las salidas de campo para la didáctica de las Ciencias Geológicas. Posteriormente a ello, se ha diseñado la investigación mediante el planteamiento de las hipótesis, la selección de una muestra y el desarrollo de las herramientas de comprobación.

6.1.- Revisión Bibliográfica

Para el desarrollo de la presente investigación se han realizado consultas en determinados repositorios (ERIC –Educational Resources Information Center–, REDALyC –Red de Revistas Científicas de America Latina y el Caribe, España y Portugal–, Metabase, TESEO –Base de datos de Tesis Doctorales del Ministerio de Educación del Gobierno de España–, Recolecta, Redinet, Base de datos de libros editados en España, ISOC –Bases de datos Bibliográficas del CSIC–, Biblioteca Nacional de Portugal, Agência para a Sociedade do Conhecimento y Google Académico), utilizando diferentes descriptores de búsqueda.

Los descriptores más utilizados han sido “ENSEÑANZA GEOLOGÍA”, “APRENDIZAJE GEOLOGÍA”, “DIDÁCTICA GEOLOGÍA”, “EXCURSIONES GEOLOGÍA” y “GEOLOGÍA URBANA”, salvo excepciones, entre las que cabe destacar la búsqueda en ERIC, que dado su importante carácter académico, precisó de descriptores específicos en idioma inglés, como “GEOLOGY”, “EARTH SCIENCE”, “GEOSCIENCE”, “OUTDOOR”, “PERFORMANCE”, “INQUIRY”, “URBAN”, “TEACHING METHODS”, “FIELD”, “TRIP” o “PRACTICAL WORK”, simples o combinados mediante ecuaciones de búsqueda (tabla 1).

Algunos repositorios, como Cervantes Virtual (<http://www.cervantesvirtual.com/tesis/>) o el Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología

(<http://www.iedcyt.csic.es/>), no se han considerado porque los resultados de la búsqueda eran nulos o no selectivos para las materias de interés.

Un caso también excepcional ha sido el uso de Google Académico (Google Scholar), pues los escasos resultados obtenidos, especialmente en español como en portugués, han sido poco relevantes en la búsqueda. Sin embargo, Google Académico sí ha sido el utilizado para contrastar la búsqueda de artículos científicos anglosajones sobre mapas conceptuales aplicados a las Ciencias de la Tierra, ya que ERIC no era lo suficientemente selectivo.

Los resultados han sido dispares (tabla 1), aunque en conjunto han permitido extraer una serie de trabajos publicados, la mayoría en revistas de investigación educativa (Alambique, Enseñanza de las Ciencias, Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Geoenseñanza, Inquiry, Journal of Geoscience Education, etc.).

Tabla 1.- Resultados de búsqueda en función de repositorios y criterios (descriptores).

Repositorio de búsqueda	Descriptores / ecuaciones de búsqueda	Trabajos recuperados
ERIC (http://eric.ed.gov/)	Últimos 10 años:	
	– (DESCRIPTOR:"GEOLOGY") AND (DESCRIPTOR:"FIELD TRIPS")	24
	– (DESCRIPTOR:"GEOLOGY") AND (DESCRIPTOR:"PERFORMANCE") OR (DESCRIPTOR:"OUTDOOR")	9
	– (DESCRIPTOR:"URBAN GEOLOGY") AND (DESCRIPTOR:"FIELD WORK") AND (DESCRIPTOR:"INQUIRY")	18
	– (DESCRIPTOR:"GEOLOGY") AND (DESCRIPTOR:"PRACTICAL WORK") OR (DESCRIPTOR:"TEACHING METHODS")	32
	– (DESCRIPTOR:"GEOLOGY") AND (DESCRIPTOR:"FIELD TRIPS") AND (DESCRIPTOR:"TEACHING METHODS")	11
Redalyc (http://www.redalyc.org/) Nota: se precisó la búsqueda textual de cada descriptor.	"ENSEÑANZA GEOLOGÍA"	2
	"APRENDIZAJE GEOLOGÍA"	0
	"DIDÁCTICA GEOLOGÍA"	2
	"EXCURSIONES GEOLOGÍA"	43
	"GEOLOGÍA URBANA"	32
Redined (http://redined.mecd.gob.es/)	ENSEÑANZA GEOLOGÍA	366
	APRENDIZAJE GEOLOGÍA	134
	DIDÁCTICA GEOLOGÍA	165
	SALIDAS DE CAMPO GEOLOGÍA	32
	GEOLOGÍA URBANA	10

Tabla 1 (cont.)

Repositorio de búsqueda	Descriptor / ecuaciones de búsqueda	Trabajos recuperados	
		ESP.	PORT.
Recolecta (http://recolecta.fecyt.es/buscador)	ENSEÑANZA GEOLOGÍA APRENDIZAJE GEOLOGÍA DIDÁCTICA GEOLOGÍA SALIDAS DE CAMPO GEOLOGÍA GEOLOGÍA URBANA	159 50 60 2 41	
Metabase (http://www.metabase.net/)	ENSEÑANZA GEOLOGÍA APRENDIZAJE GEOLOGÍA DIDÁCTICA GEOLOGÍA SALIDAS DE CAMPO GEOLOGÍA GEOLOGÍA URBANA	20 1 0 0 4	
Base de datos de libros editados en España (ISBN) (http://www.mcu.es/webISBN/tituloSimpleFilter.do?cache=init&prev_layout=busquedaisbn&layout=busquedaisbn&language=es)	ENSEÑANZA GEOLOGÍA APRENDIZAJE GEOLOGÍA DIDÁCTICA GEOLOGÍA SALIDAS DE CAMPO GEOLOGÍA GEOLOGÍA URBANA	85 5 756 0 16	
ISOC - Biblioteconomía y Documentación (http://bddoc.csic.es:8080/)	ENSEÑANZA GEOLOGÍA APRENDIZAJE GEOLOGÍA DIDÁCTICA GEOLOGÍA SALIDAS DE CAMPO GEOLOGÍA GEOLOGÍA URBANA	283 85 94 2 6	
Biblioteca Nacional de Portugal (http://www.bnportugal.pt/)	EDUCAÇÃO GEOLOGIA APRENDIZAGEM GEOLOGIA ENSINO GEOLOGÍA PASSEIOS GEOLOGICOS GEOLOGÍA NA CIDADE	64 47 440 0 2	
Umic (Agência para a Sociedade do Conhecimento) (http://www.unic.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=2736&Itemid=137)	EDUCAÇÃO GEOLOGIA APRENDIZAGEM GEOLOGIA ENSINO GEOLOGÍA PASSEIOS GEOLOGICOS GEOLOGÍA NA CIDADE	58 53 65 2 87	
Biblioteca do Conhecimento on-line (http://www.b-on.pt/)	EDUCAÇÃO GEOLOGIA APRENDIZAGEM GEOLOGIA ENSINO GEOLOGÍA PASSEIOS GEOLOGICOS GEOLOGÍA NA CIDADE	80 27 115 0 147	
Teseo (https://www.educacion.gob.es/teseo/irGestionarConsulta.do;jsessionid=1A909FEA04713BA29B6E72AB897592A7)	ENSEÑANZA GEOLOGÍA APRENDIZAJE GEOLOGÍA DIDÁCTICA GEOLOGÍA SALIDAS DE CAMPO GEOLOGÍA GEOLOGÍA URBANA	2 1 1 0 0	
Google Académico [Google Scholar] (https://scholar.google.es/) Nota: se realizó una búsqueda en dos idiomas, español y portugués.	ENSEÑANZA GEOLOGÍA APRENDIZAJE GEOLOGÍA DIDÁCTICA GEOLOGÍA SALIDAS DE CAMPO GEOLOGÍA GEOLOGÍA URBANA	34 3 26 0 441	11 6 2 1 12

Fuente: Elaboración propia

Los trabajos recuperados podemos clasificarlos en los siguientes grupos en función de sus características, especialmente sus objetivos:

- Trabajos epistemológicos sobre la utilidad de las salidas de campo: han sido esenciales en el planteamiento teórico de la presente investigación; se incluyen en este grupo los trabajos concretos que enlazan enseñanzas interdisciplinares en torno al Patrimonio.
- Trabajos que utilizan la salida de campo para evaluar su utilidad intrínseca, estudiando aspectos generales o concretos (Paleontología, Petrología, Riesgos Geológicos, etc.) de las Ciencias Geológicas y que, en ocasiones, incluyen nuevas metodologías que pueden ser de uso en combinación con las salidas fuera del aula: estos trabajos permiten conocer algunas investigaciones concretas, tanto cualitativas como cuantitativas, en las que cada vez son más habituales las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Incluimos también en este grupo aquellas publicaciones que están enfocadas a la realización de excursiones, con un carácter esencialmente descriptivo.
- Trabajos que utilizan técnicas de análisis cuantitativo de los datos obtenidos mediante cuestionarios de conocimiento y actitudes: se han recuperado especialmente tesis doctorales pioneras en este sentido, de investigadores norteamericanos, alguna de los cuales aporta una confirmación de la metodología estadística y la experiencia docente de cara a la inclusión de las salidas de campo en la enseñanza de las Ciencias Geológicas. En muchos casos estos trabajos sirven para resaltar las peculiaridades y apoyar la utilidad de las salidas de campo.
- Trabajos varios: en este grupo incluimos los que analizan las preconcepciones del alumnado en relación con las salidas fuera del aula, los aplicados a alumnos con necesidades educativas especiales, o algunos otros relevantes por constituir retrospectivas curriculares (estos últimos constituyen trabajos interesantes porque dan idea de las investigaciones realizadas con anterioridad).
- Trabajos de técnicas de análisis: estos trabajos, buscados a través de Google Académico, son específicos de análisis estadístico (cuestionarios, errores frecuentes, etc.), y han permitido enfocar las pruebas estadísticas que se han realizado.

Además, como es lógico, han sido objeto de consulta varios textos curriculares y/o legales, incluyendo informes educativos.

Resumiendo, podemos decir que la gran mayoría de los trabajos recuperados tienen su carácter orientador dentro de la educación formal, y sus objetivos suelen ser principalmente descriptivos de un entorno geológico concreto, siendo útiles para otros formatos no formales e, incluso, informales. Gran parte de esos trabajos, salvo excepciones, no han sido considerados para la presente investigación. Todos los demás, especialmente los publicados el último decenio, sí han sido citados expresamente en el apartado Referencias Bibliográficas.

Algunos de los trabajos utilizados para la presente investigación han sido localizados a través de Internet, por lo que en el apartado Referencias Bibliográficas se indica el enlace correspondiente para poder ser consultados en línea.

6.2.- Diseño de la investigación

La investigación llevada a cabo surge de la experiencia previa que se ha venido llevando a cabo en Cáceres para la difusión y divulgación de las Geociencias, a través de la iniciativa nacional denominada “GEOLODIA”.

Posteriormente se han planteado las preguntas que han dado pie a la formulación de hipótesis relacionadas con la didáctica de las Ciencias Geológicas en la ciudad antigua de Cáceres, que se han estudiado mediante el diseño de una prueba tipo cuestionario, acompañada de la respectiva intervención educativa.

6.2.1.- Experiencia previa

En Extremadura se han venido organizando desde hace unos años intervenciones educativas informales en el marco de los Geolodías. Dichas actividades divulgativas de la Geología, el segundo fin de semana del mes de mayo de cada año, están organizadas por la Sociedad Geológica de España y la Asociación Geológica de Extremadura (www.agex.org).

En concreto, desde el año 2013 se viene utilizando la ciudad antigua de Cáceres como lugar para, mediante un itinerario geológico o geo-ruta, indagar en los procesos naturales

de carácter geológico, en primer lugar, y el uso de los materiales geológicos por parte del ser humano, en segundo lugar, consiguiendo de este modo crear un hilo conductor en el aprendizaje del origen natural (procesos y materiales geológicos) y adaptación humana (uso del medio geológico para satisfacer sus demandas). Estas actividades se han concretado en la enseñanza geológica en la urbe a través de los elementos físicos que componen su patrimonio histórico, artístico y cultural.

El Geolodía por la ciudad monumental de Cáceres es un itinerario a pie (figura 9), que parte de la Plaza Mayor y se va adentrando, una vez atravesada la muralla, por sus callejuelas y plazas, donde se explican conceptos básicos y prácticos de petrología, sedimentología, mineralogía, paleontología, etc.

Además, aprovechando la realización de dichos Geolodías en la ciudad de Cáceres, se han elaborado materiales diversos, esencialmente pósters informativos y divulgativos (ver figura 3 del anexo), que incluyen rutas con explicaciones de los elementos geológicos que pueden reconocerse a lo largo de diferentes recorridos. Estos materiales incluyen siempre mapas que permiten a quien recorre la ciudad conocer algo sobre Geología al mismo tiempo que Historia, Arquitectura, etc.

A propósito de estas actividades divulgativas anuales, se planteó en su momento un giro hacia la educación no formal, reconvirtiendo las intervenciones realizadas y promoviendo una investigación didáctica en tal sentido, uno de cuyos frutos es el presente Trabajo Fin de Master. Para ello ha sido necesario diseñar una intervención en tres fases: análisis previo de los conocimientos (pre-test), intervención propiamente dicha (elaboración de materiales y diseños curriculares para la didáctica fuera del aula) y, por último, una comprobación de los resultados mediante un post-test (figura 4).

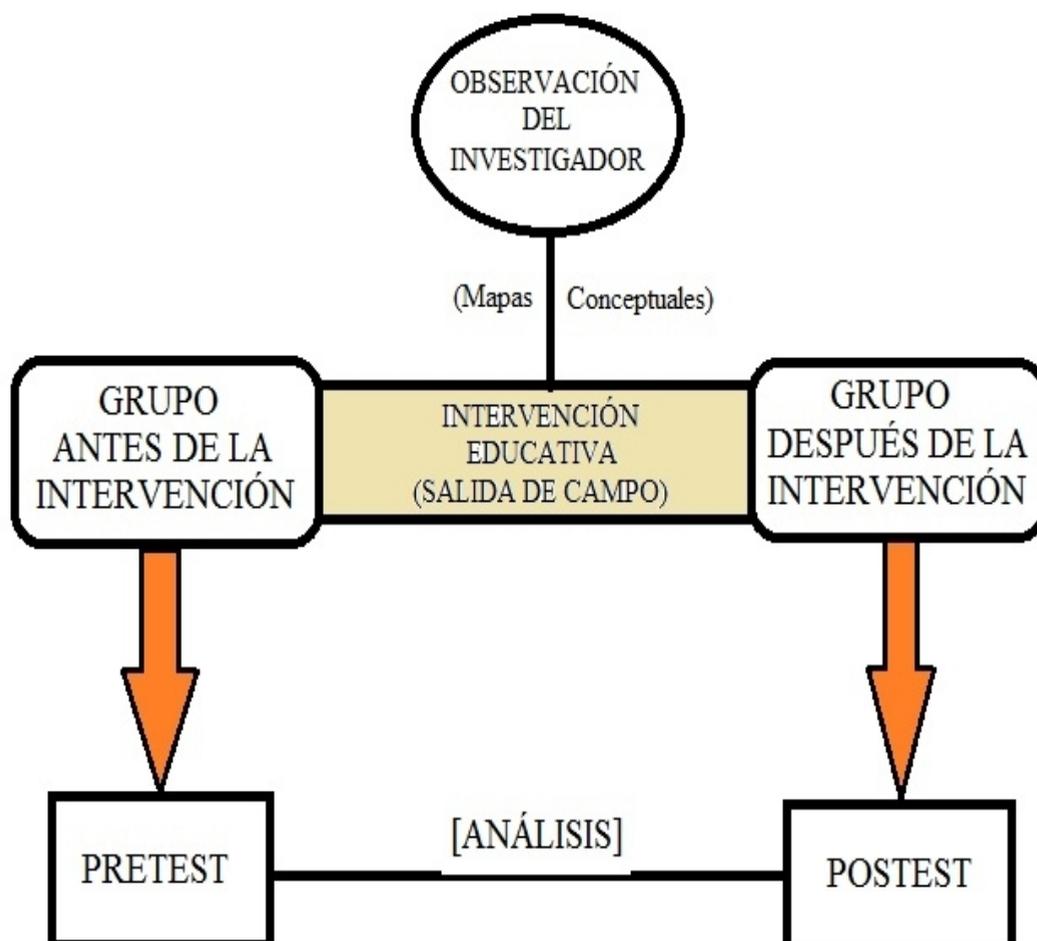
Para poder diseñar en detalle la intervención educativa ha sido imprescindible, a partir del marco teórico referenciado, el planteamiento de una serie de preguntas, a partir de las cuales se inicia la investigación educativa propiamente dicha. Dichas preguntas son:

1. ¿Por qué no suele utilizarse la ciudad como lugar de referencia para las salidas didácticas fuera del aula?
2. ¿Cómo se puede conseguir que un futuro maestro/profesor enseñe Geología si desconoce las posibilidades docentes del medio más inmediato en el que vive, el urbano? ¿Pueden tener que ver en ello actitudes por parte de esos futuros docentes? ¿Dichas actitudes pueden ser modificadas?

3. ¿Es posible plantear una propuesta didáctica extra-aula en una ciudad como Cáceres? ¿Y en cualquier otra ciudad o entorno urbano?

Para llevar a cabo el análisis, se ha optado por trabajar con dos bases de datos: la primera tabla incluye información sobre las preguntas del test y sobre dos grupos de alumnos, los que se sitúan en el límite superior del 27% y en el inferior, en función de las respuestas dadas a cada una de las preguntas; la segunda tabla son los resultados del test antes y después de la visita.

Figura 4.- Esquema del trabajo de campo llevado a cabo en la investigación.



Fuente: Elaboración propia.

Se han clasificado las variables analizadas según la tabla 2, que presenta además las principales características de la muestra objeto de estudio.

Tabla 2.- Clasificación variables.

Base de Datos Índices y $\pm 27\%$	Tipo de variable
Muestra: No de casos (preguntas) “n”	20
Nivel de confianza	95%
Variable	Tipo
Nº alumnos que respondieron correctamente a cada pregunta	Escala
Nº alumnos que respondieron incorrectamente a cada pregunta	Escala
Total de alumnos que contestaron correctamente	Escala
Total de alumnos que contestaron incorrectamente	Escala
Nº de aciertos grupo +27%	Escala
Nº aciertos grupo -27%	Escala
Índice de Dificultad	Escala
Índice de Discriminación	Escala
Clasificación (1 a 4) I. Dificultad	Ordinal
Clasificación (1 a 4) I. Discriminación	Ordinal
Base de Datos Test antes y después de visita	Tipo de variable
Muestra: No de casos (preguntas) “n”	48
Nivel de confianza	95%
Variable	Tipo
Año de nacimiento	Ordinal (0 a 5)
Preguntas 1 a 20	Ordinal dicotómica. (0 Incorrecta; 1 Correcta)
Total respuestas correctas	Escala
Total Respuestas Incorrectas	Escala
Calificación	Escala
Suspense/Aprobado	Nominal Dicotómica (0 Suspense; 1 Aprobado)

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.- Formulación de hipótesis de trabajo

La investigación se concreta en una serie de hipótesis. Las hipótesis que planteamos en la presente investigación las resumimos en principal, específicas y empíricas. La hipótesis principal podría formularse de manera general diciendo que en la consecución del objetivo general citado anteriormente se favorece el aprendizaje jerarquizado y diferenciado de conceptos, reteniendo lo aprendido y capacitando al alumno para el análisis y la síntesis.

Las hipótesis que formula la siguiente investigación son:

A) Hipótesis general:

Los alumnos mejoran su aprendizaje sobre Geología tras la intervención educativa que incluye salida práctica por el casco antiguo de Cáceres.

B) Hipótesis específicas:

- 1- Los alumnos que han escogido Biología y Geología como asignatura optativa en 4º curso de la E.S.O. y/o han seguido el itinerario de Ciencias y Tecnología en Bachillerato y/o han cursado Geología en el Bachillerato han obtenido mejores resultados que otros que han seguido otros itinerarios o no han cursado dicha asignatura.
- 2- Tras la intervención educativa los alumnos mejoraron sus resultados en relación a la dificultad del test.
- 3- Tras la intervención educativa los alumnos que escogieron la Biología y Geología en 4º Eso, la Geología en Bachillerato y/o el itinerario de Ciencia y Tecnología, obtuvieron mejores resultados que el resto, refiriéndonos también a la dificultad del test.

C) Hipótesis empíricas basadas en las específicas.

Intentaremos demostrar las hipótesis específicas, igualmente mediante un análisis cuantitativo de los datos obtenidos en los cuestionarios realizados, además de su indagación en la teoría y en los trabajos realizados por otros autores. Las hipótesis que formula la investigación empírica y que pretende demostrar la investigación, se basan en el cuestionario, antes y después de la visita (tabla 3).

Tabla 3.- Hipótesis de trabajo.

Hipótesis	Hipótesis nula	Hipótesis alternativa	Variables	Tipo	Estadístico de contraste
H1: Los alumnos obtuvieron mejores calificaciones después de la visita.	El promedio de calificaciones es igual en ambas muestras.	El promedio de calificaciones es superior en el segundo test.	Calificaciones antes y después.	Escala	Wilcoxon, dos grupos relacionados.
H2: Los Itinerarios seguidos o la elección de la asignatura como optativa en ESO o Bachillerato, influyeron en los resultados de la prueba después de la visita.	El promedio de calificaciones por grupos fue igual después de la visita.	El promedio de calificaciones fue diferente después de la visita.	Calificación /Itinerario/ Optativa.	Escala /Nominal.	Kruskal-Wallis, k grupos independientes. U Mann Withney, dos grupos independientes.
H3: Los alumnos contestaron un mayor número de respuestas catalogadas como muy difíciles, después de la prueba.	El promedio de respuestas correctas fue igual antes y después.	El promedio fue diferente antes y después.	Nº de respuestas correctas muy difíciles antes y después.	Escala	Wilcoxon dos grupos relacionados.
H4: El Itinerario o la elección de Geología como optativa en ESO, influyeron en el número de respuestas correctas, catalogadas como muy difíciles, antes de la visita y después.	El número de respuestas correctas fue igual antes de la visita y después., en cada grupo de forma independiente.	El número de respuestas fue diferente entre cada grupo antes de la visita y después.	Nº respuestas correctas muy difíciles/ Itinerario/ Optativa.	Escala /Nominal	Kruskal-Wallis k grupos independientes. U Mann Withney, dos grupos independientes.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.- Diseño de la intervención educativa

En este apartado se recogen los pasos seguidos para diseñar la intervención educativa, entre los que están la elección de la muestra, el diseño del cuestionario, su validación y presentación, y, finalmente, la descripción de la intervención educativa.

6.2.3.1.- Elección de la muestra

La población seleccionada está compuesta por los alumnos que cursan el segundo semestre del 3^{er} curso del Grado en Educación Primaria, en concreto la asignatura “Didáctica del medio físico y los seres vivos”, impartida por el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas, de la Facultad de Formación del Profesorado (Teaching Training College) de la Universidad de Extremadura, Campus de Cáceres.

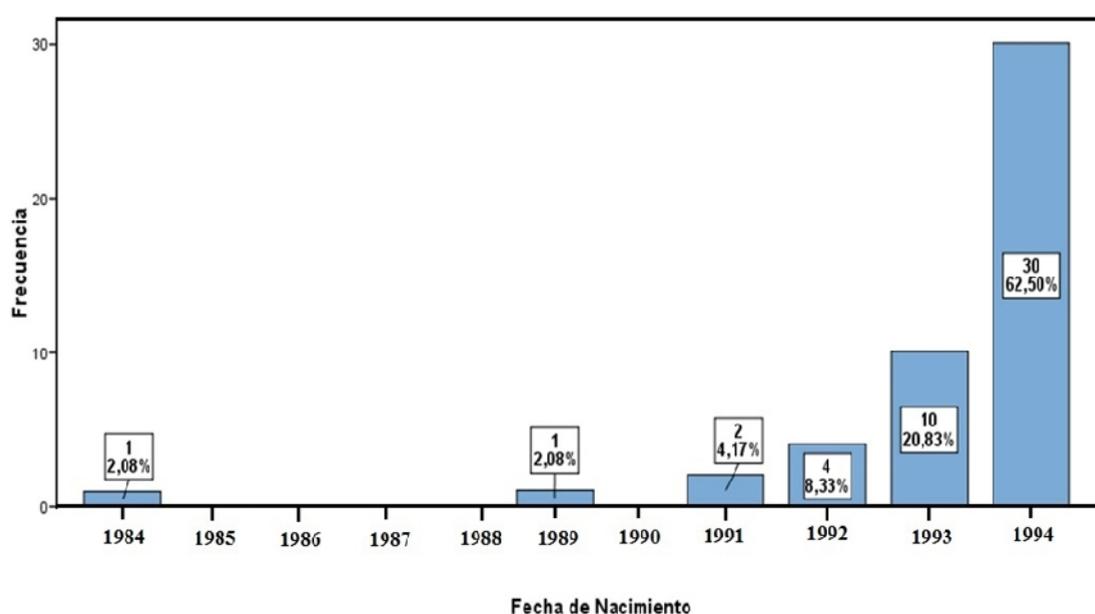
La muestra corresponde al Grupo 1, que dirige el profesor D. José María Corrales Vázquez, director del presente Trabajo Fin de Máster. Este grupo consta de unos 64 alumnos matriculados, de los que sólo 48 participaron en la intervención educativa, realizando ambos tests.

En la distribución por edades (gráfico 1), la mayoría de los alumnos (un 62'5%) han nacido en 1994, siguiéndoles en número los de 1993 y 1992, con el 20,83% y 8,33%, respectivamente, estando el resto distribuidos de la siguiente manera: un alumno del año 1984, otro del año 1989 y dos del año 1991. Más de la mitad de los alumnos (el 54,17%) escogieron la asignatura Biología y Geología en 4º de E.S.O., habiendo elegido la mayor parte (el 70,83%) el itinerario de Humanidades y Ciencias Sociales, mientras que el 25% optó por el de Ciencias y Tecnología. Finalmente, el 90,2% cursó la asignatura Geología en el Bachillerato.

La actual Facultad de Formación del Profesorado es el centro con más larga tradición educativa de nuestra universidad, ya que sus inicios se remontan al año 1842, en el que se crea la Escuela Normal de Maestros de Cáceres. En los años 90 del pasado siglo, de acuerdo con la nueva ordenación del Sistema Educativo, se implanta progresivamente la Diplomatura de Maestro/a en sus especialidades de Educación Física, Educación Musical,

Educación Infantil, Lenguas Extranjeras y Educación Primaria, con la consiguiente extinción de las especialidades de Preescolar, Ciencias, Ciencias Humanas y Lengua Española e Idiomas Modernos. Igualmente, en el curso 1995-96 se incorpora a la oferta educativa el Centro la Diplomatura de Educación Social. En 1999, con la incorporación a sus aulas de la Licenciatura de Antropología, la vieja Escuela de Magisterio, entonces Escuela de Formación del Profesorado de E.G.B. de Cáceres, se convierte en la actual Facultad de Formación del Profesorado.

Gráfico 1.- Distribución de la muestra por fecha de nacimiento.



Fuente: Elaboración propia.

La Facultad de Formación del Profesorado se ubica en el Campus Universitario de Cáceres, y consta de los siguientes departamentos: Ciencias de la Educación, Didáctica de las Ciencias Experimentales, y Matemáticas, Didáctica de las Ciencias Sociales, Lengua y Literatura, Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Dirección de Empresas y Sociología, Filología Hispánica y Lingüística General, Filología Inglesa, Lenguas Modernas y Literatura Comparadas y Psicología y Antropología. La asignatura *Didáctica del Medio Físico y los Seres Vivos* está enmarcada dentro del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.

No ha sido posible realizar un trabajo amplio que permita conocer si el estudio requeriría una selección previa en base a otros criterios tanto demográficos, académicos o de cualquier otro tipo. La población total prevista (alumnos matriculados en la asignatura) era de 64, pero los dos cuestionarios solamente fueron respondidos por 48 alumnos, es decir, el 75% del total, número que consideramos suficiente para abordar el estudio con el objeto de obtener parámetros estadísticos que puedan ser relevantes y útiles en la discusión de los resultados.

6.2.3.2.- Herramienta diagnóstica: cuestionario

La investigación pretende conocer la evolución del aprendizaje de los conceptos geológicos en la ciudad. Para la validación de la hipótesis es necesario conocer el estado inicial de los conocimientos antes de llevar a cabo la intervención educativa y una posterior evaluación de comparación.

Para ello se elaboró una pequeña prueba de evaluación objetiva de contenidos, compuesta por 20 ítems de selección simple (una respuesta correcta de entre tres opciones). Esta prueba permite evaluar el conocimiento previo que los alumnos tienen en materia geológica (figura 5 y anexo –figuras 4 y 5–).

Los ítems se refieren a los aspectos más importantes del dominio del conocimiento pretendido en la asignatura (equivalente a los que se imparten en Bachillerato) y las competencias en relación a la salida de campo. Para la redacción de los mismos se han seguido las recomendaciones dadas por Soubirón y Camarano (2006), habiendo en todos los ítems una base y una clave (respuesta correcta).

En consonancia con las preguntas (ítems) que en el cuestionario han sido incluidas, distribuidas lo más homogéneamente posible por materias (dos o tres ítems por materia), de la siguiente manera:

- Geología Histórica: ítems 6 y 11.
- Geología Ambiental: ítems 5 y 18.
- Geodinámica Externa: ítems 10 y 13
- Geología Aplicada: ítem 7 y 9.

- Mineralogía: ítems 1, 8 y 16.
- Minería: ítems 17 y 20.
- Paleontología y Estratigrafía: ítems 4 y 14.
- Petrología ígnea: ítems 2 y 3.
- Geodinámica Interna: ítems 12, 15 y 19.

Figura 5.- Cuestionario diseñado (parcial).

Trabajo Fin de Master "Enseñanza y aprendizaje de las ciencias geológicas a partir de los recursos educativos que ofrece el patrimonio de las ciudades: el caso de Cáceres"

Cuestionario de investigación para la Didáctica de las Ciencias Geológicas en la ciudad de Cáceres (Master Universitario de Investigación de la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas, Universidad de Extremadura)

INSTRUCCIONES PARA CUMPLIMENTAR EL CUESTIONARIO:

- El cuestionario es anónimo y se encuadra en una investigación sobre las posibilidades que ofrece la ciudad de Cáceres para la didáctica de la geología.
- La cumplimentación de este cuestionario te llevará menos de 10 minutos.
- El cuestionario está compuesto por preguntas de respuesta alternativa, donde sólo debes elegir una.
- Este cuestionario no es un examen ni prueba de conocimientos específicos, sino una herramienta de investigación educativa.
- Es necesario responder todas las cuestiones, para que de este modo el cuestionario pueda ser considerado válido para el tratamiento estadístico.

¡GRACIAS POR TU COLABORACIÓN!

¡Muy importante! Antes de iniciar el cuestionario, responde a las siguientes preguntas:

¿Escogiste como optativa en 4º de la ESO la asignatura Biología y Geología? SI NO

¿Qué itinerario de estudios sigues en Bachillerato? (señala la respuesta que corresponda)

Artístico
 Humanidades y Ciencias Sociales
 Ciencias y Tecnología

¿Cursaste la asignatura optativa Geología durante el Bachillerato? SI NO

¿Cuál es tu fecha de nacimiento? _____

1/4

8.- Indica qué metal se obtiene de la galena

Hierro
 Plomo
 Estaño
 Galio

9.- ¿Qué roca se utiliza habitualmente como sillar en los monumentos?

Píscara
 Mármol
 Granito
 Todas las respuestas son correctas

10.- ¿Qué elementos pueden intervenir en el deterioro de las rocas con las que se construyen los monumentos?

El agua de lluvia
 El viento
 Las sales minerales
 Todas las respuestas anteriores son correctas

11.- ¿Cuál es aproximadamente la edad de la Tierra?

5 millones de años
 670 millones de años
 1670 millones de años
 4500 millones de años

12.- Un pliegue consiste en

La fracturación de las rocas por fenómenos tectónicos
 Un proceso fundamental de meteorización química
 Un mapa geológico con su correspondiente memoria
 Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

13.- La karstificación consiste en

Un proceso metamórfico
 Un fenómeno volcánico
 Un proceso de meteorización
 Un proceso de fosilización

14.- Los ripples son

Estructuras sedimentarias formadas por corrientes en un medio fluvial o marino
 Un tipo de esfalactitas que solamente aparecen en determinadas cavidades
 Un género vegetal que habitó la Tierra durante la era Devónica
 Una tipología de pliegues propios de las areniscas

3/4

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.3.- Validez (relacionada con el contenido)

La encuesta se pasó a cuatro personas: tres relacionados con la docencia y un geólogo no docente. De dicha consulta podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. El resultado en los tres casos fue que prácticamente la totalidad de las respuestas fueron acertadas. En un caso fue del 100%, en otro del 95% (un único fallo) y el que menor porcentaje obtuvo fue del 75% (apenas cinco fallos).

2. Las opciones de respuesta por pregunta (tres) eran pocas, según indicaron algunos validadores. Además, señalaron que había muchas preguntas de algunas materias, como Mineralogía, habiendo en algunos casos apenas una pregunta sobre materias importantes a su entender, como Geotecnia.

3. No existían preguntas con carácter actitudinal, según señaló uno de los validadores.

Habida cuenta de los comentarios realizados por las personas encargadas de la validación previa del cuestionario, se procedió a su modificación, de tal manera que se intensificó la dificultad de las preguntas planteadas (el grado de dificultad intrínseco del conocimiento exigible), se aumentó el número de opciones de respuesta (hasta cuatro), se añadieron distractores (dos con el texto “todas las respuestas son correctas” y otros dos con “ninguna de las respuestas anteriores es correcta”) y, finalmente, se añadieron dos preguntas (números 5 y 18) que requerían una cierta reflexión para su contestación.

Este cuestionario fue nuevamente validado por las mismas personas, aunque también para verificar su validez se consultó a otros seis profesionales de la Geología, tres de ellos docentes. Unos y otros dieron por correcto el test, de tal manera que éste sería el que finalmente se utilizaría para el control de los conocimientos previos de los alumnos, satisfaciendo así su uso como herramienta en esta investigación (ver figura 5 del anexo).

El cuestionario consta, así, de veinte ítems de respuesta única entre cuatro opciones. Incluye una portada, referida al Trabajo Fin de Máster y la Universidad que lo realiza (Universidad de Extremadura), así como una explicación de la forma recomendada de cumplimentación. Es importante decir que expresamente se indicaba su voluntariedad.

6.2.3.4.- Presentación de la prueba

Se han considerado tres aspectos: las instrucciones para su realización, el formato de los ítems (tanto de la base –enunciado o pregunta– como de las respuestas).

Se ha presentado la prueba en formato papel, para su realización durante una clase presencial en el aula. Incluye una portada, referencia a la presente investigación y al Máster en el que se encuadra ésta.

Las instrucciones dadas para su realización han sido las siguientes:

- El cuestionario es anónimo y se encuadra en una investigación sobre las posibilidades que ofrece la ciudad de Cáceres para la didáctica de la geología.
- La cumplimentación de este cuestionario te llevará menos de 10 minutos.
- El cuestionario está compuesto por preguntas de respuesta alternativa, donde sólo debes elegir una.
- Este cuestionario no es un examen ni prueba de conocimientos específicos, sino una herramienta de investigación educativa.
- Es necesario responder todas las cuestiones, para que de este modo el cuestionario pueda ser considerado válido para el tratamiento estadístico.

Finalmente, incluye un agradecimiento.

El cuestionario se imprimió en A3 a ambas caras a color, tipo dúplico, para que no hubiera riesgo de extravío o mezcla de hojas.

Aprovechamos la realización del cuestionario para recabar algunos datos que no tienen que ver con el conocimiento que se tiene sobre Geología incluidos en el cuestionario son el itinerario formativo y la edad. Para conocer el itinerario formativo seguido antes de su llegada la Universidad de Extremadura, se hacían tres preguntas con opciones de respuesta dicotómica y múltiple, que son las siguientes:

1. “¿Escogiste como optativa en 4º de la ESO la asignatura Biología y Geología?”
Las opciones de respuesta eran sí o no.
2. “¿Qué itinerario de estudios seguiste en Bachillerato?” Las opciones de respuesta eran Artístico, Humanidades y Ciencias Sociales, y, finalmente, Ciencias y Tecnología.
3. “¿Cursaste la asignatura optativa Geología durante el Bachillerato?” Las opciones de respuesta eran sí o no.

6.2.3.5.- Descripción de la experiencia realizada: la intervención educativa

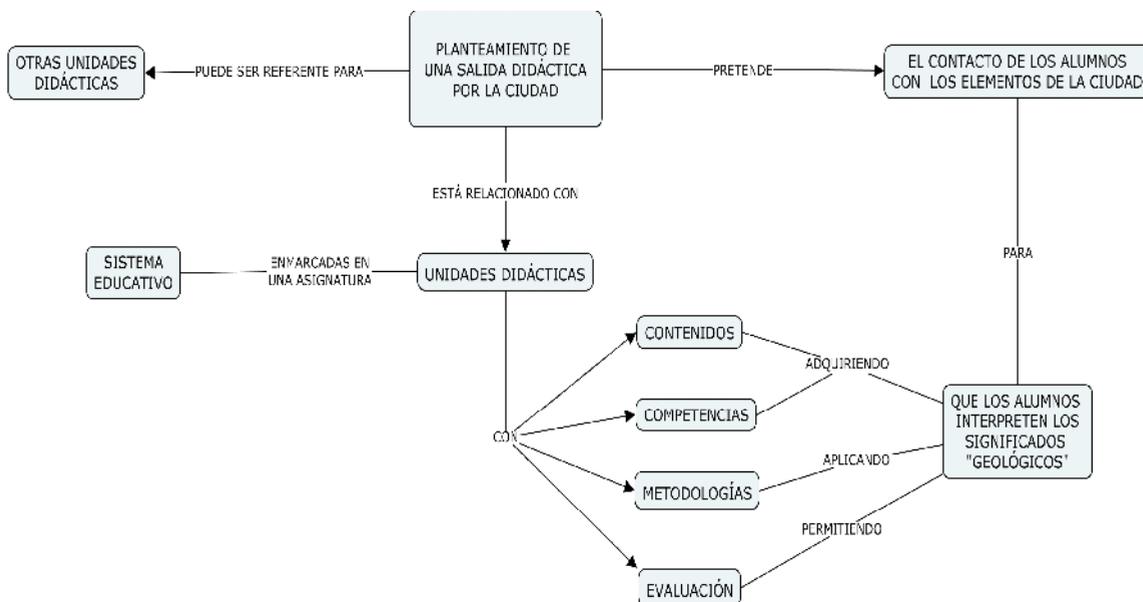
Para poder comparar los resultados del test cognitivo diseñado ha sido necesario elaborar una herramienta que busque la mejora de la adquisición de habilidades en materia de Ciencias de la Tierra.

Para apoyar la unidad didáctica práctica elaborada por el profesor de la asignatura, se han construido varios mapas conceptuales (figura 6 y anexo –figura 6–) que permiten sintetizar cada uno de los temas de carácter geológico dados en clase y que servirán para reforzar conceptos que posteriormente se verán en la salida práctica por la ciudad. Ésta no durará más de 60 minutos, más una explicación previa.

Las áreas para las que se han realizado los materiales son: evolución y estructura de la Tierra, dinámica terrestre (Tectónica de Placas), ciclo de las rocas, evolución biológica y registro fósil, sedimentología y estratigrafía, deformación y tectónica, recursos geológicos (rocas y minerales) y sus implicaciones medioambientales (sostenibilidad).

La intervención educativa busca reafirmar el significado de determinados conceptos muy utilizados en Ciencias Geológicas (geomorfología, tectónica, mineralogía, etc.).

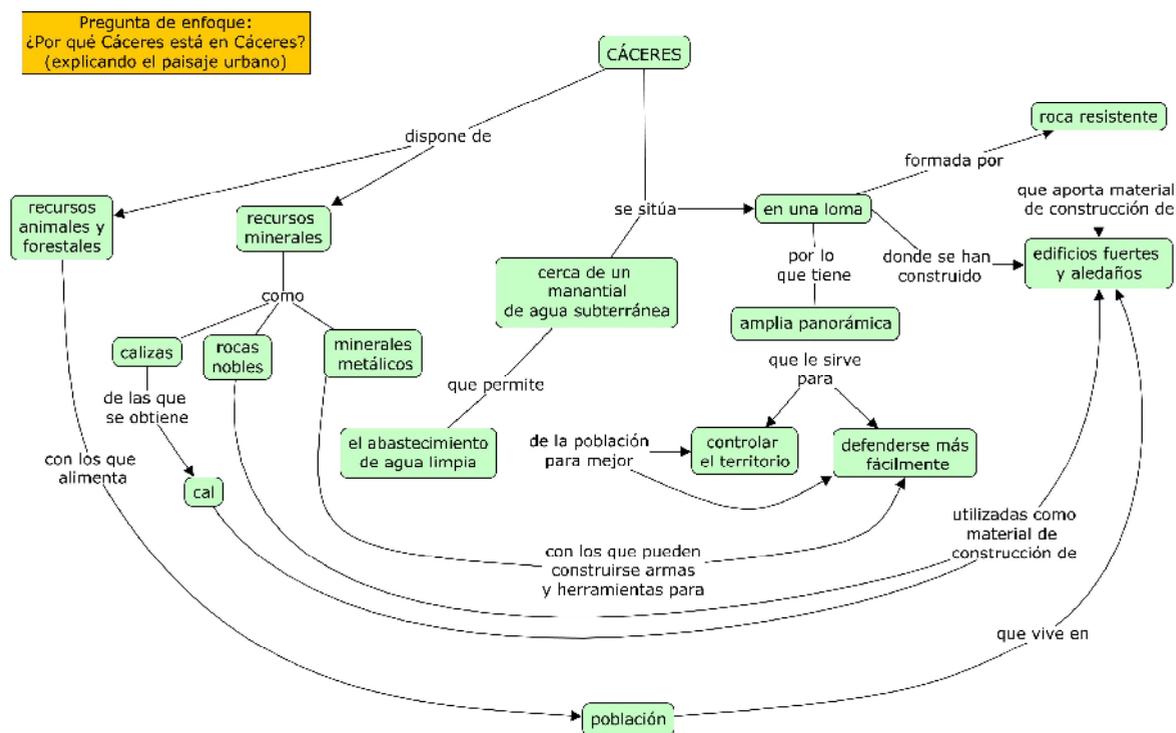
Figura 6.- Esquema conceptual de la salida de campo (intervención educativa).



Fuente: Elaboración propia.

En la salida práctica (salida de campo) se ha empezado por recordar, utilizando algunos diagramas elementales y mapas conceptuales, la síntesis de las diferentes materias explicadas en el aula, de tal manera que el tiempo dedicado a cada una de las paradas durante el itinerario urbano se optimice al máximo. Uno de ellos, además, fue realizado por el investigador *ex-profeso* para la intervención (mapa conceptual que intenta explicar la razón de que la ciudad antigua se erigiera en dicho lugar) y que añadimos a continuación (figura 7).

Figura 7.- Mapa conceptual sobre Cáceres.



Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento propuesto es ambicioso, dado el carácter de la investigación, siendo aconsejable dedicar el tiempo necesario a cada estación (parada) para promover la reflexión y el debate y, en algunos casos, la realización de tareas. Sería necesario, por ello,

destinar varias salidas prácticas para abarcar adecuadamente los contenidos de la asignatura, cosa que no ha sido posible por falta de tiempo.

Con el pre-test (primer test) realizado en el aula, antes del inicio de las clases teórico-prácticas, la posterior intervención educativa realizada sobre el terreno y la realización inmediata del mismo test (re-test), podremos evaluar cuantitativamente si la salida fuera del aula ha sido efectiva en términos docentes, que es uno de los objetivos que pretendemos demostrar en la presente investigación.

Para la realización de la salida fuera del aula el profesor ha desarrollado una ficha que incluye los siguientes apartados: localización, desplazamiento, duración, objetivos y material necesario. Esta ficha constituye la herramienta que utiliza el docente para evaluar otras actividades fuera del aula, en el marco de la unidad didáctica que tiene diseñada y que consta, a su vez, de objetivos, contenido, metodología, temporalización, competencias básicas y áreas transversales y, finalmente, criterios de evaluación.

La salida de campo ha seguido el siguiente itinerario (figura 8):

– Parada 0 (inicio):

- Lugar: Foro de los Balbos (al lado del Ayuntamiento).
- Didáctica: Se realiza una rápida revisión del temario, mediante una explicación apoyada en varios diagramas y mapas conceptuales.

– Parada 1

- Lugar: Plaza de Santa María.
- Didáctica: paleontología, petrología (cantería y meteorización), sedimentología, geomorfología.

– Parada 2

- Lugar: Callejón de la Monja.
- Didáctica: paleontología, estratigrafía y tectónica, con utilización de la brújula.

• Parada 3 (final):

- Lugar: Plaza de las Veletas.
- Didáctica: petrología, estratigrafía, mineralogía, minería y tectónica, con utilización de la brújula.

Figura 8.- Itinerario y paradas realizadas.



Fuente: Elaboración propia a partir de la ortofoto del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA Instituto Geográfico Nacional –<http://pnoa.ign.es/es>–).

El uso de mapas conceptuales en la preparación de la intervención educativa (tabla 4), aplicada al entorno urbano en el que se va a desarrollar, mejora el aprendizaje significativo del alumno, introduciendo cada nuevo concepto dentro de la estructura cognitiva del alumno por medio de una relación con los conceptos que él ya posee en dicha estructura, junto con la jerarquización de conceptos que ello implica y teniendo como base metodológica las técnicas de los mapas conceptuales, favoreciendo la capacidad de análisis y de síntesis, propiciando la diferenciación y retención de los conceptos, favoreciendo en

general el aprendizaje a la vez que aumenta la efectividad de la enseñanza por parte del profesor (Pérez et al., 2000).

Además de servir como herramienta constructiva de su aprendizaje “geológico”, los mapas conceptuales permiten al alumno utilizar conceptos contextualizados geográficamente (lo urbano *versus* lo natural) e históricamente (áreas construidas en diferente época) para mejorar la comprensión y síntesis de temas interrelacionados (Geociencias, Ciencias Sociales, Historia, Arquitectura...).

Tabla 4.- Principales temas tratados en la asignatura para los que se realizaron mapas conceptuales (ver figura 6 del anexo), con las paradas en las que se utilizan.

Principal bloque temático	Paradas en las que se utiliza
Origen del Sistema Solar	0
Origen y estructura de la Tierra	0
Tiempo geológico	0, 3
Historia de la vida en la Tierra	0, 1, 2
Ciclo de las rocas – minerales	0, 1, 3
Deformación de las rocas	0, 2
Tectónica de Placas	0, 2
Medios sedimentarios, ígneos y metamórficos	0, 1, 2, 3
Erosión, transporte y sedimentación	0, 2, 3
Hidrogeología	0, 3
Geotecnia	0, 1
Minería	0, 1

Fuente: Elaboración propia.

7.- Resultados y discusión

Se llevaron a cabo dos test utilizando los mismos 20 ítems en ambos casos (ver figura 5 del anexo): uno antes de la intervención educativa (visita a la zona antigua de Cáceres) y otro después, para valorar la mejora en los conocimientos sobre Geología. Con ellos se procedió a un análisis descriptivo de las diferentes variables y a un contraste de hipótesis para comprobar su validez.

Para la valoración del test, se han llevado a cabo dos tipos de pruebas, la consistencia interna o nivel de fiabilidad y el cálculo de los índices de Dificultad y de Discriminación. El primero nos indica el grado de facilidad/dificultad de cada ítem y el segundo nos indica si una pregunta está o no bien planteada, ya que se basa en las respuestas del grupo con mejor y peor calificación.

Para el análisis de la consistencia interna del test, hemos utilizado el estadístico Alfa de Cronbach (α_c) que mide la fiabilidad, basada en las correlaciones entre los diferentes ítems (preguntas). Este indicador está recomendado para variables que tomen más de dos valores y se recomienda el uso de otros para variables dicotómicas. Sin embargo, al clasificar como 0 las respuestas incorrectas y como 1 las correctas, el valor final se calcula sumando las correctas y, por tanto, es una variable aditiva, una condición necesaria para utilizar esta medición. Por otra parte, SPSS permite su cálculo en ambos casos, con variables dicotómicas y politómicas. Su fórmula la exponemos a continuación:

$$\alpha_c = n p / 1 + p (n-1)$$

donde n es el número de ítems (20) y p es el promedio de las correlaciones entre ellos.

Para obtener los valores de los índices de Dificultad y Discriminación, se ha clasificado a los alumnos de la muestra, teniendo en cuenta dos grupos esenciales, el 27% de alumnos que contestaron un mayor y menor número de ítems correctamente. Para llevar a cabo este proceso, nos hemos basado en trabajos similares en el ámbito educativo (Backhoff et al., 2000; Pérez Tapia et al., 2008).

El Índice de Dificultad es la proporción de estudiantes que responden correctamente un ítem (reactivo) de una prueba. Permite determinar en qué medida una pregunta es fácil o

difícil, en función de la proporción de alumnos que eligieron la respuesta correcta. Aunque en ocasiones se denomina indistintamente Índice de Dificultad, en realidad es un índice de facilidad, puesto que cuanto más alto es, más fácil es la pregunta. La fórmula para determinar dicho índice es:

$$P_i = A_i / N_i,$$

donde A_i es el número de estudiantes que responden correctamente el ítem en cuestión y N_i el número total de alumnos.

Este índice va de 0 a 1, siendo 1 muy fácil y 0 muy difícil, según el baremo mostrado en la tabla 5 (Pérez Tapia et al., 2008) y que nos ofrece unos valores aproximados de este indicador y su categorización.

Tabla 5.- Baremo de evaluación del Índice de Dificultad.

P	Evaluación del reactivo
> 0,86	Altamente fácil
0,74 – 0,86	Medianamente fáciles
0,53 – 0, 73	Dificultad media
0,33 – 0,52	Medianamente difíciles
< 0,33	Altamente difíciles

Fuente: Elaboración propia.

El Índice de Discriminación (también llamado Índice de Homogeneidad) es la capacidad de un ítem en discriminar entre estudiantes de distinto nivel respecto del objetivo que está siendo evaluado. Así, un buen ítem debe ser contestado en proporción mayor por los estudiantes con las mejores calificaciones. Para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$D_i = (GF_{aciertos} - GD_{aciertos}) / N_{grupo\ mayor}$$

donde $GF_{aciertos}$ es el número de alumnos del Grupo Fuerte (o mejor grupo) que han acertado el ítem en cuestión, $GD_{aciertos}$ es el número de alumnos del Grupo Débil (peor grupo) que han acertado el mismo ítem y $N_{grupo\ mayor}$ es el número total de alumnos.

El GF está constituido por el 27% del total de alumnos que hayan obtenido las mejores calificaciones en la prueba. El GD está constituido por el 27% de los alumnos que hayan obtenido las puntuaciones más bajas en la prueba.

Si la prueba y un ítem miden la misma habilidad o competencia, podemos esperar que quien tuvo una puntuación alta en todo test, deberá tener más probabilidades de contestar correctamente el ítem. También debemos esperar lo contrario, es decir, que quien tuvo bajas puntuaciones en el test, deberá tener pocas probabilidades de contestar correctamente el reactivo. Así, un buen ítem debe discriminar entre aquellos que obtuvieron buenas calificaciones en la prueba y aquellos que obtuvieron bajas calificaciones.

El valor del Índice de Discriminación varía entre -1 y 1 (tabla 6), según el siguiente baremo (Backhoff et al., 2000):

Tabla 6.- Baremo para el Índice de Discriminación

D	Calidad	Recomendaciones
> 0,39	Excelente	Conservar
0,30 – 0,39	Buena	Posibilidades de mejorar
0,20 – 0,29	Regular	Necesidad de revisar
0,00 – 0,20	Pobre	Descartar o revisar a fondo
< 0,00	Pésima	Descartar definitivamente

Fuente: Elaboración propia.

Los valores extremos significarían lo siguiente:

- $D = -1$: Todas las personas del GF contestan incorrectamente un reactivo y todas las personas del GD contestan correctamente.
- $D = 0$: Ambos grupos contestan por igual.

- $D = 1$: Todas las personas del GF contestan correctamente un reactivo y todas las personas del GD contestan incorrectamente.

El resto de alumnos no se considera para el cálculo del Índice de Discriminación.

Una vez analizada la fiabilidad y los índices, se ha procedido a un análisis descriptivo de las diferentes variables objeto de estudio, de manera que, por un lado podamos conocer la estructura de la muestra y por otro, observar los diferentes resultados y de esta forma podamos comprobar si las hipótesis se plantearon de la forma correcta y con ellas los contrastes más adecuados a la investigación.

En relación al perfil del alumno hemos tenido en cuenta los siguientes datos:

- Año de nacimiento (entre 1984 y 1994).
- Itinerario de estudios (Artístico, Ciencia y Tecnología, y Humanidades y Ciencias Sociales).
- Optativa “Biología y Geología” en ESO.
- Optativa “Geología” en Bachillerato.

Las respuestas al cuestionario se han calificado como 0 para las incorrectas y 1 para las correctas (como habíamos mencionado anteriormente, consideramos estas variables de tipo ordinal porque el valor de las segundas es mayor). Las columnas de total de correctas e incorrectas, así como calificación global, son de razón.

Por otro lado, los procedimientos descriptivos utilizados han sido los siguientes:

- Para las nominales y ordinales: diagramas de barras.
- Para las de razón: descriptivos e histogramas, estudiando las medidas de posición, dispersión y forma.

En última instancia, se plantearon los diferentes contrastes de hipótesis, para comprobar si los datos obtenidos en el análisis descriptivo, pudieron ser debidos al experimento o al azar. Se utilizaron diferentes pruebas, dependiendo del tipo de variable a contrastar.

7.1.- Resultados Obtenidos

Una vez analizados los exámenes tipo test que se realizaron a los 48 alumnos, antes y después de la visita a la ciudad antigua de Cáceres, se exponen los resultados obtenidos.

En este apartado procederemos desde dos puntos de vista: por un lado, la evaluación los 20 ítems del test antes y después de la visita y, por otro lado, el análisis de los datos obtenidos en la muestra de 48 alumnos, desde un punto de vista descriptivo y por medio del contraste de hipótesis.

a) Evaluación de la prueba

Comenzamos por el cálculo del Alfa de Cronbach (tabla 7), que mide la fiabilidad del test y cuyo valor aceptable está comprendido entre 0,70 y 0,90 (Campo-Arias, 2008) –las tablas (1 y 2) relativas a las correlaciones entre elementos y del total-elementos, se encuentran alojadas en el anexo–.

Tabla 7: Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,374	20

Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

La fiabilidad es baja (Alfa muy por debajo de (0,7), limitación de la que se ha dejado constancia y en investigaciones futuras, recomendando eliminar las respuestas con mayor Índice de Discriminación retomando el análisis, ya que algunos trabajos han evidenciado que llevándose esto a cabo, mejora el indicador Alfa (Campo-Arias & Oviedo, 2005).

Podemos comprobar que, aunque el valor de Alfa no es aceptable, si eliminamos algunas preguntas, como la número 2 (ver tabla 2 del anexo) la consistencia interna aumenta hasta algo más del 0,5. Por tanto y como expondremos en las recomendaciones finales, hemos considerado importante el cálculo de Alfa de Cronbach, en vistas a mejoras en futuros cuestionarios.

El siguiente paso es el cálculo de los Índices de Dificultad y Discriminación para el test llevado a cabo, utilizando las fórmulas expuestas con anterioridad. El objetivo es comprobar el grado de facilidad/dificultad del test y la discriminación respecto a los grupos con mejor y peor puntuación, de manera que podamos valorar los diferentes ítems. La siguiente tabla nos muestra las principales medidas descriptivas obtenidas en las 20 preguntas, los valores completos de los 20 ítems los mostramos en la tabla 4 del anexo y en la tabla 8.

Tabla 8.- Estadísticos descriptivos de los Índices de Dificultad y Discriminación

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Índice de Dificultad	20	0,13	0,94	0,45	0,25
Índice de Discriminación	20	-0,33	1,00	0,49	0,34
N válido (según lista)	20				

Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

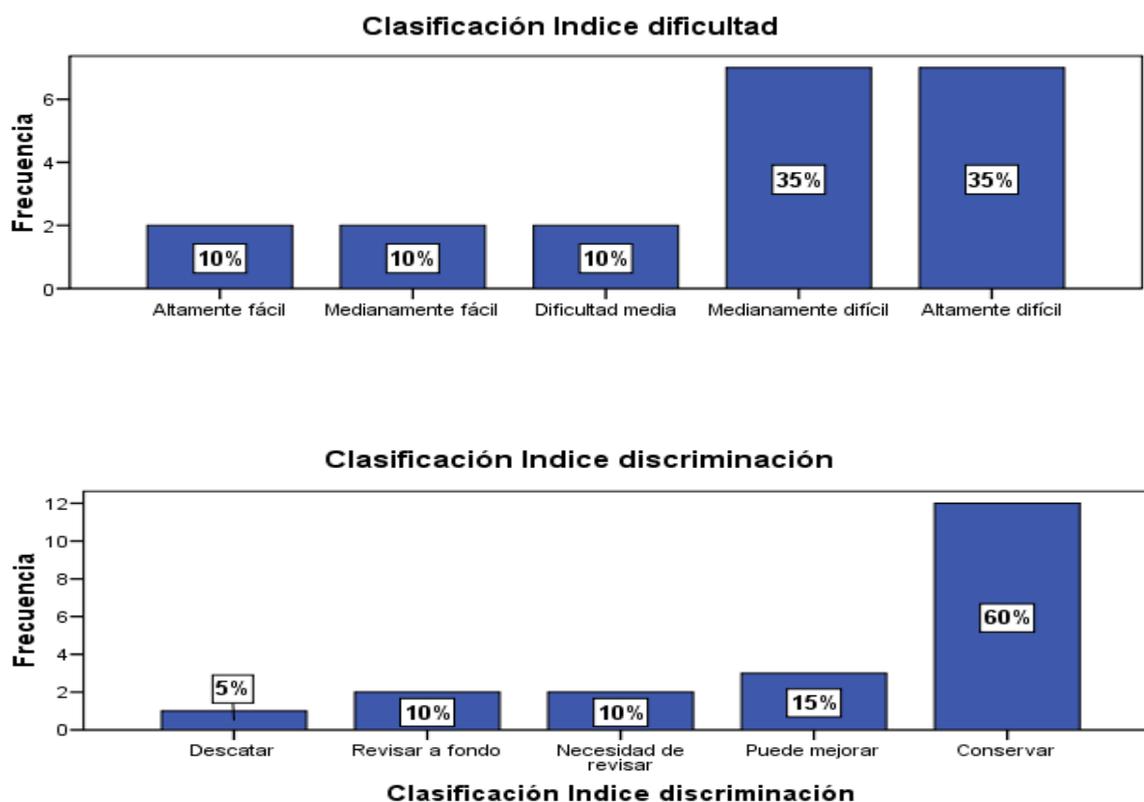
Los resultados obtenidos muestran que respecto al Índice de Dificultad, el promedio ha sido de 0,45, que entraría dentro de la clasificación como preguntas medianamente difíciles. Por otro lado, el índice de discriminación tiene una media de 0,49, que sería el valor de las preguntas calificadas como excelentes.

Debemos tener en cuenta las desviaciones típicas de ambas distribuciones, que nos indican la desviación o variabilidad de los datos respecto a la media, medido también como promedio. De esta forma, vemos que en el caso del Índice de Dificultad, se desvían respecto a la media en 0,25 y en el de discriminación, en 0,35, ambos podrían ser considerados elevados, ya que los índices tienen un rango de valores entre 0 y 1.

Si calculamos el coeficiente de variación, que sería la proporción entre la desviación típica y la media en porcentaje, vemos que sería del 55,5% en el primero y del 69,38% en el segundo, siendo ambos muy elevados. La variabilidad puede ser debida a la existencia de datos extremos: en la tabla de datos originales (tabla nº 4 en anexo), vemos que existen algunos en ambos índices y estos afectan tanto al promedio como a dicha variabilidad medida por la desviación.

Los siguientes diagramas de barras nos permiten visualizar la clasificación de las preguntas, según los índices anteriores y la escala que habíamos planteado (gráfico 2):

Gráfico 2.- Índices de Dificultad y Discriminación, antes de la prueba.



Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

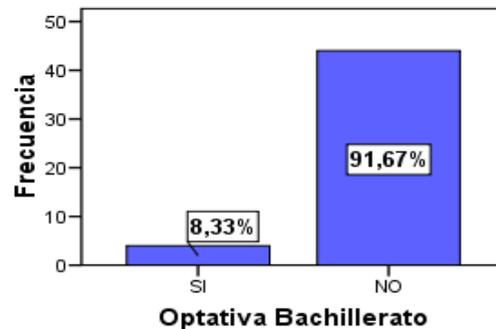
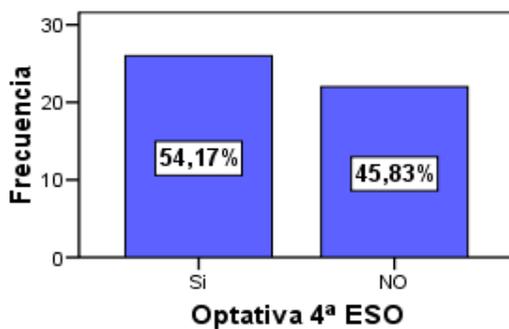
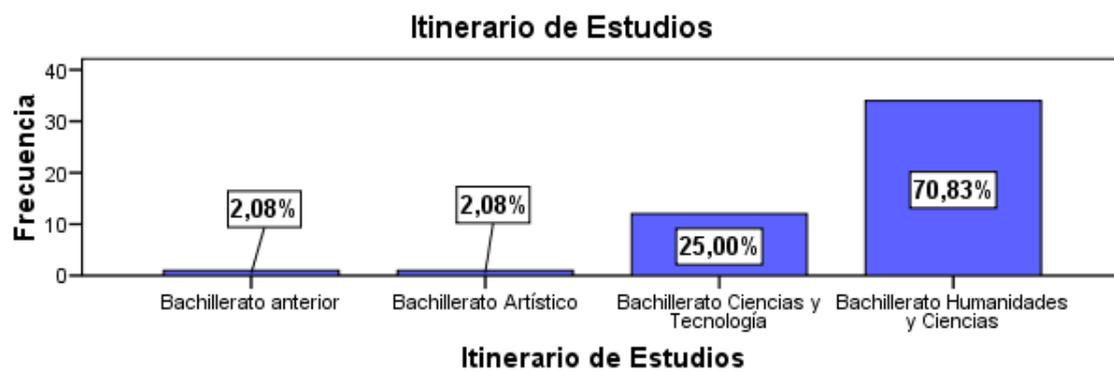
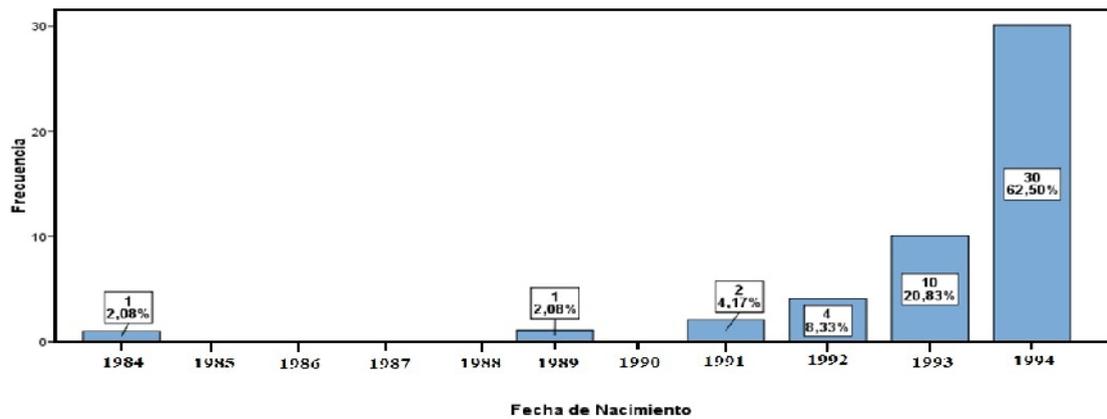
Según el Índice de Dificultad solo el 20% de las preguntas se han clasificado como fáciles, en ambos tramos, mientras que el 70% de ellas pertenecen a las difíciles, también en ambos tramos; respecto a la discriminación, el 60% de ellas se consideraron como excelentes (conservar) y solo el 5% como pésimas (descartar), algunas necesitan revisión (20%) y solo el 15% pueden ser mejoradas.

a) Resultados del test

Vamos a proceder a analizar la muestra obtenida, formada por 48 alumnos de (3^{er} curso de Educación Primaria) hemos utilizado las variables año de nacimiento, itinerario escogido en bachillerato y la elección de Biología y Geología en 4^o de la ESO y de Geología en Bachillerato, para establecer algunas características socio-educativas de los

alumnos que intervinieron en la prueba. En el siguiente gráfico mostramos los diagramas de barras relativos a este análisis (gráfico 3):

Gráfico 3.- Muestra por año de nacimiento, itinerario y elección de la asignatura como optativa en ESO o Bachillerato



Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

Los diagramas de barras muestran que en relación al año de nacimiento, la mayoría de alumnos nacieron en 1994, que es el año que corresponde al curso estudiado, 10 alumnos nacieron un año antes, destacando dos de ellos, uno de 1984 y el otro nacido en 1988.

Si tenemos en cuenta el itinerario escogido en Bachillerato, más del 70% optaron por Humanidades y Ciencias Sociales y el 25% por Ciencias y Tecnología, siendo los demás valores residuales. En relación a la elección como optativa en 4º de la ESO y Bachillerato, en el primer caso vemos que la muestra se reparte casi por igual, entre los que la escogieron y los que no, mientras que en el segundo caso la mayoría de los alumnos no optaron por esta asignatura en bachillerato (91,67%)

A continuación mostramos los diferentes estadísticos descriptivos relativos a la calificación final del test, teniendo en cuenta los resultados obtenidos antes y después de la visita, en aras a poder vislumbrar una primera aproximación, que nos permita comprobar si las hipótesis se han planteado de la forma correcta.

Comenzaremos por un análisis de las calificaciones obtenidas, junto a los histogramas de ambas distribuciones, que utilizaremos más adelante como punto de partida de la hipótesis general planteada. Ya que las incorrectas no restaban puntuación, para el cálculo se ha hecho una simple proporción de las 20 preguntas sobre una calificación total de 10, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Calificación} = N^{\circ} \text{ de respuestas correctas} * 10 / 20$$

La tabla 9 muestra la información obtenida antes y después de la visita a la ciudad antigua de Cáceres y los histogramas nos aportan un esbozo de la forma de su distribución (gráfico 4):

Tabla 9.- Estadísticos descriptivos de Calificación, antes y después de visita.

Calificación Final Test 1 (antes de visita)

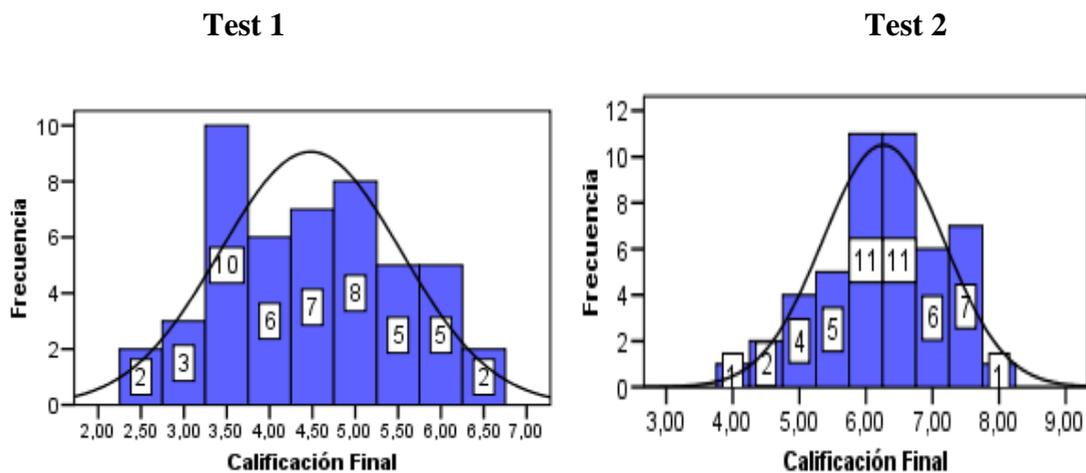
Calificación Final test 2 (después de la visita)

N	48
Media	4,48
Mediana	4,50
Desv. típ.	1,06
Asimetría	0,1
Curtosis	-0,86
Mínimo	2,50
Máximo	6,50

N	48
Media	6,26
Mediana	6,50
Desv. típ.	0,91
Asimetría	-0,34
Curtosis	-0,23
Mínimo	4,00
Máximo	8,00

Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

Gráfico 4.- Histogramas calificaciones antes y después de la visita



Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

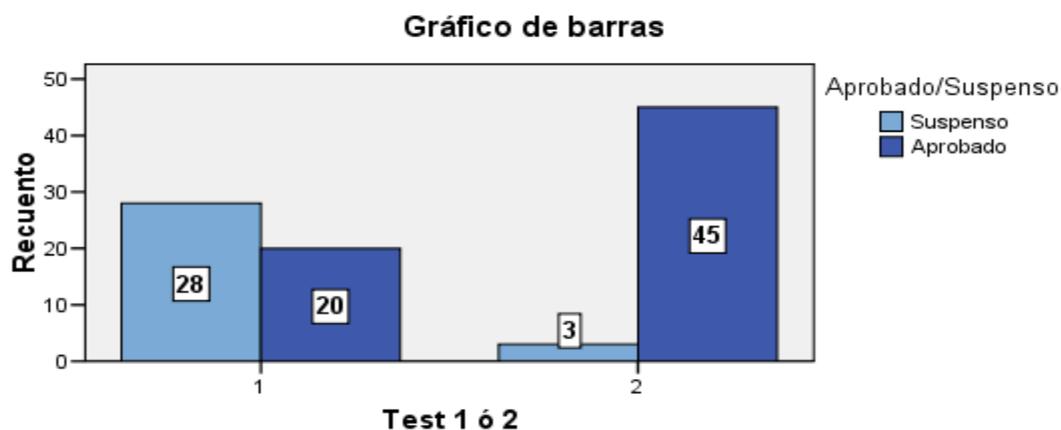
Observamos en la tabla de estadísticos, que la media aritmética de la calificación mejoró después de la visita (4,47 a 6,26) y que su valor es similar al de la mediana de la distribución. Por otro lado, la desviación típica se vio ligeramente reducida en el segundo

test, lo que indicaría una menor dispersión de los datos respecto a la media. El mínimo de puntuación se elevó de 2,5 a 4 y el máximo de 6,5 a 8.

Los coeficientes de forma y los histogramas, muestran distribuciones con asimetría hacia la izquierda en el primer test y hacia la derecha en el segundo: esto indica que en el primer test los datos se situaron sobre todo en el área de suspensos y en el segundo en la de los aprobados. La curtosis comenzó con una forma algo más aplanada, platicúrtica (-0,86) antes del experimento y fue alargándose después (mesocúrtica), lo que indica que los resultados se han ido concentrando más alrededor de la media con posterioridad. Por otro lado, la distribución de los datos está más próxima a la normal en el test 2 (-0,22): los valores que corresponderían a una forma totalmente simétrica y mesocúrtica, deben oscilar entre el -0,5 y +0,5.

A continuación hemos clasificado las notas obtenidas antes y después de la visita de la siguiente manera: suspenso si es menor que 5 y aprobado si es igual o mayor que 5. Con esta información hemos llevado a cabo el siguiente diagrama de barras (gráfico 5):

Gráfico 5: Aprobados/suspensos antes y después de la visita

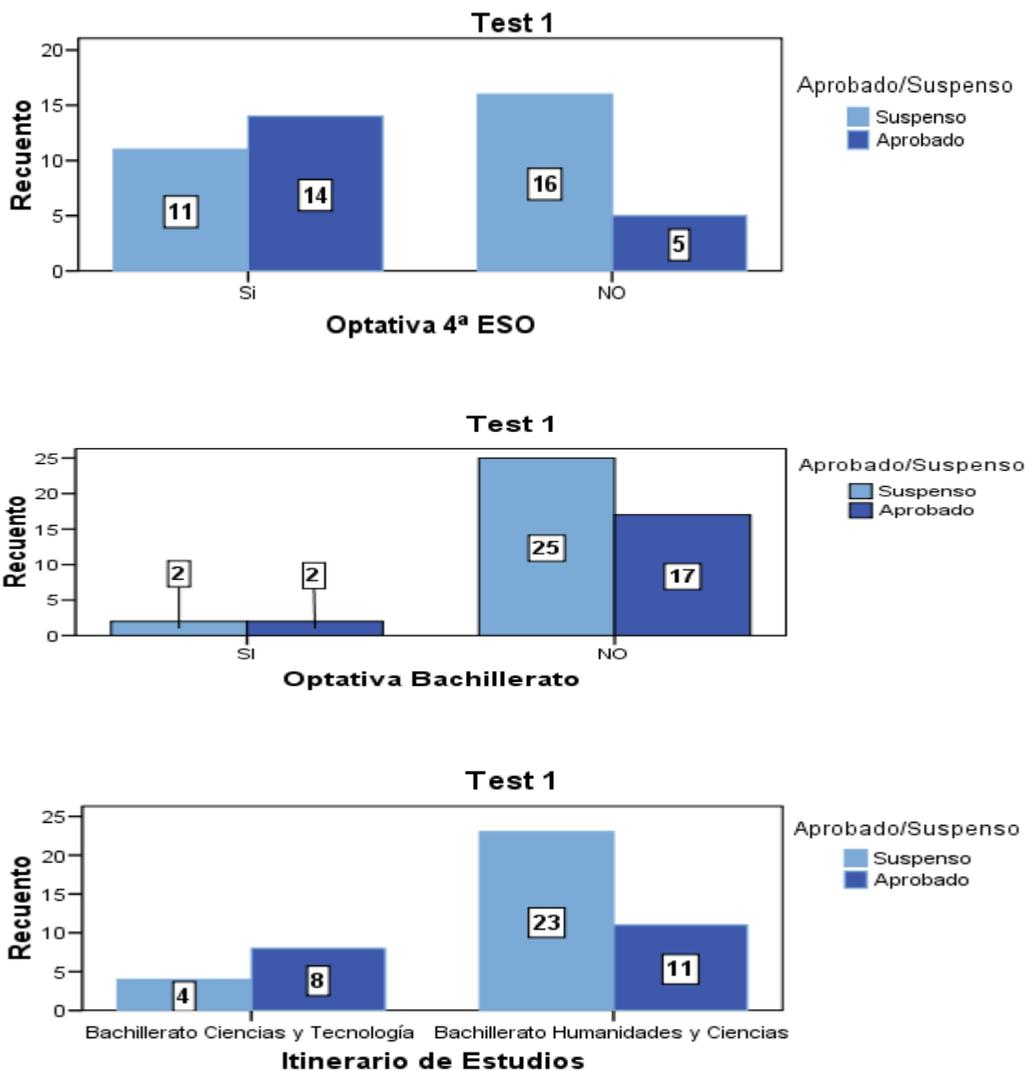


Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

Podemos decir por tanto que las calificaciones parecen haber mejorado considerablemente después de la experiencia, cuestión que se confirma en el diagrama de barras y que muestra que antes del test, los suspensos fueron 28 sobre 48 y se vieron reducidos a solo 3 en la segunda prueba.

El siguiente paso, relacionado con la primera hipótesis auxiliar es evaluar el número de aprobados sobre el total de cada grupo, dependiendo si escogieron o no la asignatura de Geología y Biología en 4º de la ESO o la de Geología en Bachillerato y del itinerario elegido en Bachillerato, de manera que podamos comprobar si pertenecer a uno u otro grupo pudo haber influido en el resultado del test después de la visita. Los siguientes diagramas de barras (gráfico 6) nos muestran información sobre el número de aprobados y suspensos en el test 1 y 2, teniendo en cuenta las premisas anteriores.

Gráfico 6: Aprobados/Suspensos según elección como optativa en ESO y Bachillerato y el itinerario en Bachillerato en Test 1

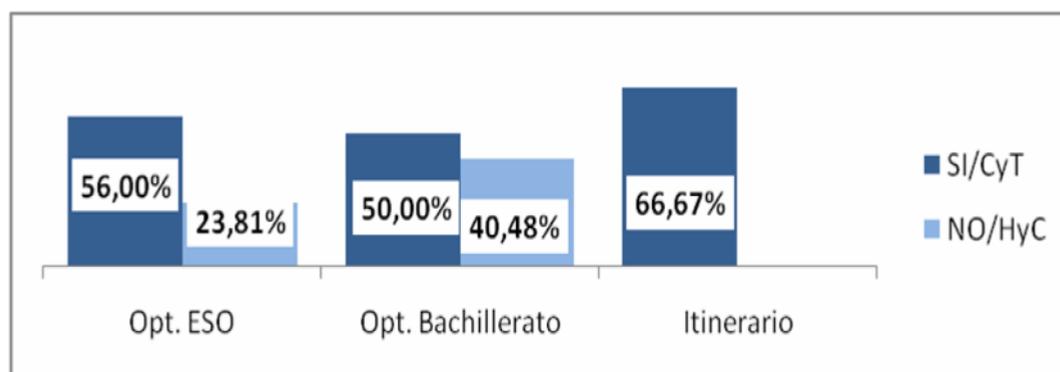


Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

Observando los gráficos vemos cómo en el primer supuesto, los alumnos que eligieron la asignatura de Geología y Biología en 4º de la ESO, tuvieron mejores resultados que los que no la escogieron, aunque en el segundo caso, las diferencias son más significativas. En relación a los que escogieron Geología en Bachillerato, los alumnos que la estudiaron tuvieron resultados similares, siendo en ambos casos dos de ellos los que superaron la prueba y dos que no lo hicieron; sin embargo, respecto a los que no eligieron la asignatura, el número de suspensos fue mayor que el de aprobados. Por último, si observamos el itinerario escogido, los alumnos de Ciencias y Tecnología que superaron el test, fueron superiores a los que suspendieron, algo que se invierte en los que optaron por Humanidades y Ciencias.

Para poder visualizar estos datos con mayor claridad, hemos planteado los porcentajes de aprobados en las tres categorías, de manera que podamos intuir las posibles diferencias entre ellos (el gráfico 7 muestra los resultados obtenidos).

Gráfico 7.- Aprobados en función de las optativas y el itinerario elegido (test 1).



Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

Podemos comprobar que en las tres opciones, los alumnos que aprobaron en mayor proporción fueron los que eligieron la asignatura como optativa en ESO y Bachillerato (SI) y los que estudiaron Ciencias y Tecnología (CyT).

Por último, procederemos a un análisis descriptivo, basado en las siguientes premisas: primero, hemos elegido el número de respuestas correctas catalogadas como muy difíciles, según el Índice de Dificultad; en segundo término, hemos agrupado a los alumnos teniendo en cuenta las posibles combinaciones de las tres categorías estudiadas, la elección de la asignatura en ESO y Bachillerato y la elección del itinerario. De esta forma, queremos

comprobar si se han producido diferencias en los resultados obtenidos. En la tabla 10 ofrecemos la clasificación llevada a cabo en este análisis.

Tabla 10.- Clasificación de los alumnos por elección de Geología en ESO o Bachillerato e Itinerario

Código	Etiqueta	Descripción
111	No, no, CyT	Alumnos que NO escogieron como optativa la asignatura en ESO y NO en Bachillerato y eligieron el itinerario de Ciencias y Tecnología
112	No, no, HyC	Alumnos que NO escogieron como optativa la asignatura en ESO y NO en Bachillerato y eligieron el itinerario de Humanidades y Ciencias
211	Si, no, CyT	Alumnos que SI escogieron como optativa la asignatura en ESO y NO en Bachillerato y eligieron el itinerario de Ciencias y Tecnología
212	Si, no, HyC	Alumnos que SI escogieron como optativa la asignatura en ESO y NO en Bachillerato y eligieron el itinerario de Humanidades y Ciencias
221	Si, si, CyT	Alumnos que SI escogieron como optativa la asignatura en ESO y SI en Bachillerato y eligieron el itinerario de Ciencias y Tecnología

Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y hoja de cálculo.

Una vez realizado el análisis, se obtuvieron los resultados que mostramos a continuación (gráfico 8), en que hemos incluido los resultados antes y después de la visita, en relación al número de preguntas clasificadas como muy difíciles (siete en total: 1, 2, 8, 12, 13, 16 y 19), que fueron contestadas correctamente.

Gráfico 8.- Número de preguntas muy difíciles contestadas correctamente, antes y después de la visita.



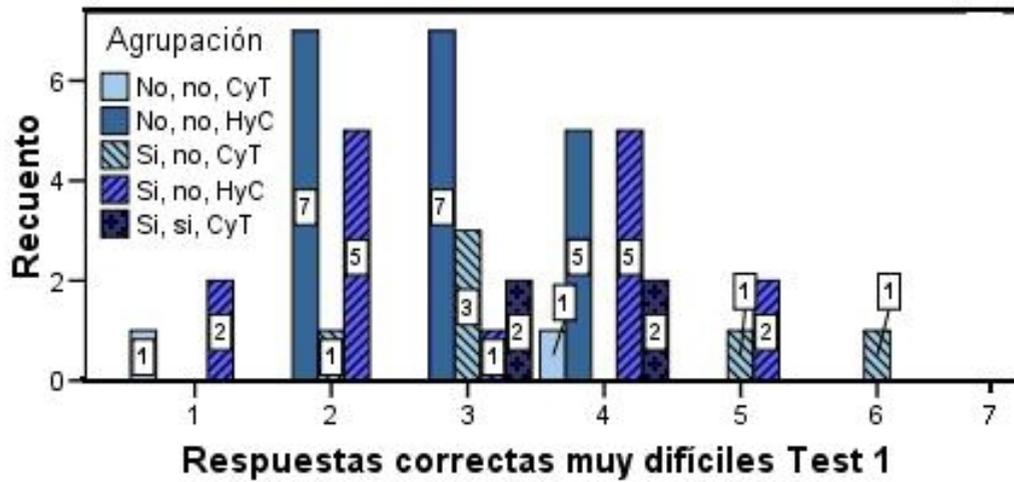
Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

No podemos observar a simple vista si los resultados mejoraron después de la visita, vemos que en el segundo test, por ejemplo, un alumno no contestó correctamente a ninguna de ellas o que en el primero hubo uno que contestó las seis. Por tanto, deberemos ver si el contraste de hipótesis nos ofrece información sobre este aspecto.

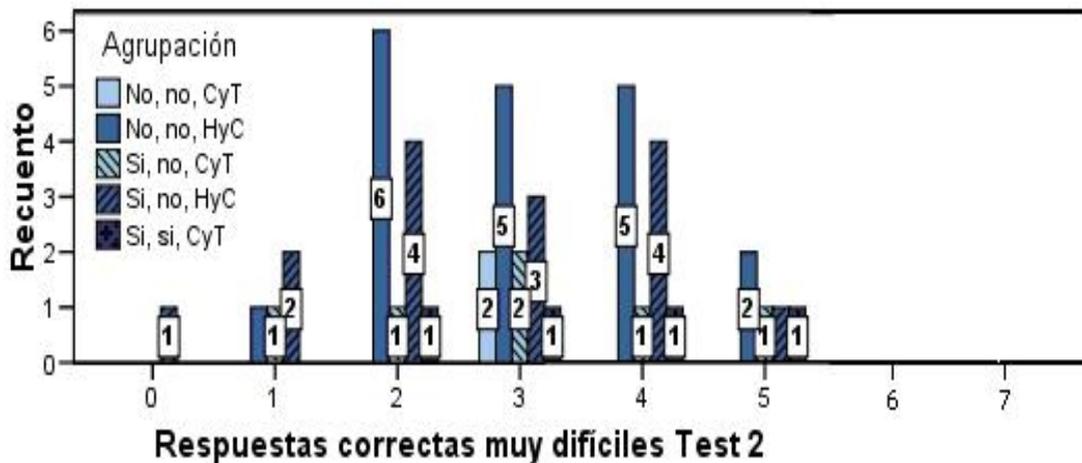
En el gráfico 9 mostramos los resultados, según la clasificación realizada en la tabla 10, de manera que el primero corresponde al test 1 y el segundo al test 2.

En relación al primer test, podemos comprobar que los alumnos que contestaron correctamente a la mayoría de las preguntas (5 y 6) corresponden a los que eligieron ambos itinerarios, pero no cursaron la asignatura como optativa en bachillerato y sí en ESO. Entre los que contestaron hasta dos de ellas correctamente, encontramos a la mayoría de alumnos de Humanidades y Ciencias que no la escogieron como optativa en ningún momento y aproximadamente la mitad de los que, eligiendo el mismo itinerario, sí la escogieron en ESO.

Gráfico 9.- Resultados sobre preguntas muy difíciles y elección de asignatura como optativa en ESO y Bachillerato e Itinerario



Categoría	No, no, CyT	No, no, HyC	Si, no, CyT	Si, no, HyC	Si, si, CyT	No, no, CyT
Totales	2	19	6	15	4	46



Categoría	No, no, CyT	No, no, HyC	Si, no, CyT	Si, no, HyC	Si, si, CyT	No, no, CyT
Totales	2	19	6	15	4	46

Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

Por último, vemos que la mayoría de ellos se sitúan en el tramo de entre 3 y 4 preguntas contestadas de forma correcta, destacando los alumnos de Ciencias y Tecnología, que además la escogieron como optativa, ya que todos ellos contestaron correctamente en ese tramo (4 de 4) y dos de los alumnos de Ciencias y Tecnología y uno de Humanidades y Ciencias, que solo la habían escogido como optativa en ESO, que se situaron en el tramo superior de entre cinco y seis respuestas correctas.

Respecto al segundo test, solo hubo un alumno de la categoría “Sí, no, HyC” que no contestó ninguna y 4 que contestaron solo una, repartidos entre Ciencias y Tecnología y Humanidades y Ciencias, destacando dos alumnos en este itinerario que sí eligieron la asignatura como optativa en ESO. Los alumnos de Humanidades y Ciencias que no eligieron la asignatura como optativa en ningún momento, ofrecen resultados similares al del primer test, desplazándose uno de ellos hacía abajo y consiguiendo dos de los alumnos contestar correctamente cinco de las preguntas.

Una vez más, los alumnos de Ciencias y Tecnología que la escogieron Biología y Geología como optativa en ESO y Geología en Bachillerato, parecen mejorar sus resultados en el segundo test, destacando un alumno de Humanidades y Ciencias que no escogió esta asignatura en ningún momento. Los dos alumnos que no optaron por Geología y estudiaron el itinerario de Humanidades y Ciencias (No, no, HyC) contestaron correctamente a tres de ellas, cuando en el anterior uno de ellos había contestado solo una y el otro cuatro.

a) Contraste de Hipótesis

Antes de comenzar, es importante recordar que para el contraste de hipótesis, hemos prescindido de dos de los alumnos, el relación al itinerario escogido, el que eligió Bachillerato Artístico y el que habíamos llamado “Bachillerato anterior”, ya que al ser solo dos casos podían influir en el cálculo de los estadísticos y además, ambos itinerarios no son agrupables en uno.

En principio, según el análisis descriptivo, parece haberse producido una mejora en las calificaciones después de la visita a la ciudad antigua de Cáceres. Además, la elección de la asignatura como optativa en 4º de la ESO o Bachillerato y el itinerario estudiado en el

segundo caso, parecen haber influido en el número de aprobados del primer test. Por otra parte, en el segundo análisis vemos algunas posibles diferencias en los resultados, dependiendo de la categoría a la que pertenecía el alumno y estas parecen darse en ambas pruebas.

Estos resultados pueden haberse debido al azar, es decir, existe una posibilidad de que algunas de las preguntas se hayan contestado aleatoriamente y por tanto, la mejora no se deba al experimento. Por este motivo vamos a realizar unos contrastes para comprobar la validez de las hipótesis que habíamos planteado en esta investigación y que recordemos eran las siguientes (tabla 11):

Para poder utilizar las llamadas pruebas paramétricas, la variable a contrastar debe ser de razón y cumplir tres condiciones: normalidad de su distribución (prueba de Kolmogorov-Smirnov), igualdad de varianzas (prueba de Levine) y aleatoriedad de los datos (prueba de Rachas). En caso contrario se optaría por pruebas no paramétricas, que aunque suponen una pérdida de información, estas últimas no presuponen un modelo concreto de distribución de los datos a contrastar.

Al llevar a cabo los ajustes para las dos variables de razón, “Calificación Final” y “Respuestas correctas catalogadas como muy difíciles”, cuyos resultados hemos llevado a la tabla 5 del anexo, comprobamos que en la primera se cumplen los tres requisitos, mientras que en la segunda no se cumple la normalidad y por tanto no fue necesario realizar los otros dos ajustes; la tercera variable (aprobados/suspensos) es ordinal y por tanto no puede utilizarse en ella el análisis paramétrico.

Pero, como habíamos expuesto con anterioridad, debido a las limitaciones de la investigación, se obtuvo la muestra de un solo curso de toda la Facultad, que sería la población objeto de estudio y por tanto, no se puede garantizar la normalidad de toda la distribución poblacional. Respecto a la aleatoriedad, esta no se dio (aunque la prueba de rachas fue positiva), algo que sí se habría dado si se hubiera seguido otro proceso de obtención de la muestra, como sería un muestreo aleatorio simple o uno estratificado. Por estos dos motivos, decidimos utilizar en todas ellas pruebas de contraste no paramétricas.

Tabla 11.- Hipótesis de trabajo

Hipótesis	Hipótesis nula	Hipótesis alternativa	Variables	Tipo	Estadístico de contraste
H1: Los alumnos obtuvieron mejores calificaciones después de la visita.	El promedio de calificaciones es igual en ambas muestras.	El promedio es superior en el segundo test.	Calificaciones antes y después.	Escala	Wilcoxon, dos grupos relacionados.
H2: Los Itinerarios seguidos o la elección de la asignatura como optativa en ESO o Bachillerato, influyeron en el número aprobados antes de la visita.	El número de aprobados por grupos fue igual antes de la intervención educativa.	El número de aprobados por grupos fue diferente después de la visita.	Nº aprobados/ Itinerario/ Optativa.	Ordinal/ Nominal	U Mann Withney, dos grupos independientes.
H3: Los alumnos contestaron un mayor número de respuestas catalogadas como muy difíciles, después de la prueba.	Se contestó correctamente el mismo número de ítems antes y después de la intervención educativa.	El promedio fue diferente antes y después.	Nº de respuestas correctas muy difíciles antes y después.	Escala	Wilcoxon dos grupos relacionados.
H4: El Itinerario o la elección de Biología y Geología como optativa en ESO, influyeron en el número de respuestas correctas, catalogadas como muy difíciles, antes de la visita y después.	El número de respuestas correctas fue igual, en las diferentes categorías, antes de la prueba y después de la intervención educativa.	El número de respuestas correctas fue diferente, por categoría, antes de la prueba y después.	Nº respuestas correctas muy difíciles/ Itinerario/ Optativa.	Ordinal/ Nominal	Kruskal-Wallis, k grupos independientes.

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis sobre los resultados obtenidos:

Comenzaremos por la calificación general obtenida antes y después de la visita a la ciudad antigua de Cáceres. Como queremos comparar dos muestras relacionadas, antes y después de un experimento, utilizaremos el estadístico de Wilcoxon. Queremos probar si el promedio de resultados ha mejorado después de la visita y por consiguiente, planteamos las siguientes hipótesis:

$H_0: \mu_0 = \mu_1$ Los promedios son iguales.

$H_1: \mu_0 > \mu_1$ Los promedios fueron mayores después de la intervención educativa.

Tabla 12.- Contraste de hipótesis Test de Wilcoxon para Calificación Final, test 1 y 2

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Calificación Final T2 -	Rangos negativos	4(a)	11,25	45,00
Calificación Final T1	Rangos positivos	40(b)	23,63	945,00
	Empates	2(c)		
	Total	46		

a Calificación Final T2 < Calificación Final T1

b Calificación Final T2 > Calificación Final T1

c Calificación Final T2 = Calificación Final T1

Estadísticos de contraste (b)

	Calificación Final T2 - Calificación Final T1
Z	-5,270(a)
Sig. asintót. (bilateral)	0,000

a Basado en los rangos negativos.

b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

Podemos observar que los promedios de calificaciones antes y después de la muestra no son iguales, con una significación estadística inferior al 0,05 (0,00) por tanto, debemos rechazar H_0 y aceptar H_1 (los promedios fueron mayores después de la intervención educativa): el análisis descriptivo mostraba que, en el test realizado después de la visita, el promedio era superior al anterior al experimento y sus desviaciones típicas tenían valores similares.

En relación a la segunda hipótesis, queremos comprobar si la elección de un itinerario o de la asignatura Biología y Geología como optativa en ESO o Geología en Bachillerato, influyo en el número de alumnos que superaron la prueba antes de la visita. Como estamos comparando dos grupos independientes, relaciones intergrupos en un momento concreto, utilizaremos la prueba de U-Mann-Withney. Las hipótesis a plantear serían:

$H_0: \mu_0 = \mu_1$ El número de aprobados es igual.

$H_1: \mu_0 < \mu_1$ El número de aprobados es diferente.

Tabla 13.- Contraste de hipótesis optativa ESO y Bachillerato. Test de U-Mann-Withney

Test 1 Rangos

	Optativa 4ª ESO	N	Rango promedio	Suma de rangos
Respuestas correctas muy difíciles	Si	25	25,28	632,00
	NO	21	21,38	449,00
	Total	46		

Test 1 Estadísticos de contraste(a)

	Respuestas correctas muy difíciles
U de Mann-Whitney	218,000
W de Wilcoxon	449,000
Z	-1,016
Sig. asintót. (bilateral)	0,309

a Variable de agrupación: Optativa 4ª ESO

Tabla 13 (cont.)

Test 1 Rangos

	Optativa Bachillerato	N	Rango promedio	Suma de rangos
Respuestas correctas muy difíciles	SI	4	29,50	118,00
	NO	42	22,93	963,00
	Total	46		

Test 1 Estadísticos de contraste (b)

	Respuestas correctas muy difíciles
U de Mann-Whitney	60,000
W de Wilcoxon	963,000
Z	-0,969
Sig. asintót. (bilateral)	0,333
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	0,374(a)

a No corregidos para los empates.

b Variable de agrupación: Optativa Bachillerato

Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS.

En ambos casos, comprobamos que la significación es mayor que 0,05, por tanto debemos aceptar H_0 y considerar que no se han producido diferencias significativas entre los que escogieron la asignatura de Geología y Biología en 4º de la ESO o la de Geología en Bachillerato.

Tabla 14.- Contraste de hipótesis N° de aprobados/Itinerario Test 1. U-Man-Withney

Test 1 Rangos

	Itinerario de Estudios	N	Rango promedio	Suma de rangos
Respuestas correctas muy difíciles	Bachillerato Ciencias y Tecnología	12	27,08	325,00
	Bachillerato Humanidades y Ciencias	34	22,24	756,00
	Total	46		

Test 1 Estadísticos de contraste(a) Test 1

	Aprobado/Suspenso
U de Mann-Whitney	134,000
W de Wilcoxon	729,000
Z	-2,053
Sig. asintót. (bilateral)	0,040

a Variable de agrupación: Itinerario de Estudios

Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y SPSS

La significación es menor que 0,05, por lo cual no podemos aceptar la hipótesis nula en que el número de aprobados fue similar entre los alumnos que escogieron uno u otro itinerario antes de la visita y debemos concluir que los resultados fueron distintos. Los rangos promedio y los datos descriptivos muestran que aprobaron más alumnos entre los que escogieron Ciencias y Tecnología, que entre los de Humanidades y Ciencias (debemos recordar que se prescindió de los otros dos grupos en el contraste).

c) Hipótesis relacionadas con la facilidad/dificultad del test

Comenzaremos probando si la experiencia afectó al número de respuestas correctas, pero tomando solo las catalogadas como muy difíciles por el Índice de Dificultad y cuya numeración sería: (1, 2, 8, 12, 13, 16, 19). Para llevarlo a cabo planteamos las hipótesis de forma similar a la anterior y utilizaremos de nuevo la prueba de Wilcoxon. Recordemos que para los contrastes de hipótesis habíamos prescindido de dos de los casos analizados, el alumno que estudió Bachillerato Artístico y el que habíamos etiquetado como “Bachillerato antiguo”.

$H_0: \mu_0 = \mu_1$ El número de respuestas correctas catalogadas como muy difíciles es igual antes y después de la prueba.

$H_1: \mu_0 \neq \mu_1$ El número de respuestas correctas catalogadas como muy difíciles es diferente después de la prueba.

Tabla 15.- Contraste respuestas muy difíciles correctas. Test de Wilcoxon

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Total correctas muy difíciles T2 - Total correctas muy difíciles T1	Rangos negativos	17(a)	21,94	373,00
	Rangos positivos	20(b)	16,50	330,00
	Empates	9(c)		
	Total	46		

a Total correctas muy difíciles T2 < Total correctas muy difíciles T1

b Total correctas muy difíciles T2 > Total correctas muy difíciles T1

c Total correctas muy difíciles T2 = Total correctas muy difíciles T1

Estadísticos de contraste (b)

	Total correctas muy difíciles T2 - Total correctas muy difíciles T1	
Z		-0,332(a)
Sig. asintót. (bilateral)		0,740

a Basado en los rangos positivos.

b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Como el nivel de significación es mayor que 0,05, debemos aceptar la hipótesis nula y considerar que los resultados han sido similares entre los alumnos, antes y después de la prueba, en relación al número de preguntas contestadas correctamente y catalogadas

como muy difíciles. Como vemos, una mejora en las calificaciones globales, no supone un mayor número de respuestas correctas en este caso.

Para comparar los resultados obtenidos, según el itinerario elegido, hemos decidido centrarnos en los resultados antes y después de la visita según el itinerario elegido y en los alumnos que sí escogieron la asignatura de Biología y Geología como optativa en ESO o Geología en Bachillerato. Nuestro objetivo ahora es comprobar si hubo diferencias significativas entre los grupos antes y después del experimento.

Recordemos que habíamos realizado una clasificación previa que volvemos a exponer en la siguiente tabla:

Tabla 16.- Copia clasificación contraste de hipótesis dificultad del test

Código	Etiqueta	Descripción
1	No, no, CyT	Alumnos que NO escogieron como optativa la asignatura en ESO y NO en Bachillerato y eligieron el itinerario de Ciencias y Tecnología
2	No, no, HyC	Alumnos que NO escogieron como optativa la asignatura en ESO y NO en Bachillerato y eligieron el itinerario de Humanidades y Ciencias
3	Si, no, CyT	Alumnos que SI escogieron como optativa la asignatura en ESO y NO en Bachillerato y eligieron el itinerario de Ciencias y Tecnología
4	Si, no, HyC	Alumnos que SI escogieron como optativa la asignatura en ESO y NO en Bachillerato y eligieron el itinerario de Humanidades y Ciencias
5	Si, si, CyT	Alumnos que SI escogieron como optativa la asignatura en ESO y SI en Bachillerato y eligieron el itinerario de Ciencias y Tecnología

Fuente: Elaboración propia con datos del experimento y hoja de cálculo.

Cuando se planteó el contraste, el programa SPSS advirtió que en dos de los grupos no había suficientes casos, los correspondientes al 1 y al 5 de la tabla 16. Por tanto, se ha prescindido de ellos y nos hemos centrado en los otros tres, dejando el análisis de todos los grupos para trabajos de investigación posteriores, en los que pueda ampliarse la muestra. El estadístico de contraste será Kruskal-Wallis (tabla 17) y las hipótesis a plantear serían las siguientes:

$H_0: \mu_0 = \mu_1$ Los resultados son iguales.

$H_1: \mu_0 \neq \mu_1$ Los resultados son diferentes.

Tabla 17.- Contraste N° respuestas muy difíciles correctas, por Itinerario. Test 1 y 2.

Kruskal-Wallis

Test 1 Rangos

	Agrupación	N	Rango promedio
Respuestas correctas muy difíciles	No, no, HyC	19	19,34
	Si, no, CyT	6	25,00
	Si, no, HyC	15	20,17
	Total	40	

Test 1 Estadísticos de contraste(a,b)

	Respuestas correctas muy difíciles
Chi-cuadrado	1,170
Gl	2
Sig. asintót.	0,557

a Prueba de Kruskal-Wallis

b Variable de agrupación: Agrupación

Test 2 Rangos

	Agrupación	N	Rango promedio
Respuestas correctas muy difíciles	No, no, HyC	19	21,66
	Si, no, CyT	6	21,25
	Si, no, HyC	15	18,73
	Total	40	

Test 2 Estadísticos de contraste (a,b)

	Respuestas correctas muy difíciles
Chi-cuadrado	0,585
gl	2
Sig. asintót.	0,746

a Prueba de Kruskal-Wallis; b Variable de agrupación: Agrupación

Una vez más, observamos que en este caso, no se han dado diferencias significativas entre el número de respuestas correctas, catalogadas como muy difíciles, ni antes ni después de la experiencia, la significación es mayor que 0,05. Por tanto, podemos concluir que la elección como optativa de la asignatura en ESO y Bachillerato y el Itinerario escogido en este último, no han influido en los resultados entre los diferentes grupos, ni antes, ni después de la prueba.

En última instancia, para facilitar el planteamiento de las conclusiones empíricas en este trabajo, presentamos una tabla resumen de los resultados descriptivos obtenidos y de los contrastes de hipótesis llevados a cabo (tabla 18). En ella podremos observar un resumen de la experiencia llevada a cabo y podremos comprobar qué hipótesis planteadas podemos aceptar y cuáles otras debemos rechazar.

Tabla 18.- Resumen descriptivos y contrastes de hipótesis.

Resultado relacionados con el Test	
Índice de Dificultad y Discriminación	El promedio de ambos índices indica que las preguntas fueron medianamente difíciles y con una discriminación excelente, aunque su desviación típica fue alta.
Alfa de Cronbach	Su valor fue de 0,374, inferior al óptimo, entre 0,70 y 0,90, la consistencia interna es baja
Muestra	48 alumnos en su mayoría con fecha de nacimiento en 1994, que habían elegido el itinerario de estudios en bachillerato de Humanidades y Ciencias, que sí escogieron la asignatura de Biología y Geología como optativa en ESO pero no Geología en Bachillerato

Tabla 18 (cont.)

Hipótesis Nula: Ho	Hipótesis alternativa: H1	Descriptivos	Contraste	Aceptar o Rechazar
Las calificaciones globales fueron iguales antes y después de la visita	Las calificaciones globales fueron diferentes después de la visita	Calificaciones y número de aprobados superiores después de la visita	<0,05	Rechazamos Ho, sí ha habido mejora en las calificaciones
El número de aprobados es igual dependiendo de la elección de la asignatura como optativa en ESO	El número de aprobados es diferente dependiendo de la elección de la asignatura como optativa en ESO	Nº aprobados mayor entre los que SI la eligieron como optativa	>0,05	Aceptamos Ho, no hubo diferencias entre ambos grupos, en optativa ESO
El número de aprobados es igual dependiendo de la elección de la asignatura como optativa en Bachillerato	El número de aprobados es diferente dependiendo de la elección de la asignatura como optativa en Bachillerato	Nº aprobados mayor entre los que SI la eligieron como optativa	>0,05	Aceptamos Ho, no hubo diferencias entre ambos grupos, en optativa Bachillerato
El número de aprobados es igual dependiendo de la elección del Itinerario en Bachillerato	El número de aprobados es diferente dependiendo de la elección del Itinerario en Bachillerato	Nº aprobados mayor entre los que eligieron Ciencias y Tecnología	<0,05	Rechazamos Ho, sí ha habido un mayor número de aprobados entre los que eligieron Ciencias y Tecnología
Los alumnos contestaron correctamente el mismo número de preguntas clasificadas como muy difíciles, después de la visita	Los alumnos contestaron correctamente un número mayor de preguntas clasificadas como muy difíciles, después de la visita	Los datos descriptivos no aportan resultados claros	>0,05	Aceptamos Ho, los alumnos contestaron un número similar de preguntas muy difíciles, antes y después de la prueba
Los alumnos de un grupo concreto contestaron igual número de preguntas clasificadas como muy difíciles que el resto	Los alumnos de un grupo concreto contestaron un mayor número de preguntas clasificadas como muy difíciles que el resto	Mejores resultados entre los que eligieron la asignatura como optativa en ESO y el itinerario de Ciencias y Tecnología	>0,05	Aceptamos Ho, los alumnos contestaron un número similar de preguntas muy difíciles, independientemente de la elección de la asignatura como optativa o del itinerario, antes de la prueba y después.

Fuente: Elaboración propia.

En resumen:

- En relación con el contenido del test:
 - Hubo una mejora de las calificaciones después de la intervención educativa.
 - No hubo diferencias entre las calificaciones de quienes no eligieron y sí lo hicieron la optativa Biología y Geología en 4º ESO.
 - No hubo diferencias entre las calificaciones de quienes no eligieron y sí lo hicieron la optativa Geología en Bachillerato.
 - Hubo mayor número de aprobados entre los que eligieron el itinerario de Ciencia y Tecnología.

- En relación a la dificultad del test:
 - No hubo diferencias en la contestación de preguntas difíciles antes y después de la intervención educativa.
 - En este sentido, tampoco hubo diferencias en función de la elección de optativas o de itinerario alguno.

8.- Conclusiones, limitaciones y propuestas de futuro

La “Alfabetización en Ciencias de la Tierra” constituye una auténtica guía inspiradora en las nuevas formas de entender y enseñar las Ciencias Geológicas. Se considera, según estos principios, que un ciudadano alfabetizado en Geociencias es quien comprende los conceptos y procesos fundamentales de esta disciplina y es capaz de tomar decisiones bien fundadas y responsables sobre la Tierra y sus recursos, entre otros aspectos. Son esos aspectos añadidos los que permitirán la conexión con materias transversales al currículo educativo, como las demás ciencias experimentales y las Ciencias Ambientales o las Ciencias Sociales.

Son muchos los factores que convierten en insustituible el papel didáctico de las salidas de campo (también llamadas salidas fuera del aula o out-door) como la mejora de la asimilación de contenidos conceptuales, de procedimientos científicos, así como de actitudes y valores favorables hacia la ciencia, la protección del medio ambiente o el trabajo en grupo. Dichas salidas incluyen entornos generalmente rurales, pero se demuestra que también las ciudades permiten al docente el uso de sus elementos, especialmente los relacionados con el patrimonio (histórico, artístico, arqueológico...), para la enseñanza de conceptos más amplios relacionados con el medio ambiente abiótico y su importancia al estar todo ello interrelacionado.

Tras la intervención educativa y los cuestionarios aplicados (tests y retests) a la muestra elegida, los resultados derivados del análisis estadístico permiten concluir lo siguiente:

- 1^a) La investigación llevada a cabo en la ciudad antigua de Cáceres ha permitido demostrar el valor didáctico de sus elementos, especialmente los patrimoniales (arquitectónicos e históricos), para la enseñanza de las Ciencias Geológicas, que se integran con otras disciplinas (Historia, Arquitectura, Urbanismo, etc.) en el recorrido urbano realizado. Respecto a las calificaciones obtenidas, un claro indicador de la adquisición de conocimientos, estas fueron superiores después de la visita, mejorando el promedio y reduciéndose la variabilidad de los datos.

- 2ª) Sin embargo, en el número de aprobados, aunque de forma global mejoró, por grupos y en relación al número de aprobados antes de la visita, los que escogieron Ciencias y Tecnología tuvieron mejores resultados que los de Humanidades y Ciencias Sociales, siendo no obstante indiferente la elección de la asignatura como optativa, tanto en ESO como en Bachillerato. El análisis empírico nos muestra una mejora considerable de los resultados obtenidos después (retest, post-test o test 2) de la intervención educativa, si los comparamos con los de antes (pre-tests o test 1), tanto en el número de respuestas correctas, como en el nivel de aprobados y el promedio de calificación. Aunque los datos descriptivos parecen mostrar un número de respuestas correctas superior después de la visita (datos del post-test), en alumnos que eligieron itinerarios diferentes o la asignatura de Geología como optativa, en ESO o Bachillerato, los contrastes de hipótesis llevados a cabo, dejan claro que no son estadísticamente significativos.
- 3ª) Por otro lado, en relación a la fiabilidad y los índices utilizados para la valoración del test, el Alfa de Cronbach es baja, lo que indica que debemos mejorarlos. Por otro lado, el Índice de Dificultad mejora considerablemente después del experimento y el Índice de Discriminación permanece con valores similares, en ambas pruebas (pre-test y post-test). Los resultados relacionados con la dificultad del test, muestran valores similares en el número global de preguntas muy difíciles contestadas correctamente, si comparamos los resultados antes y después de la prueba. Una vez agrupados por la elección como optativa e itinerario, los contrastes de hipótesis llevados a cabo muestran que no había diferencias entre los distintos grupos, tanto antes como después de la prueba.
- 4ª) La elaboración de la intervención educativa, una herramienta específicamente adaptada al nivel docente así como a los objetivos pretendidos desde un punto de vista didáctico, ha sido determinante en la mejora de los resultados obtenidos por los alumnos.

Respecto a las limitaciones encontradas durante las diferentes fases de la investigación, cabe resaltar las siguientes:

- 1ª. Los resultados obtenidos en las búsquedas bibliográficas no fueron los deseados, lo que ha constituido un problema a la hora de orientar metodológicamente la investigación, tanto en lo referido a los propios ítems, como al procedimiento de trabajo, especialmente las técnicas de análisis.
- 2ª. Otra limitación se relaciona con el análisis empírico llevado a cabo. Recordemos que la muestra fue tomada de un solo curso y que la consistencia interna del test fue baja. Aún así, los Índices de Dificultad y Discriminación muestran un promedio de preguntas moderadamente difíciles y una discriminación clasificada como excelente. Además, hubo que eliminar algunos grupos en el contraste de hipótesis, ya que el número de casos no era suficientemente amplio. Todo esto podría afectar a los resultados de investigaciones futuras en las que se deberían mejorar estos aspectos.
- 3ª. Finalmente, una limitación importante ha sido entender que la intervención educativa fuera del aula no es algo infuso o independiente, sino que debe estar definida perfectamente junto con el programa y las actividades metodológicas propias de la asignatura. Y aunque ello no era el objetivo principal de la presente investigación educativa, sí se concluye la conveniencia de aprender a diseñar las unidades didácticas lo más normalizadas que sea posible para uso docente en la ciudad, como si ésta fuera el aula.

En cuanto a las líneas de investigación que se proponen, estarían las siguientes:

- 1ª) El presente trabajo pretendía inicialmente apenas escudriñar el alcance didáctico en Geociencias que existía tras las salidas fuera del aula y el aprendizaje en contextos nada estándares, como son los urbanos. Además de ello, ha supuesto el descubrimiento de otras muchas cuestiones de índole didáctica para las Ciencias en general y las Geológicas en particular, que convendría indagar convenientemente para conocer hacia dónde pueden llevar desde un punto de vista de la didáctica de dichas ciencias.
- 2ª) Otro de los aspectos que hemos señalado tangencialmente han sido las preconcepciones en materia geológica, que han sido muy poco estudiadas en Ciencias de la Tierra (el tiempo geológico constituye una excepción que confirma dicha afirmación), y que pensamos pueden ser una línea de trabajo

muy interesante, enlazando con el aprendizaje significativo y el constructivismo. Asimismo, debe profundizarse en el uso de las herramientas propias en este tipo de investigaciones, enmarcadas en las tecnologías de la investigación y comunicación y entre las cuales destacamos, por su gran ayuda en la didáctica, los mapas conceptuales. De hecho, pensamos que las aplicaciones de los mapas conceptuales a las Geociencias deben estudiarse en profundidad en España, para sacarles el máximo provecho.

- 3ª) En relación a las pruebas empíricas, se debería ampliar la muestra objeto de estudio, incluyendo al menos otros cursos de la misma facultad y aprovechar los resultados del Índice de Discriminación para mejorar las preguntas pertinentes, en aras a incrementar el valor de la fiabilidad del mismo. Por otro lado, se podría investigar en la línea de realizar encuestas de satisfacción, con escalas tipo Liker, que puedan ser luego analizadas convenientemente como respaldo o acompañamiento a investigaciones del tipo de la llevada a cabo en este TFM.
- 4ª) Existen otras muchas herramientas tecnológicas que permiten una intervención menos estandarizada profesor-alumno. Sería interesante experimentar el alcance de estas TICs para conocer sus verdaderas posibilidades didácticas en las intervenciones educativas. Tal es así que la intervención no formal utiliza en ocasiones métodos ejemplares de probado éxito. Sería interesante sintetizarlos y probarlos en la educación formal, en la medida en que ello fuera posible.
- 5ª) Finalmente, es necesario continuar tratando interdisciplinariamente algunas materias aparentemente inconexas, como ocurre con las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales, por la razón de utilizar idénticos recursos y materiales didácticos fuera del aula, en el caso de las zonas urbanas.

Para finalizar, planteamos las siguientes reflexiones:

- Nos hemos dado cuenta que son ciertas aquellas afirmaciones de otros investigadores que nos precedieron, que aprendieron con los hechos que las posibilidades didácticas son mayores en aquellos medios o entornos en los que confluyen disciplinas diferentes, que quedan así enriquecidas, a modo de ecotonos para la enseñanza y el aprendizaje. Una idea que por otras razones

más crematísticas (aquilatar costes y aprovechar los recursos que ofrece el sistema educativo), algunos docentes descubren cual serendipia cuando utilizan sus salidas fuera del aula junto con colegas de otras disciplinas.

- Al hilo de lo anterior, gracias a otros investigadores en didáctica de las Geociencias sabemos que el trabajo fuera de las aulas favorece no sólo el conocimiento, sino la actitud y motivación del alumnado hacia la asignatura. Este hecho es especialmente interesante en el caso de que los alumnos sean futuros docentes, pues las actividades al aire libre configuran sus actitudes hacia las ciencias y la manera en que ellos mismos enfocarán su enseñanza a otros en un futuro. Con esta investigación que hemos llevado a cabo es muy probable que los alumnos aprecien el patrimonio gracias a haberlo visto desde otro punto de vista (en este caso, más experimental o práctico).
- La investigación también ha puesto de manifiesto en los alumnos participantes las actitudes de respeto hacia la ciudad como entorno, gracias a la comprensión del mismo desde otro punto de vista (geológico o geocientífico). Sin embargo, no se ha podido indagar más sobre este aspecto tan importante para el enfoque de la enseñanza y el aprendizaje. Pensamos que complementar esta investigación con estudios de caso o cuestionarios de actitudes permitiría evaluar en conjunto el alcance didáctico de la intervención educativa fuera del aula.
- Finalmente, si algo concreta esta investigación es la posibilidad que ofrece a los docentes para utilizar la ciudad de manera similar al campo o que, al menos, en determinadas circunstancias los docentes pueden servirse de sus elementos constitutivos (plaza, calles, edificios, etc.) para enseñar no pocos conceptos geológicos. Sería interesante ampliar la investigación en esta línea, puesto que cada entorno urbano presenta sus peculiaridades, que deberán ser adaptadas a la enseñanza que el docente programe. En este sentido, intuimos que donde realmente habría que empezar haciendo hincapié es en la Educación Primaria, antes que la Secundaria, para ir sentando las bases experimentales docentes en esta línea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Actas del Primer Simposio Nacional sobre Enseñanza de la Geología (1981). Editor: Francisco Anguita Virella. Editorial de la Universidad Complutense de Madrid.

Aguilar Tamayo, M.F. (2006). El mapa conceptual: una herramienta para aprender y enseñar. *Plasticidad y Restauración Neurológica*, 5(1).

Alonso Marcos, B. (2010). *Historia de la Educación Ambiental. La Educación Ambiental en el siglo XX*. Asociación Española de Educación Ambiental.

Andrade Olalla, A. (2007). Aprendizaje Combinado como Propuesta en la Convergencia Europea para la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *eLearning Papers*, 3.

Anguita, F., San Miguel, M. y Sánchez Moro, J.R. (1982). Un itinerario geológico urbano en las inmediaciones del Museo de Ciencias Naturales. *Actas II Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 165-175. Gijón, España.

Anguita (2004). Los futuros de la enseñanza de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12(1), 16-19.

Ávila Vidal, A. (2013). Diseño de un cuestionario para el diagnóstico sociopsicológico de las organizaciones. *Wimblu, Rev. Electrónica de Estudiantes Esc. de Psicología*, 8 (1), 81-103. Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/wimblu/article/view/10846>.

Azevedo Ruchkys, U., Machado, M.M.M. y Cachão, M. (2012). Programa Rocha Amiga, Iniciativas para Crianças do Ensino Fundamental no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 35(1), 261-270.

Bach, J.D., Brusi, D. y Obrador, A. (1986). Pautas para la realización de itinerarios urbanos. *Actas IV Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 57-65. Vitoria, España.

Backhoff, E., Larrazolo, N. y Rosas, M. (2000). Nivel de dificultad y poder de discriminación del examen de habilidades y conocimientos Básicos (EXHCOBA). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2 (1). Consultado el día 31 de mayo de 2015 en: <http://redie.uabc.mx/vol2no1/contenido-backhoff.html>.

- Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las Ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Barstow, D. y Yazijian, H.Z. (2004). Placing urban schools at the Forefront of the revolution in earth science education". *Journal of Geoscience Education*, 52, 416-419.
- Bentley, C. (2009). Geology Field Trips as Performance Evaluations. *Inquiry*, 14(1), 77-93.
- Bidarte, G., Bilbao, S., Del Portillo, J., Murga, B. y Parlange, M. (1994). Bilbao: un itinerario interdisciplinar Geología, Historia, Urbanismo. *Actas VII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 175-182.
- Bosque Maurel, J. (2011). El patrimonio natural e histórico-monumental español. Algunos problemas actuales. *Cuadernos Geográficos*, 48, 9-45.
- Borrachero Cortés, A.B., Costillo Borrego, E. y Bermejo García, M^a L. (2013). El recuerdo de los futuros profesores de Secundaria sobre sus profesores de Biología y Geología en Educación Secundaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona, 9-12 septiembre de 2013.
- Brady, E.R. (1972). *The effectiveness of field trips compared to media in teaching selected environmental concepts*. Tesis Doctoral. Universidad del Estado de Iowa.
- Brazuelo Grund, F. y Gallego Gil, D.J. (2011) *Mobile Learning. Los dispositivos móviles como recurso educativo*. Sevilla. Editorial MAD, S.L.
- Brusi, D., Pallí, L. y Mas, J. (1994). El espacio y el tiempo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Número extra. Actas del VIII Simposio de Enseñanza de la Geología. Córdoba, 44-45.
- Brusi D., Zamorano M., Casellas R. y Bosch J. (2011a). Reflexiones sobre el diseño por competencias en el trabajo de campo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.1, 4-14.
- Brusi, D., Bach, J., Rita Estrada, M., Oms, O., Vicens, E., Obrador, A., Maestro, E. y Biosca, J. (2011b). El GEOCAMP: un Sitio web y una Herramienta de edición para las Actividades de Campo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.1, 57-66.

Calonge, A. y Juan, X. (2009). AEPECT, the Spanish Earth Science Teaching Association: 30 years of Geology teaching in Spain. *Studia Universitatis Babel-Bolyai. Special Issue, MAEGS, 16. Geology for Society: Education and Cultural Heritage. Proceedings of the 16th Meeting of the Association of European Geological Societies*. Cluj, July 9-13, 2009.

Calonge, A. (2013). Estado actual de la enseñanza de la Geología. *Macla*, 17.

Calonge, A., Fermeli, G., Meléndez, G., Carvalho, C.N. y Rodrigues, J. (2013). GEOschools, la Importancia de las Geo-rutas en la Enseñanza de la Geología. En J.Vegas, A.Salazar, E.Díaz-Martínez y C.Marchán (eds.). Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo. Cuadernos del Museo Geominero, 15. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

Calonge, A., Fermeli, G., Meléndez, G. y Martínez, J.A. (2014). Proyecto GEOschools: reflexiones sobre la Geología en la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Geogaceta*, 55, 99-102.

Calvo, P., Pérez, R. y Valcárcel, C. (2008). La utilización de los mapas conceptuales como herramienta de trabajo interdisciplinar. *Memorias de la R.Soc.Esp.Hist.Nat.*, 2^a época, 5, 293-306.

Campo-Arias, A. y Oviedo, H.C. (2008). Propiedades Psicométricas de una Escala: la Consistencia Interna. *Revista Salud Pública*, 10 (5): 831-839.

Cañas, A. J., Ford, K. M., Coffey, J., Reichherzer, T., Carff, R., Shamma, D. y Breedy, M. (2000). Herramientas para construir y compartir modelos de conocimiento basados en mapas conceptuales. *Revista de Informática Educativa*, 13 (2), pp. 145-158.

Capel, H. (1980). *Organicismo, fuego interior y terremotos en la ciencia española del siglo XVIII*. *Geocrítica*, 27-28.

Carcavilla, L., Del Puy Berrio, M^a, Belmonte, A., Durán, J.J. y López-Martínez, J. (2010). La divulgación de la Geología al gran público: principios y técnicas para el diseño de material escrito. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Geol.*, 104, 93-110.

Carcavilla, L., Belmonte, Á., Durán, J.J. y Hilario, A. (2011). Geoturismo: concepto y perspectivas en España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 81-94.

Carceller Garrido, V. (2012). Tres, dos, uno...¡Acción! De geología y artes cinematográficas. Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Huelva, 9-14 de julio de 2012, 279-288.

Carrasquinho, S., Vasconcelos, C. y Costa, N. (2007). Resolución de problemas en la enseñanza de la Geología: contribuciones de un estudio exploratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 67-86.

Carrillo, L. y Gisbert, J. (1990). Reconocimiento de rocas y procesos geológicos en la ciudad. Creación de una litoteca en el aula. *Investigación en la Escuela*, 10, 103-104.

Carrillo, L. y Gisbert, J. (1993). *Pero,...¿hay rocas en la Calle?* Guía de Rocas Ornamentales de Zaragoza. Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza.

Carrillo Vigil, L. y García-Hernán Gómez, O. (2012). Una ventana al pasado geológico a través de a historia humana. Implicaciones didácticas. *Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*. Huelva, 9-14 de julio de 2012.

Caurín Alonso, C., Morales Hernández, A.J. y Solaz Portolés, J.J. (2012). ¿Es posible un cambio de actitudes hacia un modelo de desarrollo sostenible? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 229-245.

Clark, I.F. y James, P.R. (2004). Using concept maps to plan an introductory structural geology course. *Journal of Geoscience Education*, 52(3), 224-230.

Costillo Borrego, E., Borrachero Cortes, A.B. y Cubero Juárez, J. (2012). Importancia otorgada a las salidas al medio natural por los profesores en formación de Biología y Geología: relaciones entre las experiencias vividas como alumnos y sus concepciones como docentes. XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales (Editor: Domínguez Castiñeiras, J.M.). Santiago de Compostela, 5, 6 y 7 de septiembre de 2012. Universidad de Santiago de Compostela y APICE.

Crespo-Blanch, A., Alcalá, L., Carcavilla, L. y Simón, J.L. (2011). Geolodía: origen, presente y futuro. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 95-103.

Cronbach, L.J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(2), 297-334.

De Murga Larena, F. (2011). Itinerario geológico virtual, una experiencia didáctica basada en las webquest, aplicada a la enseñanza de la Geología en el marco de las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente en el Bachillerato. XII Congreso Internacional de Teoría de la Educación. Universidad de Barcelona.

De Pro Bueno, A. (2011). Aprender y enseñar con experiencias...y ahora para desarrollar competencias. *Investigación en la Escuela*, 74, 5-21.

Decreto 103/2014, de 10 de junio, por el que se establece el currículo de Educación Primaria para la Comunidad Autónoma de Extremadura. Diario Oficial de Extremadura, nº 114 (16 de junio de 2014).

Decreto 127/2015, de 26 de mayo, por el que se establece el currículo de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato para la Comunidad Autónoma de Extremadura. Diario Oficial de Extremadura, nº 104 (2 de junio de 2015).

De Puelles Benítez, M. (2008). Las grandes leyes educativas de los últimos doscientos años. *CEE Participación Educativa*, 7, 7-15.

Del Ramo Jiménez, A. y Guillén Mondéjar, F. (2004). La necesidad de integración de la Geología en el patrimonio cultural. Aplicación a la geodiversidad del estrecho de la Encarnación (Caravaca, Murcia). En: Documentos del XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Editores: Pedro Alfaro, José M. Andreu, Juan Carlos Cañaveras y Alfonso Yébenes. Instituto Ciencias de Educación de Univ. Alicante. Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Pp. 86-90. Alicante, 2004.

Díez Herrero, A., Martín Duque, J.F. y Vicente Rodado, F. (2008). Propuesta de Actividad Didáctica de Campo sobre Riesgos Geológicos en la Zona Centro de la Península Ibérica. En: A.Calonge, L.Rebollo, M.D.López-Carrillo, A.Rodrigo e I.Rábano (eds.). Actas del XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Cuadernos del Museo Geominero, nº 11. IGME. Madrid. Pp. 109-118.

Díez Herrero, A. y Vegas Salamanca, J. (2011). *De Roca a Roca. Descubre el Patrimonio Geológico de la Ciudad de Segovia*. Ayuntamiento de Segovia.

Dodick, J. y Orion, N. (2003). Cognitive factors affecting student understanding of geologic time. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (4), 415-442.

Drenchko, E. K. (1966). The comparative effectiveness of two methods of teaching grade school science. Tesis Doctoral. Universidad Estatal de Brunswick (New Jersey).

Earth Science Literacy Principles (<http://www.earthscienceliteracy.org>). Recuperado el 31 de mayo de 2015 de http://www.earthsciweek.org/sites/default/files/SEED/ESLP_Spanish.pdf (versión de Martínez-Frías, 2009).

Echarri, F. y Puig i Bager, J. (2008). Educación ambiental y aprendizaje significativo. *Seguridad y Medio Ambiente*, 112, 28-47.

Elkins, J.T. y Elkins, N.M.L. (2007). Teaching Geology in the Field: Significant Geoscience Concept Gains in Entirely Field-Based Introductory Geology Courses. *Journal of Geoscience Education*, 55(2), March.

Escolano, A. (2006). *Historia ilustrada de la escuela en España. Dos siglos de perspectiva histórica*. Madrid. Ed. Fundación Germán Sánchez Ruipérez.

Estepa, J., Wamba, A. M. y Jiménez, R. (2005). Fundamentos para una enseñanza y difusión del patrimonio desde una perspectiva integradora de las Ciencias Sociales y Experimentales. *Investigación en la Escuela*, 56, 19-26.

EURYDICE (2012). *La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación*. Subdirección General de Documentación y Publicaciones.

Falk, I.H., Martin, W. W. y Balling, J. D. (1978). The novel field trip phenomenon: Adjustment to novel settings interferes with task learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 11, 127-134.

Falk, J.H. (1983). Field trips: A look at environmental effect of learning. *Journal of Biological Education*, 12, 137-142.

Fonfría Díaz, J., Jiménez Artacho, C., García Barrutia, M^a S. y Fernández Pérez, J. (2005). Carlos Vidal Box y la enseñanza ambiental de las ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias. Número extra*. (VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Educación científica para la ciudadanía). Edición en CD-ROM.

Fort, R., Pérez Montserrat, E.M., Varas, M.J. y Álvarez de Buergo, M. (2007). Ruta geomonomental: la piedra tradicional utilizada en la construcción del patrimonio

arquitectónico de Madrid. IV Congreso Comunicación Social de la Ciencia. Cultura Científica y Cultura Democrática. CSIC. Madrid, 21, 22 y 23 de noviembre de 2007.

Freeman, C.B., Semken, S., Lawson, A., Oehrtman, M., Jensen, J. y Schaufele, C. (2007). How old is the Earth? An exploration of geologic time through place-based inquiry. Proceedings of the NARST 2007 Annual Meeting (New Orleans, LA, United States).

Fuertes Gutiérrez, I., Pérez Arlucea, M., González Villanueva, R., Arias Ferrero, F., Hernández Paredes, R., De Miguel Ximénez de Embún, C.J., Escorihuela Martínez, J., Cuevas González, J. y García Aguilar, J.M. (2014). El valor didáctico del patrimonio geológico y el valor patrimonial de los recursos didácticos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22(1), 69-80.

Gaona Pérez, A. y Cumbreira Santana, F. (1993). Las rocas ornamentales. Aplicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1(1), 19-25.

García Camarero, E. (2008). La ciencia y la enseñanza de las ciencias en España: un ejercicio de memoria histórica. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 125–140.

García Cruz, C.M. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 323-330.

García de la Torre, E., Sequeiros, L. y Pedrinaci, E. (1993). Fundamentos para el aprendizaje de la Geología de campo en Educación Secundaria: una propuesta para la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1(1). 11-18.

García Rodríguez, M. y Sampedro Rodríguez, A. (2010). La enseñanza de la educación ambiental mediante itinerarios didácticos. Universidad 2010. 7º Congreso Internacional de Educación Superior. VII Taller Internacional “Universidad, Medio Ambiente, Energía y Desarrollo Sostenible”.

García-Frank, A., Pérez Barroso, R., Espín Forjan, B., Benito Manjón, P., De Pablo Gutiérrez, L., Gómez-Heras, M., Sarmiento, G.N., Canales Fernández, M^a L., González Acebrón, L., Muñoz García, M^a B., García Hernández, R., Hontecillas, D., Ureta Gil, M^a S. y Del Moral, B. (2014). Divulgación de la Geología: nuevas estrategias educativas para alumnos con necesidades educativas especiales por discapacidad intelectual. En: El CSIC en la Escuela: Investigación sobre la Enseñanza de la Ciencia en el Aula: 63-74.

García Rodríguez, M. y García Rodríguez, M. (2012). Rocas empleadas en edificación de monumentos históricos. Implicaciones estructurales. *M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente (MARE)*, 13, 25-37. Disponible en: <http://revistas.ucm.es/index.php/MARE/article/view/40561/38891>.

Geologías de Extremadura. Recuperado el 31 de mayo de 2015 de <http://geologiaextremadura.blogspot.com.es/>.

Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de Educación*, número extraordinario, 295-311.

Gómez-Heras, M., Martínez Garrido, M^a I., Castiñeiras García, P., Muñoz García, M^a B., Pérez-Soba Aguilar, C., Rossi Nieto, C., Sanz Montero, E. y Varas Muriel, M^a J. (2011). Guías interactivas creadas con Google Earth™ para la preparación y seguimiento del trabajo de campo en Ciencias de la Tierra. *Relada*, 6 (2), 189-196.

González, F. y Moreno, C. (2012). Itinerarios geológicos virtuales: una experiencia docente desarrollada por alumnos. *Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*. Huelva, 9-14 de julio de 2012.

González García, F.M. (1992). Los mapas conceptuales de J.D. Novak como instrumentos para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 148-158.

Granda Vera, A. (1988). Esquemas conceptuales previos de los alumnos en Geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 239-243.

Guereña, J.L. (1998). La enseñanza Secundaria en la historia de la educación en España. *Historia Educativa*, 17, 415-443.

Guirado, C., Garzón, A. y Gisbert, J. (2014). Propuesta didáctica sobre la deriva continental utilizando diferentes recursos TICs. Póster. 26 Encuentro sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva, 8 al 12 de septiembre de 2014. Universidad de Huelva.

Hernández, M.J. (2006). Panorámica actual sobre las prácticas de geología en el ámbito escolar. *Alambique*, 47, 30-37.

Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. México. McGraw-Hill Hispanamericana.

Hernández-Pacheco de la Cuesta, F. (1954). Los materiales pétreos empleados en el adoquinado de Madrid. *Las Ciencias, tomo XIX*, 4, 1037-1067.

Johnson, C.C., Middendorf, J., Rehrey, G., Dalkilic, M.M. and Cassidy, K. (2014). Geological time, biological events and the learning transfer program. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 14, 4, 115-129.

Jolley, A., Jones, F. y Harris, S. (2013). Measuring student knowledge of landscapes and their formation timespans. *Journal of Geoscience Education*, 61, 240-251.

Kean, W.F. y Enochs, L.G. (2001). Urban Field Geology for K-8 Teachers. *Journal of Geoscience Education*, 49(4), 358-363.

King, Ch. (2006). Enseñar Geología a los Profesores de Ciencias: la Experiencia de la Earth Science Education Unit. (ESEU). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14, 2, 142-149.

King, Ch. (2008). Geoscience education: an overview. *Studies in Science Education*, 44 (2), 187-222.

King, Ch.; Kennett, P. y Devon, E. (2013). Earthlearningidea: a worldwide web-based resource of simple but effective teaching activities. *Journal of Geoscience Education*, 61, 37-52.

Lacreu, H.L.; Sosa, G. del R.; Casalí, N.; Martínez, A.N.; Merlo, M.; Díaz Mayo, A.; Gómez, F.; Belpoliti, N. y Martínez, R. (2012). Paseos Geológicos Urbanos. *Fundamentos en Humanidades, vol. XIII*, nº 26, 285-297.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. Boletín Oficial del Estado nº 295 (10 de diciembre de 2013).

Libarkin, J.C. (2006). College student conceptions of geological phenomena and their importance in classroom instruction. *Planet*, 17, 6-9.

Libarkin, J.C. y Anderson, S.W. (2005). Assesment of learning in entry-level Geoscience courses: results from the Geoscience Concept Inventory. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 394-401.

Lisowski, M. (1987). *The effect of field-based learning experiences on students' understanding of selected ecological concepts*. Tesis Doctoral. Universidad Estatal de Ohio.

López Martín, J.A. (2007). Las salidas de campo: mucho más que una excursión. *Educación en el 2000: revista de formación del profesorado*, n. 11, noviembre; p. 100-103.

Marina Mora, E. (2000). Algunas consideraciones sobre muestreo. *Rev. Geog. Venez.*, 41(1), 31-46.

Maroto, R.M., Morcillo, J.G. y Villacorta, J.A. (2008). Prácticas de campo y TIC: una webquest como actividad preparatoria de un itinerario en La Pedriza (Madrid). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16(2), 178-184.

Martín Moreno, S. (1994). *Materiales Pétreos Tradicionales de Construcción en Madrid*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Mayoral, E., Parra, M., Santos, A. y Marques da Silva, C. (2012). Paleontología urbana en Andalucía: una alternativa en tiempos de crisis. *Naturaleza Aragonesa*, 29 (julio-diciembre 2012), 11-15.

Medina, J., Rebelo, D., Morgado, M., Graça Monteiro, Mc., Bonito, J., Martins, L. y Marques, L. (2012). *El tiempo geológico: una contribución para la ciudadanía*. XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Huelva, 9-14 de julio de 2012.

McConnell, D.A., Steer, D.N. y Owens, K.D. (2003). Assessment and Active Learning Strategies for Introductory Geology Courses. *Journal of Geoscience Education*, 51(2), p. 205-216.

Moliner García, O., Moliner Miravent, L. y Sales Ciges, A. (2012). Enseñar y aprender Biología y Geología a través de la tutoría entre iguales. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 189-206.

Montiel Albornoz, K. y Gouveia, E. (2007). Los mapas conceptuales como técnica cognitiva para el aprendizaje significativo de la geografía física. *Omnia*, 13(1), 79-104.

Moore, D. W., Readence, J.E. y Rickelman, R.J. (1982). *Pre-reading activities for content area reading and learning*. Newark, US: International Reading Association.

- Morcillo, J.G., Rodrigo, M., Centeno, J.D. y Compiani, M. (1998). Caracterización de las prácticas de campo: Justificación y primeros resultados de una encuesta al profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(3), 242-250.
- Moreira, M.A. (1980). Mapas conceptuais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, 32(4), 474-479.
- Moreira, M.A. (1997). Mapas conceituais e aprendizagem significativa. *O Ensino*, 23-28, 87-95.
- Novak, J. D. y Cañas, A. J. (2004). Building on Constructivist Ideas and CmapTools to Create a New Model for Education. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.). 1st International Conference on Concept Mapping: Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Novak, J. D. y Cañas, A. J. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition. Disponible en: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>.
- O'Malley, C., Vavoula, G., Glew, J.P., Taylor, J., Sharples, M. y Lefrere, P. (2003). Guidelines for Learning/Teaching/Tutoring in a Mobile Environment. Disponible en: www.mobilelearn.org/results/results.htm.
- OCDE (2006). *PISA 2006. Marco de Evaluación, Conocimientos y Habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid. Santillana/MEC.
- Ojeda Cabrera, A., Díaz Cuéllar F.E., González Landrián, L., Pinedo Melis, P., Hernández Gener, M.E. (2007). Los mapas conceptuales: una poderosa herramienta para el aprendizaje significativo. *ACIMED*, 15(5).
- Orion, N. y Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trips in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1097-1119.
- Ortiz, J.E., De Torres, T., Martín-Sánchez, D. y Arribas, I. (2012). Mejora de la enseñanza de la Geología mediante e-learning. *Relada*, 6(2), 117-125.

- Pedrinaci, E. (1993): La construcción histórica del concepto de Tiempo Geológico. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, nº 3, 315-323.
- Pedrinaci, E. (2012a). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(2), 133-140.
- Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique*, 71, 81-89.
- Pedrinaci, E. (2014). La Geología en la Educación Secundaria: situación actual y perspectivas. *Macla*, 14, 32-37.
- Perales Palacios, F.J. (2012). Presentación del XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales (Editor: Domínguez Castiñeiras, J.M.). Santiago de Compostela, 5, 6 y 7 de septiembre de 2012. Universidad de Santiago de Compostela y APICE. Disponible en: www.apice-dce.com/sites/default/files/XXV%20EDCE.pdf.
- Pérez, A.L., Suero, M.I., Montanero, M. y Fernández, M.M. (2000). *Mapas de Experto Tridimensionales*. Extremadura, España: Consejería de Educación, Ciencia y Cultura de la Junta de Extremadura.
- Pérez García, C. y Alagarda Carratalá, M. (2011). La educación como medida de protección del patrimonio cultural. *Patrimonio y Educación*, 5, 151-166.
- Pérez Tapia, J.H., Acuña Aguilar, N. y Arratia Cuela, E.R. (2008). Nivel de Dificultad y Poder de Discriminación del Tercer y Quinto Examen Parcial de la Cátedra de Cito-Histología 2007 de la Carrera de Medicina de la UMSA. *Revista Cuadernos*, vol. 53, nº 216-22.
- Pizarro, A., Mora, A., Carrascal, O., Lozano, J. y García, S. (2005). *Cáceres, 50 enclaves de interés ambiental y de interés histórico*. Ayuntamiento de Cáceres.
- Rebelo, D., Marques, L. y Costa, N. (2011). Actividades en ambientes exteriores al aula en la Educación en Ciencias: contribuciones para su operatividad. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 15-25.
- Rebollada, E., Fernández de la Llave, F., Tejado Ramos, J.J., Martín Sánchez, S., Gil Montes, J., Martínez Corrales, L.F. (2015). La difusión de la geología a través del Geolodía por la ciudad monumental de Cáceres. Actas I Congreso sobre Patrimonio

Geológico y Minero de La Serena. Quintana de la Serena y Valle de la Serena, 8 y 9 de mayo de 2015.

Redondo, C. y Mellado, V. (1997). Los mapas conceptuales en la formación inicial de maestros en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 5.3, 211-218.

Rengifo Gallego, J.I., Campesino Fernández, A.J. y Sánchez Martín, J.M. (2015). El turismo en la ciudad de Cáceres (1986-2010): un cuarto de siglo emblemático. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 67, 375-401.

Ribeiro de Assis Silveira, F.P., Moreira, M.A. y Soares Gomes de Sousa, C.M. (2010). *Aprendizaje significativo sobre el tema tierra y universo: el uso de mapas conceptuales como recurso facilitador*. Proc. of Fourth Int. Conference on Concept Mapping J.Sánchez, A.J.Cañas, J.D.Novak, Eds. Viña del Mar, Chile, 2010

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walweg-Herriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Recuperado el 31 de mayo de 2015 de http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.

Rodrigo, M., Morcillo, J.G., Borges, R., Calvo, M^a A., Cordeiro, N., García, F. y Raviolo, A. (1999). Concepciones sobre el trabajo práctico de campo (TPC): una aproximación al pensamiento de los futuros profesores. *Revista Complutense de Educación*, 10 (2), 261-285.

Rodríguez Morato, A. (2010). Retos de futuro de la didáctica del Patrimonio Cultural en la educación formal en España. *Revista Electrónica de Didácticas Específicas*, 3. Trabajo Fin de Máster de Didácticas Específicas.

Rodríguez Pérez, E., Romero Nieto, D. y Fesharaki, O. (2014). Gymkhana geourbana como método didáctico y de motivación de estudiantes de Geología. *Reduca (Geología). Serie Fundamentos de Geología*, 6(1), 1-25.

Romero Lacal J.L. (2011). La educación en España análisis, evolución y propuestas de mejora. *Innovación y Experiencias Educativas*, 42, 1-15.

Rovira, C. y Codina, Ll. (2003). Mapas conceptuales para la representación del conocimiento. Documentación digital. Barcelona: Sección Científica de Ciencias de la

Documentación. Departamento de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Pompeu Fabra. Recuperado el 31 de mayo de 2015 de <http://www.slideshare.net/yomadi74/mapas-conceptuales-para-larepresentacion-del-conocimiento>.

Rudmann, C.L. (1994). A review of the use and implementation of science field trips. *School Science and Mathematics*, 94(3), 138-141.

Savina, M. (2010). Field Labs - Pedagogical Considerations [en línea]. Starting Point Teaching Entry Level Geoscience. Recuperado el 31 de mayo de 2015 de http://serc.carleton.edu/introgeo/field_lab/index.html.

Sellés-Martínez, J. (2013). Informal Educational Strategies in Teaching Geosciences when Formal Courses are Unavailable: the Experience of AulaGEA in Buenos Aires, Argentina. *Journal of Geoscience Education*, 61, 3-11.

Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14.

Sos Baynat, V. (1988). Sobre la enseñanza de la Geología general en el bachillerato de España (1845-1936). *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 5, 1-12. Madrid.

Soubirón, E. y Camarano, S. (2006). Diseño de Pruebas Objetivas. Unidad Académica de Educación Química. Universidad de la República de Uruguay. <http://web.ua.es/es/ice/documentos/recursos/materiales/ev-pruegas-objetivas.pdf>.

Trend, R. (2000). Conceptions of geological time among primary teacher trainees, with reference to their engagement with geoscience, history, and science. *International Journal of Science Education*, 22 (5), pp. 539-555.

Troitiño Vinuesa, M.A. (2003). La protección, recuperación y revitalización funcional de los centros históricos. *Mediterráneo Económico*, 3, 131-160.

Velasco, J.M. y Blanco, F. (2009). *Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza (Biología, Geología, Física y Química)*. Blanco y Velasco (ed.), Salamanca.

Vicente, F., Vallés, C. y López, M^a A. (2012). Aportaciones a la formación científica desde actividades prácticas en el Grado de Maestro de Educación Primaria. En J.M. Domínguez Castañeira (ed.). *Actas de XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias*

Experimentales. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, pp. 1313-1320.

Zabalza, M. (1994). *Diários de aula*. Porto Editora.

Zamalloa, T., Sanz Alonso, J., Maguregui, G., Echevarría, I. y Fernández, M.D. (2013). Perfil académico y actitud sobre la Geología/Geodiversidad en el profesorado de ciencias de la ESO. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona, 9-13 septiembre de 2013. pp. 3758-3763.

Zamalloa, T., Maguregui, G., Fernández, M.D. y Echevarría, I. (2014). Acercar la geodiversidad a través de las salidas de campo en la E.S.O. Una investigación con el profesorado de ciencias de Bizkaia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 443-487.

Whitmeyer, S.J. y Mogk, D.W. (2009). Geoscience field education: a recent resurgence. *Eos*, 90(43), p. 385-386.

Agradecimientos

Quiero agradecer a todos mis profesores del Máster su dedicación, cordialidad y profesionalidad, con especial afecto a mi director y amigo, José María “Chema” Corrales. Todos los docentes han sabido inculcarme rigor, orden y maneras, acrecentando indudablemente mi interés por la didáctica como nadie había hecho, desgraciadamente, hasta ahora. Por ello, mi más sincera consideración y respeto a todo el equipo de profesores que componen el Máster, encabezados por su coordinador, D. Ricardo Luengo González, junto con Dña. M^a Encarnación Masot Martínez, Dña. María Isabel Suero López, D. Vicente Mellado Jiménez, D. Ángel Luis Pérez Rodríguez, D. Luis María Casas García, D. Juan Luis de la Montaña Conchina, D. Javier Cubero Juárez y D. José Luis Torres Carvalho. En todos los casos les ofreceré siempre mi respeto personal y mayor consideración académica.

Mi agradecimiento también a mis queridos compañeros de Máster, en especial a Carolina “Carol” Alcobendas Maestro, con quien compartí no sólo amenas, sino interesantísimas charlas sobre la práctica educativa, y con la que estaré siempre en deuda por sus consejos y apoyo. A todos ellos, compañeros y amigos, les deseo el mayor de los éxitos en sus carreras, animándoles a la innovación continuada y a difundir sus investigaciones siempre que les sea posible, como parte de esa carrera de fondo que es y será siempre la docencia, como lo es la vida misma.

Quiero recordar a nuestro durante meses muy querido y gran compañero, experimentado doctorando, Robson Macedo Novais, a todos los conferenciantes (María Guadalupe Simón Ramos, Agustín Pozo Tamayo, Ana Belén Montoro Medina, Cesário Paulo Lameiras de Almeida, Rocío Jiménez Palacios, Carmen Novo Estébanez y María Jesús Fernández Sánchez) que tan amablemente han querido enseñarnos sus experiencias educativas, dentro y fuera del Máster, y sus investigaciones, habiendo sido para mí un gran ejemplo.

También un cariñoso agradecimiento a mi amigo Miguel Ángel Campos Rodas, Enrique Rus y a José María Juárez, compañeros de devaneos intelectuales.

No por decirlo al final es menos importante mi agradecimiento a toda mi familia, por su paciencia durante mis ausencias prolongadas para asistir a clase y el tiempo que he dedicado, enclaustrado o no, a la elaboración de esta investigación.

ANEXOS

Figura 1: PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA DIDÁCTICA DEL MEDIO FÍSICO Y LOS SERES VIVOS (3º DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO)



PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico 2014-2015

Identificación y características de la asignatura			
Código	FE 501631 BA – FFP 501680 CC	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Didáctica del Medio Físico y los Seres Vivos		
Denominación (inglés)	Earth and life science education		
Titulaciones	Grado de Educación Primaria		
Centro	Facultad de Educación. Facultad de Formación del Profesorado		
Semestre	6º	Carácter	Obligatorio
Módulo	Didáctico Disciplinar		
Materia	Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales		
Profesor/es			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Javier Cubero Juárez	B05	jcubero@unex.es	
Emilio Costillo Borrego	B08	costillo@unex.es	
Rocío Esteban Gallego	Planta Baja	rocioesteban@unex.es	
José María Corrales Vázquez	2.3-E	corrales@unex.es	
Jesús A. Gómez Ochoa de Alda	2.3-H	ochoadealda@unex.es	
Samuel Sánchez Cepeda	2.3-B	samuel@unex.es	
Carmen Conde Nuñez	2.3-A	cconde@unex.es	
Área de conocimiento	Didáctica de las Ciencias Experimentales		
Departamento	Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas		
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Javier Cubero Juárez		
Competencias*			
<p>1. Competencias generales CG.9: Valorar la responsabilidad individual y colectiva en la consecución de un futuro sostenible.</p>			
<p>2. Competencias específicas CE25: Comprender los principios básicos y las leyes fundamentales de las ciencias experimentales (Física, Química, Biología y Geología). CE26: Conocer el currículo escolar de estas ciencias. CE27: Plantear y resolver problemas asociados con las ciencias a la vida cotidiana. CE28: Valorar las ciencias como un hecho cultural. CE29: Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible. CE30: Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos apropiados y promover la adquisición de competencias básicas en los estudiantes (Ciencias Experimentales).</p>			

* Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

3. Competencias transversales

CT1.3: Utilizar las nuevas tecnologías de la información como instrumento de trabajo intelectual y como elemento esencial para informarse, aprender y comunicarse.

Contenidos

Breve descripción del contenido*

Contenidos científico-didácticos que capacitarán al maestro de primaria para desempeñar su labor docente en relación al Conocimiento del Medio Natural (El Medio Físico y los Seres Vivos).

Explicar, relacionar y aplicar los conceptos y procedimientos más relevantes de los fundamentos generales de las Ciencias de la Naturaleza.

- Conceptualizar y analizar críticamente los aspectos relacionados con la Ciencia, Tecnología y Sociedad y su desarrollo en Primaria.
- Conocer las teorías generales de Didáctica de las Ciencias necesarias para contextualizar, adaptar y aplicar la metodología y los contenidos didácticos de las Ciencias de la Naturaleza en el aula de Educación Primaria.
- Redactar informes, valorando el conocimiento científico-didáctico, la corrección en el lenguaje, la capacidad de interrelación y síntesis, así como la participación activa.
- Conocer en profundidad los contenidos de las asignaturas relacionadas con el Conocimiento del Medio Natural de Educación Primaria y la didáctica de las Ciencias Experimentales.

Temario de la asignatura

Tema 1: Medio Físico y su didáctica.

Contenidos del tema 1: La Tierra un planeta dinámico y en evolución. La Tierra posee un pasado. Tectónica de placas. Estructura, composición e historia de la Tierra. Materiales Terrestres: Minerales y rocas. Introducción al diseño de experiencias didáctico-experimentales en Educación Primaria: exposición, análisis y discusión.

Tema 2: Los Seres Vivos, su diversidad y funcionamiento.

Contenidos del tema 2: Bioelementos. Biomoléculas. La diversidad de los seres vivos. Su clasificación, nuevas tendencias y los cinco reinos. Otras formas de organización: los virus. Moneras. La célula: organización procarionta y eucarionta. Tipos nutricionales: Seres autótrofos y heterótrofos. Protistas. La pluricelularidad: Células, tejidos, sistemas, aparatos y órganos. Hongos. Vegetales. Animales. El cuerpo humano y la salud, su estructura y funcionamiento. Introducción al diseño de experiencias didáctico-experimentales en Educación Primaria: exposición, análisis y discusión.

Tema 3: El entorno y su conservación: Ecología y medio ambiente.

Contenidos del tema 3: Ecología, medio ambiente y educación ambiental. Introducción al estudio de los ecosistemas y su dinámica. El flujo de la energía y el ciclo de la materia. Repercusión de la interacción de hombre sobre los ecosistemas. Utilización didáctica del entorno en Educación Primaria. El entorno natural en los distintos paisajes extremeños. Introducción al diseño experiencias didáctico-experimentales en Educación Primaria: exposición, análisis y discusión.

Figura 2.- CONOCIMIENTOS RELACIONADOS CON LAS CIENCIAS DE LA TIERRA INCLUIDOS EN LOS CURRÍCULOS DE PRIMARIA Y SECUNDARIA, SEGÚN LA LOMCE

Conocimientos de Primaria relacionados con la Geología (Decreto 103/2014)

Área troncal “Ciencias de la Naturaleza”	
Primer Curso	Conocimientos
Bloque I: Iniciación a la Actividad Científica.	Exploración y observación de la Naturaleza y de los elementos del entorno, usando los sentidos de apropiadamente, de forma guiada. Utilización de diversos materiales, teniendo en cuenta las normas de seguridad.
Bloque 4: Materia y Energía.	Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades. Utilidad de algunos avances, productos y materiales para el progreso de la sociedad.
Segundo curso	SE REPITE
Tercer curso	SE REPITE
Cuarto curso	SE REPITE

Conocimientos de Secundaria Obligatoria relacionados con la Geología (Decreto 127/2015)

Materia “BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA”	
1º ESO	Contenidos
Bloque 1. Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica.	Fuentes de información del medio natural. Características del entorno. Estrategias propias del trabajo científico.
Bloque 2. La Tierra en el Universo.	La geosfera. Estructura y composición de corteza (continental y oceánica), manto y núcleo. Los minerales: sus propiedades características y utilidades. Las rocas: clasificación, características y utilidades.
2º ESO	
Bloque 5. El relieve terrestre y su evolución.	La meteorización de las rocas. Agentes atmosféricos. Factores que condicionan el relieve terrestre. El modelado del relieve. Los agentes geológicos externos y los procesos de erosión, transporte y sedimentación. Las aguas superficiales y el modelado del relieve: ríos, aguas salvajes. Formas características. Las aguas subterráneas, su circulación y explotación. Acción geológica del mar. El viento y su acción geológica. Acción geológica de los glaciares. Formas de erosión y depósito que originan. Acción geológica de los seres vivos. La especie humana como agente geológico. Manifestaciones de la energía interna de la Tierra.

	Actividad sísmica y volcánica. Distribución de volcanes y terremotos. Los riesgos sísmico y volcánico. Importancia de su predicción y prevención.
3º ESO	
Bloque 1. Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica.	Se repite
Bloque 5. El relieve terrestre y su evolución.	Se repite todos los contenidos (salvo “Manifestaciones de la energía interna de...”) y se añade: La influencia humana en el medio ambiente: impactos ambientales.
4º ESO	
Bloque 2. La Tierra, un planeta en continuo cambio.	La historia de la Tierra. El origen de la Tierra. El tiempo geológico: ideas históricas sobre la edad de la Tierra. Principios y procedimientos que permiten reconstruir su historia. Utilización del actualismo como método de interpretación. Los eones, eras geológicas y periodos geológicos: ubicación de los acontecimientos geológicos y biológicos importantes. La Tectónica de Placas y sus manifestaciones: evolución histórica: de la Deriva Continental a la Tectónica de Placas. Pliegues y fallas.
Bloque 3. Ecología y medio ambiente.	Impactos y valoración de las actividades humanas en los ecosistemas. La actividad humana y el medio ambiente. Los recursos naturales y sus tipos. Consecuencias ambientales del consumo humano de energía.
Materia: “GEOGRAFÍA E HISTORIA”	
1º ESO	
Bloque 1. El medio físico.	La Tierra: componentes básicos y formas del relieve.
Tercer curso	
Bloque 1. El espacio humano.	La ciudad y el proceso de urbanización. Aprovechamiento y futuro de los recursos naturales. Desarrollo sostenible. Impacto medioambiental y aprovechamiento de recursos.
Materia: “CULTURA CIENTÍFICA”	
4º ESO	
Bloque 3. Avances tecnológicos y su impacto ambiental.	El desarrollo tecnológico y su impacto en el medio ambiente. La sobreexplotación de los recursos naturales. El impacto medioambiental.

Conocimientos de Bachillerato relacionados con la Geología (Decreto 127/2015)

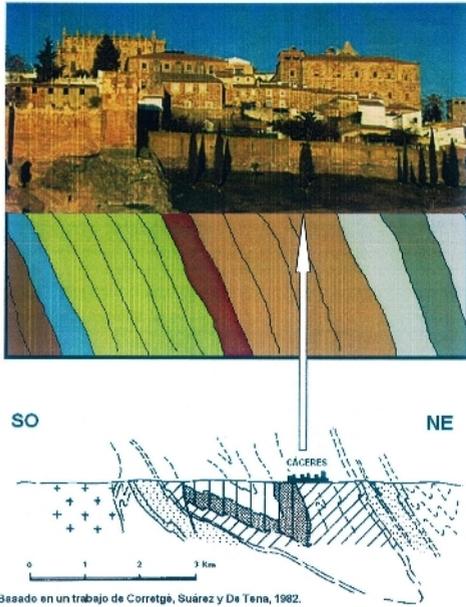
Materia “BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA”	
1º Bachillerato	Contenidos
Bloque 7. Estructura y composición de la Tierra.	<p>Análisis e interpretación de los métodos de estudio de la Tierra.</p> <p>Estructura del interior terrestre: capas que se diferencian en función de su composición y modelo dinámico terrestre.</p> <p>Dinámica litosférica. De la Deriva Continental a la Tectónica de Placas.</p> <p>Aportaciones de las nuevas tecnologías en la investigación de nuestro planeta.</p> <p>Materiales y rocas. Conceptos. Clasificación genética de las rocas.</p>
Bloque 8. Los procesos geológicos y petrogenéticos.	<p>Magmatismo: clasificación de las rocas magmáticas. Rocas magmáticas de interés. El magmatismo en la Tectónica de Placas.</p> <p>Metamorfismo: procesos metamórficos. Físico-química y tipos de metamorfismo. Clasificación de las rocas metamórficas. El metamorfismo en la Tectónica de Placas.</p> <p>Procesos sedimentarios. Las facies sedimentarias: identificación e interpretación. Clasificación y génesis de las principales rocas sedimentarias.</p> <p>La deformación en relación a la Tectónica de Placas. Comportamiento mecánico de las rocas. Tipos de deformación: pliegues y fallas.</p>
Bloque 9. Historia de la Tierra.	<p>Estratigrafía: concepto y objetivos. Principios fundamentales. Definición de estrato.</p> <p>Dataciones relativas y absolutas: estudio de cortes geológicos sencillos. Grandes divisiones geológicas: 1 tabla del tiempo geológico. Principales acontecimientos en la historia geológica de la Tierra. Orogenias.</p> <p>Extinciones masivas y sus causas naturales.</p>
Materia “GEOGRAFÍA”	
2º Bachillerato	
Bloque 2. El relieve español, su diversidad geomorfológica.	<p>El relieve español, su diversidad geomorfológica.</p> <p>La evolución geológica del territorio español conforma las diferentes morfoestructuras.</p> <p>Identificación de las unidades del relieve español peninsular e insular y rasgos de cada una.</p> <p>Litología peninsular e insular y formas de modelado.</p>
Bloque 4. La hidrografía.	Las aguas subterráneas.
Bloque 5. Los paisajes naturales y las interrelaciones naturaleza-sociedad.	<p>Aprovechamiento sostenible del medio físico.</p> <p>Políticas favorecedoras del medio natural.</p>
Materia “GEOLOGÍA”	
2º Bachillerato	
Bloque 1. El planeta Tierra y su estudio.	<p>Perspectiva general de la geología, sus objetos de estudio, métodos de trabajo y su utilidad científica y social.</p> <p>Definición de geología. El trabajo de los geólogos. Especialidades de la geología.</p>

	<p>La metodología científica y la geología. El tiempo geológico y los principios fundamentales de la geología. La Tierra como planeta dinámico y en evolución. La Tectónica de Placas como teoría global de la Tierra. La evolución geológica de la Tierra en el marco del Sistema Solar. Geoplanetología. La geología en la vida cotidiana. Problemas medioambientales y geológicos globales.</p>
Bloque 2. Minerales, los componentes de las rocas.	<p>Materia mineral y concepto de mineral. Relación entre estructura cristalina, composición química y propiedades de los minerales. Clasificación químico-estructural de los minerales. Formación, evolución y transformación de los minerales. Estabilidad e inestabilidad mineral. Procesos geológicos formadores de minerales y rocas: el ciclo geológico o ciclo de las rocas.</p>
Bloque 3. Rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.	<p>Concepto de roca y descripción de sus principales características. Criterios de clasificación. Clasificación de los principales grupos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. El origen de las rocas ígneas. Conceptos y propiedades de los magmas. Evolución y diferenciación magmática. El origen de las rocas sedimentarias. El proceso sedimentario: meteorización, erosión, transporte, depósito y diagénesis. Cuencas y ambientes sedimentarios. El origen de las rocas metamórficas. Tipos de metamorfismo. Facies metamórficas y condiciones físico-químicas de formación. Fluidos hidrotermales y su expresión en superficie. Depósitos hidrotermales y procesos metasomáticos. Magmatismo, sedimentación, metamorfismo e hidrotermalismo en el marco de la Tectónica de Placas.</p>
Bloque 4. Tectónica de Placas: una teoría global.	<p>Cómo es el mapa de las placas tectónicas. Cuándo y cómo se mueven. Por qué se mueven. Deformación de las rocas: frágil y dúctil. Principales estructuras geológicas: pliegues y fallas. Orógenos actuales y antiguos. Relación de la Tectónica de Placas con distintos aspectos geológicos. La Tectónica de Placas y la Historia de la Tierra.</p>
Bloque 5. Procesos geológicos externos.	<p>Las interacciones geológicas en la superficie terrestre. La meteorización y los suelos. Procesos gravitacionales: factores y tipos. Acción geológica de aguas superficiales: El ciclo hidrológico - Corrientes de aguas superficiales: procesos y formas resultantes. - Glaciares: tipos, procesos y formas resultantes. - El mar: olas, mareas y corrientes de deriva. Procesos y formas resultantes. Acción geológica del viento: procesos y formas resultantes. Los desiertos.</p>

	<p>La litología y el relieve (relieve kárstico, granítico). La estructura y el relieve. Relieves estructurales.</p>
Bloque 6. Tiempo geológico y geología histórica.	<p>El tiempo en Geología. El debate sobre la edad de la Tierra. Uniformismo frente a Catastrofismo. El registro estratigráfico. El método del actualismo: aplicación a la reconstrucción paleoambiental. Estructuras sedimentarias y biogénicas. Paleoclimatología. Métodos de datación: geocronología relativa y absoluta. Principio de superposición de los estratos. Fósiles. Bioestratigrafía. Los métodos radiométricos de datación absoluta. Unidades geocronológicas y cronoestratigráficas. La tabla del Tiempo Geológico. Geología Histórica. Evolución geológica y biológica de la Tierra desde el Arcaico a la actualidad, resaltando los principales eventos. Primates y evolución del género Homo. Cambios climáticos naturales. Cambio climático inducido por la actividad humana.</p>
Bloque 7. Riesgos geológicos.	<p>Los riesgos naturales: riesgo, peligrosidad, vulnerabilidad, coste. Clasificación de los riesgos naturales: endógenos, exógenos y extraterrestres. Principales riesgos endógenos: terremotos y volcanes. Principales riesgos exógenos: movimientos de ladera, inundaciones y dinámica litoral. Análisis y gestión de riesgos: cartografías de inventario, susceptibilidad y peligrosidad. Prevención: campañas y medidas de autoprotección.</p>
Bloque 8. Recursos minerales y energéticos.	<p>Recursos renovables y no renovables. Clasificación utilitaria e los recursos minerales y energéticos. Yacimiento mineral. Conceptos de reservas y leyes. Principales tipos de interés económico a nivel mundial. Exploración, evaluación y explotación sostenible de recursos minerales y energéticos. La gestión y protección ambiental en las explotaciones de recursos minerales y energéticos. Las aguas subterráneas: nivel freático, acuíferos y surgencias. La circulación del agua a través de los materiales geológicos. El aguas subterránea como recurso natural: captación y explotación sostenible. Posibles problemas ambientales: salinización de acuíferos, subsidencia y contaminación.</p>
Bloque 9: Geología de España.	<p>Principales dominios geológicos de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. Principales eventos geológicos en la Historia de la Península Ibérica, Baleares y Canarias: origen del atlántico, Cantábrico y Mediterráneo, formación de las principales cordilleras y cuencas.</p>
Bloque 10. Geología de campo.	<p>La metodología científica y el trabajo de campo. Normas de seguridad y autoprotección en el campo. Técnicas de interpretación cartográfica y orientación.</p>

	<p>Lectura de mapas geológicos sencillos.</p> <p>De cada práctica de campo:</p> <ul style="list-style-type: none">- Geología local, del entorno de centro educativo, o del lugar de la práctica, y Geología regional.- Recursos y riesgos geológicos.- Elementos singulares del patrimonio geológico del lugar donde se realiza la práctica.
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 3.- MATERIALES UTILIZADOS EN LOS GEOLODÍAS DE CÁCERES



Sección vertical deducida de la estructura geológica del sinclinal de Cáceres, con detalle del subsuelo bajo el casco antiguo de la ciudad (arriba).

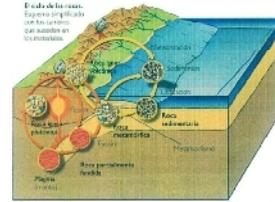
LAS ROCAS DEL CASCO ANTIGUO DE CÁCERES

Descubrir la geología cácerense en un mapa geológico constituiría la manera más correcta de determinar qué rocas existen, en qué y dónde particularidades de límites geológicos. No obstante, por el visitante ocasional resulta más vistoso fijarse en el subsuelo, en mirar al suelo, aunque ello parezca un sinsentido. La razón estriba en que la mayor parte de las edificaciones antiguas están construidas de piedra y esa piedra procede del propio subsuelo de la ciudad o sus inmediaciones. Los constructores de antaño utilizaban las mejores rocas a su disposición para las mejores propuestas.

Es, por ejemplo, el caso de los granitos, rocas ígneas con las que se han construido gran parte de los edificios monumentales de la ciudad antigua. Los granitos que vemos en los edificios del casco urbano medieval constituyen gran parte de la zona occidental de la ciudad, donde aparecen grandes superficies de suelo con este tipo de roca, formada por el enfriamiento de una magma hace unos 300 millones de años, durante la formación de la cadena montañosa hercínica.



Una mirada más detenida durante el paseo por la urbe antigua permite descubrir otras rocas en los muros y los suelos, como areniscos, albasos o talbos, en algunos casos incluso con los fustes que los caracterizan. Pero estas otras rocas son complementarias al granito, que es el elemento constructivo primordial.



Entender que las fuerzas de la naturaleza son poderosas puede parecer más o menos fácil. Pero apreciar el resultado de dichas fuerzas en las rocas, en principio, resulta algo sólo si alcanza de las geológicas. Sin embargo, un paseo por la ciudad de Cáceres nos sirve a entender que muchas rocas han sufrido sus "vivencias" geológicas, consistentes en su movimiento lento y consiguientemente, en su fracturación, desmenuamiento y desgajamiento, así como su metamorfismo, todo ello sin olvidar el gran poder de la meteorización.

Las rocas, así, aparecen ante nuestros ojos de manera diferente a como estaban dispuestas hace millones de años. Descubrir los procesos que dan lugar a esas nuevas disposiciones y estructuras constituye un ejercicio intelectual que resulta muy interesante. Será, desde luego, una forma diferente de ver nuestra ciudad.

Mapa Geológico al alcance de todos en:

- "Paseos por la Sierra de la Mosca", de Mora, Pizarro y García. Ayuntamiento de Cáceres, 1997.
- "La geodiversidad cácerense", de Gil Montes. <http://turismo.blogspot.com.es/>
- "Rutas geológicas", de A. Muñoz. <http://caceresnatura.blogspot.com.es/>
- "Geología en 3-D en Cáceres", de E. Rebolledo. <http://geologiaextremadura.blogspot.com.es/>
- Web de la Asociación Geológica de Extremadura: www.ages.org
- Web de la Sociedad Geológica de España: www.sociedadgeologica.es
- Web de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra: www.aeged.org

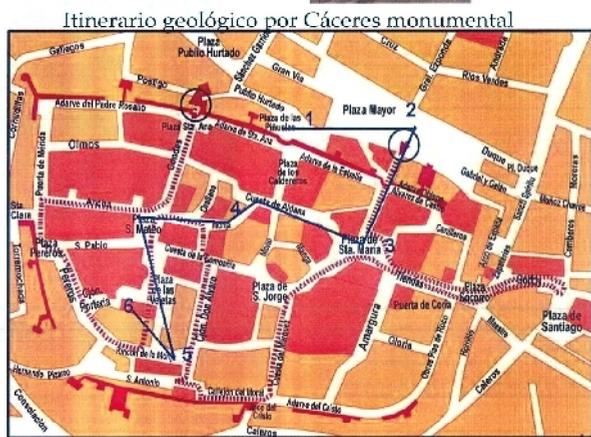


6.1 Paseo de las Viudas: Podemos observar detalles de todo lo que se ha observado a lo largo de la visita geológica por el casco antiguo de Cáceres.
6.2 Recurso acuífero artificial. Los recursos naturales de agua no pueden garantizar el riego de las aguas de lluvia que con el paso de los siglos se han ido filtrando por las grietas y grietas que existen en este y otros edificios.



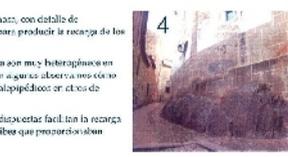
1.1 Torre de las Balleas: Muro de los muros por ser de muros de granito. Fachada sencilla con columnas de ladrillo. Calzas veces con fustes.
1.2 Torre de la Herrería: construida con un núcleo de tapia.
1.3 Las ocasiones en que una muralla se ramifica como sillares pero no se fragmenta por ser de tapia. Este caso se le atribuye a una mala planificación de casas y murallas.

5.1 Ilusión de la Merca: Diferenciación de las plazas paralelas a la acastillada con de fricción y rotación a ellas se encuentran los de estallidión, que forman líneas muy perfectas y limas.
5.2 Ruinas de la Merca: Alboramiento de cuevas. Pisos de falta de conexión de desahorro de todo el movimiento de los dos bloques involucrados.
5.3 Calle Femenis: Alboramiento de plazas cuadradas. Estado de conservación, estructuras irregulares y variadas.
5.4 Calle Femenis: Alboramiento de plazas cuadradas. Estado de conservación, estructuras irregulares y variadas.



2.1 En la Torre de San Mateo y en otras murallas construidas con tapia se ven recintos sillares de argamasa sobre sillares de granito, más resistentes a la erosión y al avance de las murallas.
2.2 Los sillares romanos son fácilmente reconocibles por su forma y tamaño, y cuando se encuentran en un muro se ven claramente diferenciados y colocados a la mano.

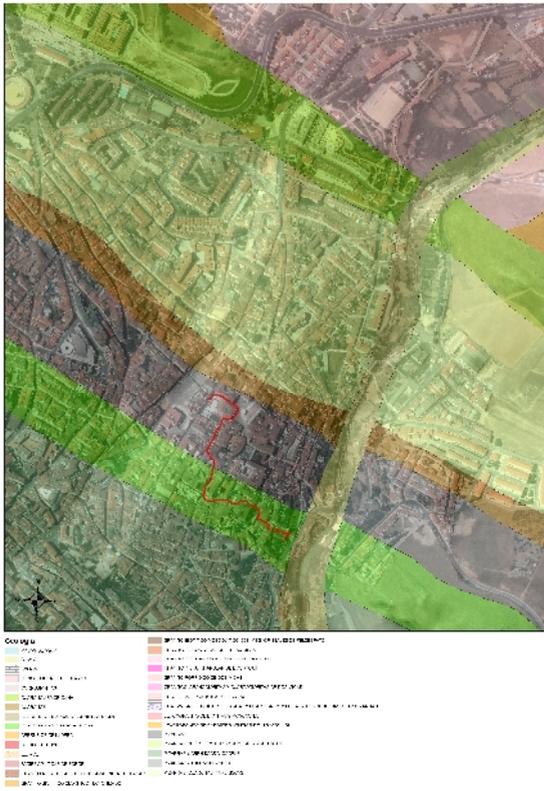
4.1 Calle de la Merca: Alboramiento de pizarra en muro, con detalle de un sillar y, dividido, que tiene importancia para producir la rasca de los sillares al ser de pizarra.
4.2 Sillares alborados. Los sillares de la construcción son muy heterogéneos en ocasiones y presentan alta calidad de sillares. En algunos sillares se ve avanzar la alteración transformando los sillares paralelepípedos en otros de formas esféricas.
4.3 Pizarras que cuando están convenientemente dispuestas facilitan la rasca de los sillares, por las líneas, alborados en albos que producen sillares antiguos que se rascan para todo el año.



3.1 Construcción de la Merca: Fachada sencilla con sillares de granito, por edificio de granito. La fachada sencilla con columnas de ladrillo, alborados y sillares de granito, que se ven claramente diferenciados y colocados a la mano.
3.2 Paseo de San Mateo: Casa de pizarra, con detalle de un sillar de pizarra y sillares de granito.
3.3 Calle de San Mateo: Alboramiento de sillares de granito que se ven claramente diferenciados y colocados a la mano.
3.4 Calle de San Mateo: Alboramiento de sillares de granito que se ven claramente diferenciados y colocados a la mano.



Díptico y mapa elaborados para el Geolodía 2014.



Mapa geológico y ficha de lugares de interés geológico.

LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

Geomorfología

Además de La Montaña, el paisaje que mejor define a Cáceres es la penillanura que rodea la ciudad. Y en esa penillanura se encuentra un barroco concuado intencionadamente, Los Barruecos, donde los granitos son "atacados" por los agentes meteorológicos formando bolas o grandes esferas prietas, a veces en posiciones que parecen obra de gigantes.



Minería

Cáceres aparece en los anales de la minería española y europea, debido a sus importantes yacimientos de fosfatos. El Baile cacereño de Añosa Moret, en honor del político y empresario español, D. Segismundo Moret y Prendergast, mantiene un patrimonio industrial y cultural que es señal de identidad de nuestra ciudad.

Hidrogeología

El suministro del agua procedente del manantial de El Marco ha sido fundamental para la población cacereña hasta hace bien poco. Se trata de un acuífero de aguas carbonatadas procedentes de las abundantes calizas de El Calerizo.



Paleontología

Es común encontrar en pizarras graptolitos y, en menor medida, trilobites, mientras que en las areniscas aparecen huellas de anélidos (skolites). En el Parque del Priñopa y en la Sierra de la Mosca pueden verse algunos de ellos.

Estratigrafía

Las rocas exógenas que encontramos en el subsuelo cacereño proceden de sedimentos que se formaron inicialmente en antiguas cuencas o mares, iguales a las que vemos en las costas actuales. Aplicando el Principio del Actualismo se llega a esa conclusión. Arenas y fango en faos millones de años son hoy areniscas y lutitas, por ejemplo.



Petrología

Otras rocas, como las ígneas y las metamórficas, se forman a altas temperaturas y/o presiones, por tanto, con minerales y texturas diferentes a las de las rocas exógenas.

Tectónica

Las rocas cacereñas, sean del tipo que sean, están deformadas. Gracias a la Teoría de la Tectónica de Placas entendemos mejor cómo pueden llegar a formarse cordilleras y cómo los socientos se convierten en rocas, se deforman y, finalmente, se erosionan, en un ciclo permanente conocido como ciclo de las rocas.



Un poco de historia minera: Aldea Moret

Aldea Moret es una barriada nacida a mediados del siglo XIX tras el descubrimiento de la fosforita en 1804, por Francisco Lorenzo y Diego Buitán González.

Desde el año 1886 el fosfato se exportó a varios países europeos, lo que llevó al propio Segismundo Moret a adquirir los derechos del rico coto minero en el año 1896, gracias a su iniciativa e influencia en Madrid se creó el primitivo Baile de Moret y se construyó en 1890 el ferrocarril que enlaza Cáceres con Lisboa, lugar y punto de embarque de los fosfatos hacia toda Europa.

La mejora de las técnicas extractivas y de proceso permitió la fabricación de los superfosfatos, de mayor concentración y riqueza en fósforo, para ello se instaló una fábrica de ácido sulfúrico, la cual empacaba las pilas provenientes de Huelva.

Al cierre de la fábrica en el año 1963, existían en Aldea Moret una explotación minera de fosfatos (parada desde 1960), dos instalaciones para la elaboración de ácido sulfúrico con dos baterías de hornos en cada una, una planta para la obtención de sulfato de amonio y una estación de fosfatos con cinco móviles de transporte.

En el momento de máxima extracción se encontraban en producción las siguientes minas: Peña de Cáceres, La Esmeralda, San Salvador, María Estuardo, Abancanilla, Labanera, Imposible, Castañeda, Agricultora, San Eugenio, San Salvador, Huelva, Huelva, Productora, Esperanza y Carvejala, totalizando 12 pozos de extracción de mineral y 119 construcciones nuevas.

Un poco de Geología: El Calerizo

En las proximidades de Aldea Moret, al suroeste de Cáceres, se localizan los yacimientos de fosfatos filonarios (filonarios), de origen endógeno, cuyos filones se emplazan en las calizas dolomíticas de El Calerizo, justo en la zona de contacto del basalto granítico de Araya con su encajante.

El subsuelo de la ciudad de Cáceres y sus alrededores más inmediatos está constituido esencialmente por tres tipos litológicos diferentes: calizas, pizarras y cuarcitas, formando una estructura simétrica, distribuida sobre las estirpes tectónicas de el orógeno y pizarras metamórficas pertenecientes al gran cinturón orogénico de la Zona Central-Iberica del Macizo Ibérico.

Las rocas más antiguas corresponden a una maciota serie metamórfica que como componente del llamado complejo esquistos-granulítico (C.E.G.) se ha venido estableciendo en el Precámbrico Superior (Serie Anarcambriaca). Discontinua sobre la serie anterior se encuentra la llamada "Serie Postorogénica", indicada por la presencia discontinua de conglomerados, sobre los que se hay cuarcitas blancas (fines arenarias). Sobre las rocas anteriores se sitúan formaciones de pizarras y areniscas, con abundantes niveles de carbón, propios del resto del Ordovícico y del Silúrico. Sobre ellas otra serie variada cuarcitas-pizarras y de vulcanitas ácidas caracteriza la presencia del Devónico y finalmente aparece el Carbonífero Inferior representado por las niveles carboníferas de "El Calerizo", con calizas y dolomías en las que se observa fauna de corales, algas y corales. Se superpone, por último una formación pizarrosa que cubren la serie, no existiendo representación litológica de ningún otro período, excepto los niveles cuarcíticos de arenitas y calizas desmenuzados sobre el conjunto carbonífero-devónico.

GEOLOGÍA CÁCERES 2015

LAS MINAS DE FOSFATO DE ALDEA MORET

10 de mayo de 2015

Excursión gratuita

Horario: 10:00 (Edificio El Embarcadero) 14:00



- Itinerario:**
1. Embarcadero
 2. Poblado minero
 3. Iglesia S. Fco. de Asís
 4. Mina San Salvador
 5. Mina Esmeralda
 6. Malacate
 7. Centro de Interpretación de la Minería



Diseño y textos: Eduardo Robollada Casado, Luis Francisco Martínez Corrales, Juan Gil Montes, Juan José Tejedo Ramos, Santos Martín Sánchez y Francisco Fernández de la Llave.

Díptico del Geología 2015 (mapa y explicación).

Figura 4: CUESTIONARIO INICIALMENTE ELABORADO



Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Asignatura: Didáctica del Medio Físico y los Seres Vivos

Universidad de Extremadura

**MASTER OFICIAL EN INVESTIGACIÓN DE LA ENSEÑANZA Y EL
APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES, SOCIALES Y
MATEMÁTICAS**

**Trabajo Fin de Master “Enseñanza y aprendizaje de las ciencias
geológicas a partir de los recursos educativos que ofrece el patrimonio de
las ciudades: el caso de Cáceres”.**

**CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN PARA DIDÁCTICA DE LAS
CIENCIAS GEOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE CÁCERES.**

INSTRUCCIONES PARA CUMPLIMENTAR EL CUESTIONARIO

- El cuestionario es anónimo y se encuadra en una investigación Fin de Master sobre las posibilidades que ofrece la ciudad de Cáceres para la didáctica de la geología.
- La cumplimentación de este cuestionario le llevará menos de 10 minutos.
- El cuestionario está compuesto por preguntas de respuesta alternativa, donde sólo una es la correcta.
- Este cuestionario no es un examen ni prueba de conocimientos específicos, sino una herramienta de investigación educativa.
- Es recomendable responder todas las cuestiones, para que de este modo el cuestionario pueda ser considerado válido para el tratamiento estadístico.

¡GRACIAS POR TU COLABORACIÓN!

¿Qué itinerario de estudios has seguido? Subraya una de las tres opciones (Artístico; Humanidades y Ciencias Sociales; Ciencias y Tecnología).

1.- Del siguiente listado señala el mineral:

- a) Feldespato
- b) Granito
- c) Mina

2.- Del siguiente listado señala la roca:

- a) Feldespato
- b) Granito
- c) Mina

3.- ¿Cuál de las siguientes ideas se aproxima más al concepto de metamorfismo?

- a) Las rocas sufren transformaciones debido a cambios de temperatura y presión.
- b) Las rocas y los minerales se calientan hasta derretirse.
- c) Las rocas se fracturan al ser comprimidas.

4.- Señala el fósil

- a) Cuarzo
- b) Trilobite
- c) Arenisca

5.- ¿Qué tiene más densidad?

- a) El yeso
- b) El mercurio
- c) La biotita

6.- Señala la frase correcta:

- a) Extremadura existía en la era Paleozoica.
- b) La mayor parte del carbón mundial es del periodo Carbonífero.
- c) El hombre apareció en la Tierra en el Mesozoico.

7.- Debajo de cada casa...

- a) Sólo hay cimientos.
- b) Hay tierra de cultivo.
- c) Hay rocas y/o suelo.

8.- Indica qué metal se obtiene de la galena:

- a) Hierro.
- b) Plomo.
- c) Arena.

9.- ¿Qué roca se utiliza habitualmente como sillar en los monumentos?

- a) Pizarra
- b) Mármol
- c) Granito

10.- ¿Con qué instrumento pueden observarse las rocas con detalle?

- a) Martillo
- b) Lupa
- c) Bolígrafo

11.- ¿Cuál es aproximadamente la edad de la Tierra?

- a) 5 millones de años
- b) 1500 millones de años
- c) 4500 millones de años

12.- Un pliegue es:

- a) Una falla.
- b) Una roca plegada.
- c) Un mapa geológico.

13.- La karstificación consiste en

- a) Un proceso ígneo.
- b) Un proceso de meteorización.
- c) Un proceso de fosilización.

14.- Los ripples son

- a) Estructuras sedimentarias formadas por corrientes en un medio fluvial o marino.
- b) Un tipo de estalactita.
- c) Un género que habitó la Tierra durante la era Devónica.

15.- La brújula y el clinómetro suelen utilizarse en geología para

- a) Guiarse por las estrellas.
- b) Dibujar en los mapas geológicos.
- c) Medir direcciones y buzamientos de algunos tipos de rocas.

16.- El fosfato se extrae de:

- a) La caliza
- b) La espodumena
- c) El apatito

17.- Señala la respuesta correcta:

- a) Nunca ha habido arrecifes de coral antes de la actualidad.
- b) La caliza está formada principalmente por calcita.
- c) Es imposible que se formen cuevas en las rocas calizas.

18.- Los diamantes de sangre...

- a) Son opacos y de color rojo.
- b) Son transparentes y levemente anaranjados
- c) Son translúcidos.

19.- ¿Quién fue Alfred Wegener?

- a) Un premio nobel de geología.
- b) Quien postuló la hipótesis de la Deriva Continental.
- c) El director de la primera película de dinosaurios de la historia.

20.- En Cáceres...

- a) Es imposible ver minerales, rocas y fósiles.
- b) Hay una mina dentro de la ciudad.
- c) Los restos arqueológicos más antiguos conocidos son de época romana.

Tiempo: 10 minutos máximo.

Figura 5: CUESTIONARIO DEFINITIVO UTILIZADO EN LA EVALUACIÓN

Trabajo Fin de Master “Enseñanza y aprendizaje de las ciencias geológicas a partir de los recursos educativos que ofrece el patrimonio de las ciudades: el caso de Cáceres”



Cuestionario de investigación para la Didáctica de las Ciencias Geológicas en la ciudad de Cáceres
(Master Universitario de Investigación de la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas, Universidad de Extremadura)

INSTRUCCIONES PARA CUMPLIMENTAR EL CUESTIONARIO:

- El cuestionario es anónimo y se encuadra en una investigación sobre las posibilidades que ofrece la ciudad de Cáceres para la didáctica de la geología.
- La cumplimentación de este cuestionario te llevará menos de 10 minutos.
- El cuestionario está compuesto por preguntas de respuesta alternativa, donde sólo debes elegir una.
- Este cuestionario no es un examen ni prueba de conocimientos específicos, sino una herramienta de investigación educativa.
- Es necesario responder todas las cuestiones, para que de este modo el cuestionario pueda ser considerado válido para el tratamiento estadístico.

¡GRACIAS POR TU COLABORACIÓN!

¡Muy importante! Antes de iniciar el cuestionario, responde a las siguientes preguntas:

¿Escogiste como optativa en 4º de la ESO la asignatura *Biología y Geología*?

- SÍ
- NO

¿Qué itinerario de estudios seguiste en Bachillerato? (señala la respuesta que corresponda)

- Artístico
- Humanidades y Ciencias Sociales
- Ciencias y Tecnología

¿Cursaste la asignatura optativa *Geología* durante el Bachillerato?

- SÍ
- NO

¿Cuál es tu fecha de nacimiento? _ _ _ _ _

1.- Del siguiente listado señala cuál es un mineral.

- Feldespato
- Andalcita
- Moscovita
- Todas las respuestas con correctas

2.- Del siguiente listado señala cuál es una roca

- Cuarzo
- Lepidodendron
- Granodiorita
- Biotita

3.- ¿Cuál de las siguientes ideas se aproxima más al concepto de metamorfismo?

- Las rocas sufren transformaciones debido a cambios de temperatura y presión
- Las rocas y los minerales se calientan pero no se derriten
- Las rocas jamás se deforman
- Todas las respuestas son correctas

4.- Del siguiente listado señala cuál es un fósil

- Esquisto
- Grauvaca
- Arenisca
- Graptolito

5.- ¿Cuál crees que es la procedencia de las rocas utilizadas en la construcción de los edificios monumentales antiguos de Cáceres?

- Proceden de los alrededores, labradas por canteros
- Proviene de otras regiones de Europa, labradas por canteros
- La mayoría fueron fabricadas en polos industriales
- Se traen en contenedores desde otros continentes

6.- Señala la frase correcta

- Extremadura existía en la era Paleozoica
- La mayor parte del carbón mundial es del periodo Carbonífero
- El ser humano apareció en la Tierra en el Mesozoico
- Los trilobites fueron muy abundantes en la era Mesozoica

7.- Inmediatamente debajo de cualquier infraestructura constructiva (edificio, puente, carretera, presa, etc.) los cimientos se construyen sobre...

- El agua
- Tierra de cultivo
- Rocas y/o suelo
- Cemento y agua subterránea

8.- Indica qué metal se obtiene de la galena

- Hierro
- Plomo
- Estaño
- Galio

9.- ¿Qué roca se utiliza habitualmente como sillar en los monumentos?

- Pizarra
- Mármol
- Granito
- Todas las respuestas son correctas

10.- ¿Qué elementos pueden intervenir en el deterioro de las rocas con las que se construyen los monumentos?

- El agua de lluvia
- El viento
- Las sales minerales
- Todas las respuestas anteriores son correctas

11.- ¿Cuál es aproximadamente la edad de la Tierra?

- 5 millones de años
- 670 millones de años
- 1670 millones de años
- 4500 millones de años

12.- Un pliegue consiste en

- La fracturación de las rocas por fenómenos tectónicos
- Un proceso fundamental de meteorización química
- Un mapa geológico con su correspondiente memoria
- Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

13.- La karstificación consiste en

- Un proceso metamórfico
- Un fenómeno volcánico
- Un proceso de meteorización
- Un proceso de fosilización

14.- Los ripples son

- Estructuras sedimentarias formadas por corrientes en un medio fluvial o marino
- Un tipo de estalactitas que solamente aparecen en determinadas cavidades
- Un género vegetal que habitó la Tierra durante la era Devónica
- Una tipología de pliegues propios de las areniscas

15.- La brújula y el clinómetro suelen utilizarse en geología para

- Guiarse por las estrellas durante los desplazamientos por el campo
- Dibujar en los mapas geológicos
- Medir direcciones y buzamientos de algunos tipos de rocas
- Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

16.- El fosfato se extrae de

- La caliza recristalizada
- La espodumena
- El apatito
- La forsterita

17.- Señala la respuesta correcta

- Nunca ha habido arrecifes de coral en anteriores periodos geológicos
- La caliza está formada principalmente por sulfuros
- Todas las rocas se moldean antes de su uso en la construcción
- La cal procede de la calcinación de un tipo concreto de rocas

18.- El coltan se utiliza en las baterías de la mayoría de los dispositivos electrónicos. Respecto a su extracción (indica la respuesta correcta)

- Suele causar impactos mínimos sobre el medio ambiente
- Causa desequilibrios sociales y económicos en países en desarrollo
- Es conocida y valorada por los ciudadanos en Occidente
- Sin ella no sería posible el uso de teléfonos móviles

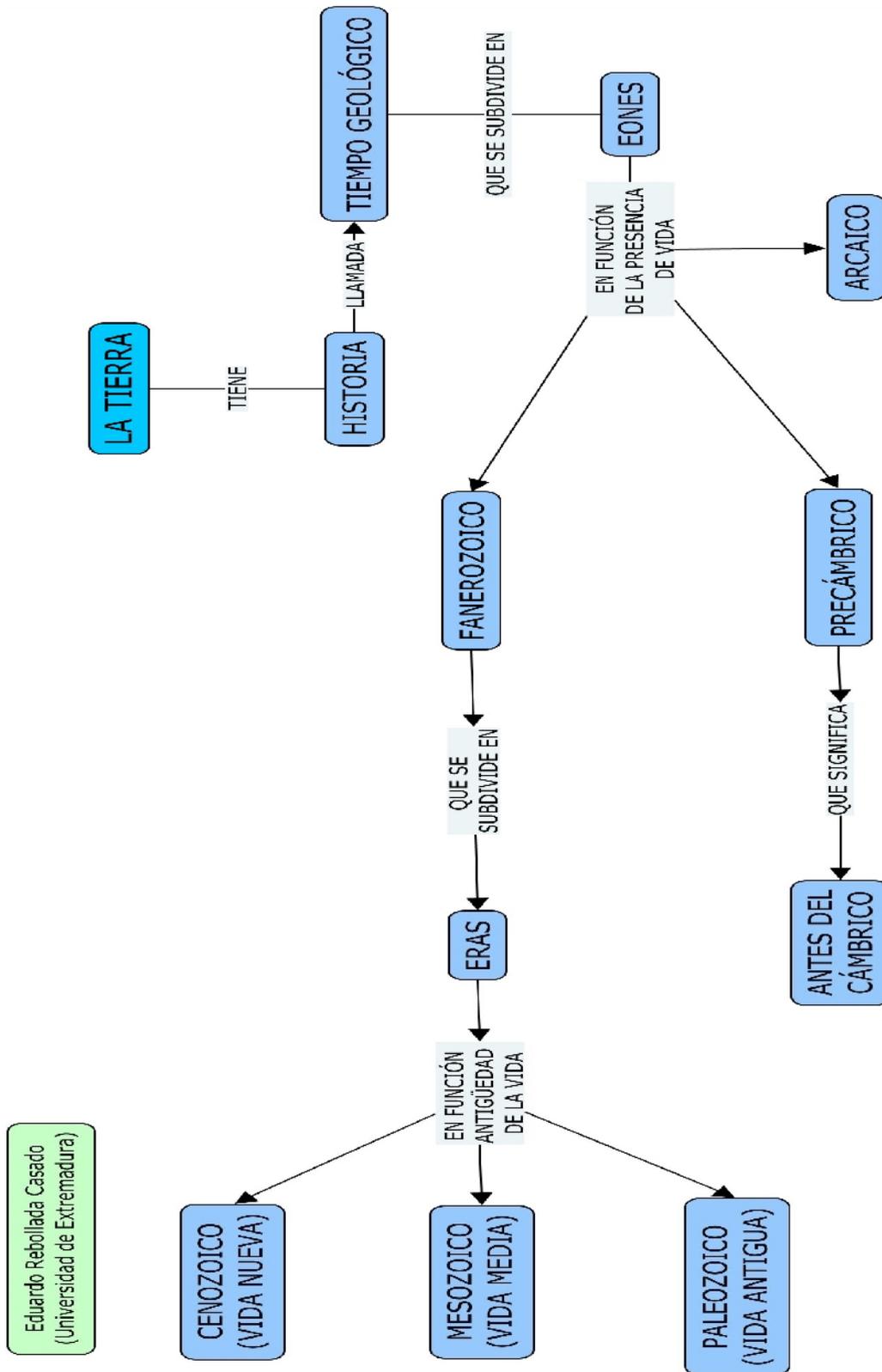
19.- ¿Quién fue Alfred Wegener?

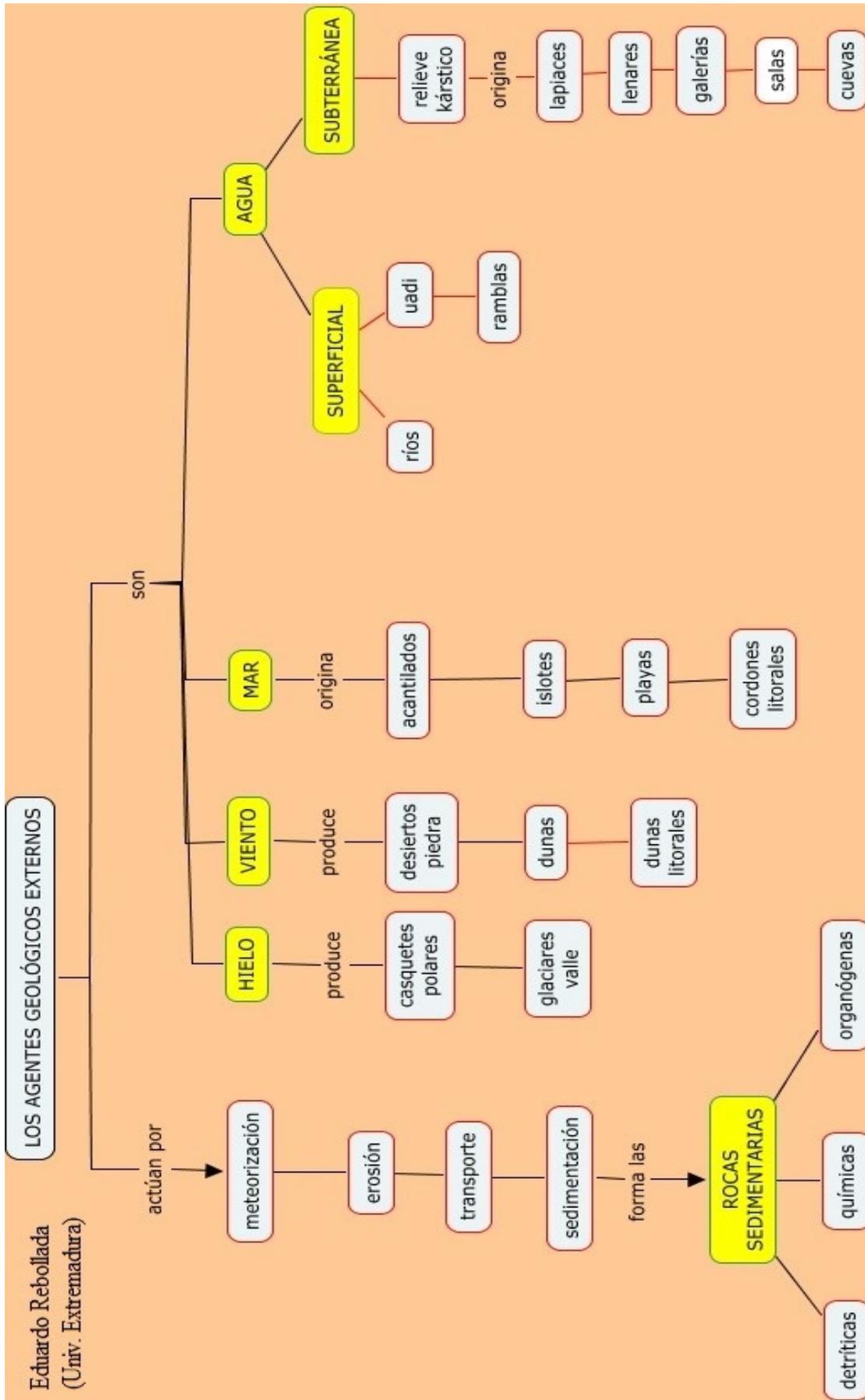
- Un premio nobel de geología
- Quien postuló la hipótesis de la Deriva Continental
- El director de las primeras excavaciones de dinosaurios en USA
- Quien descubrió los mayores yacimientos paleontológicos conocidos de fósiles vegetales

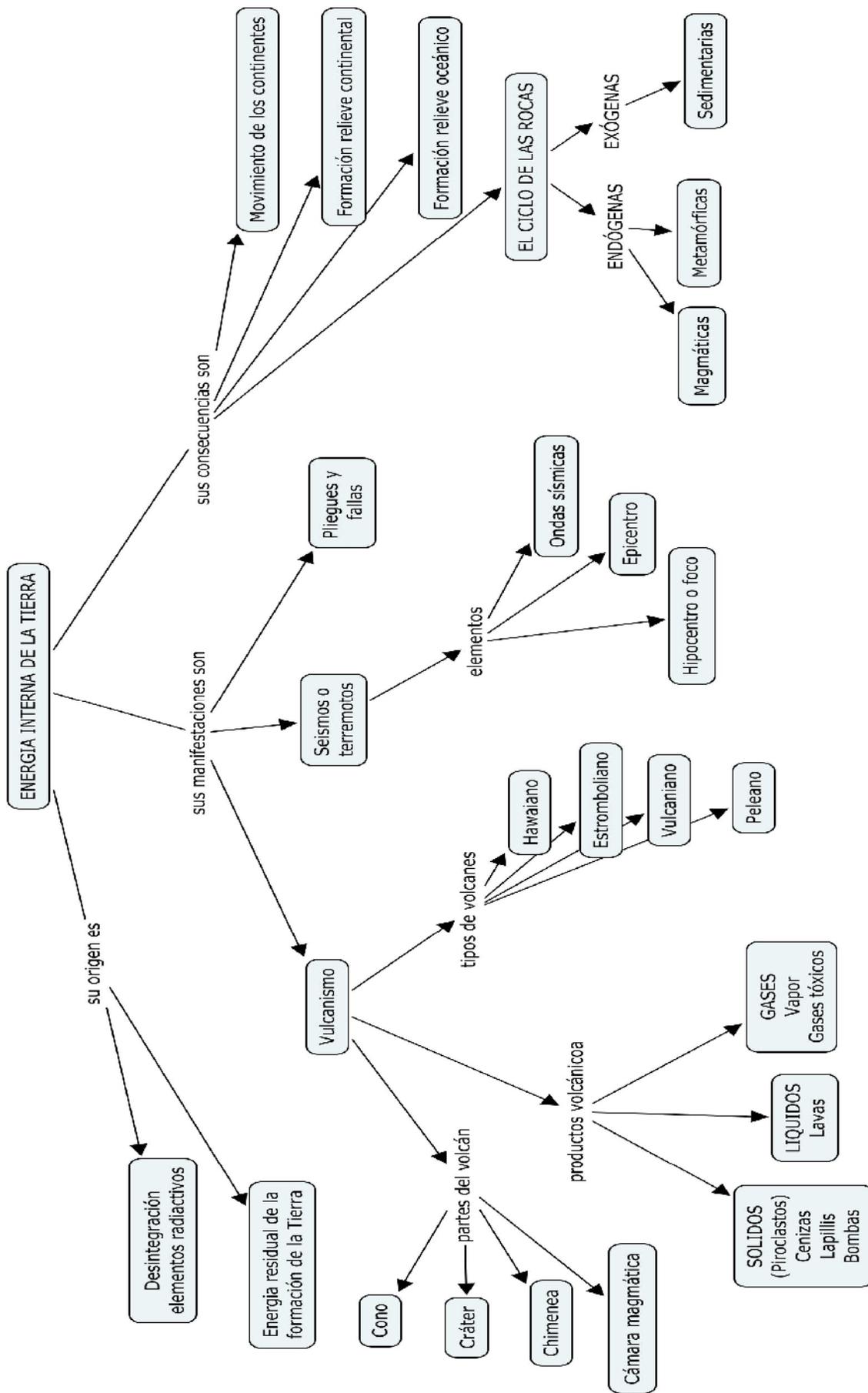
20.- En Cáceres

- Es imposible ver minerales, rocas y fósiles
- Hubo varias minas
- Se ha descubierto recientemente stishovita
- Los restos paleontológicos más antiguos descubiertos hasta la fecha son del Holoceno

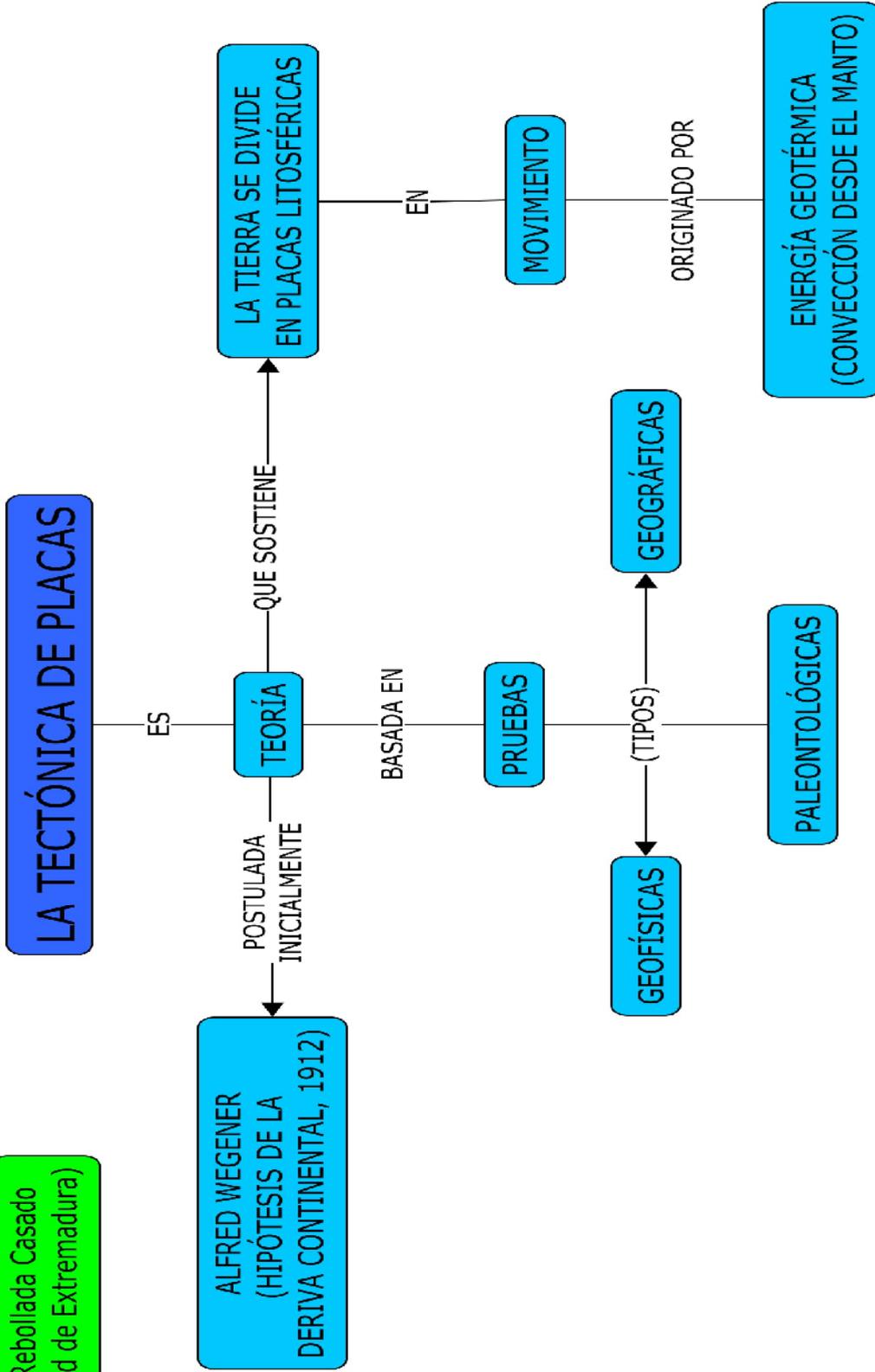
Figura 6: MAPAS CONCEPTUALES ELABORADOS PARA SU UTILIZACIÓN EN LA UNIDAD DIDÁCTICA Y EN LA INTERVENCIÓN EDUCATIVA

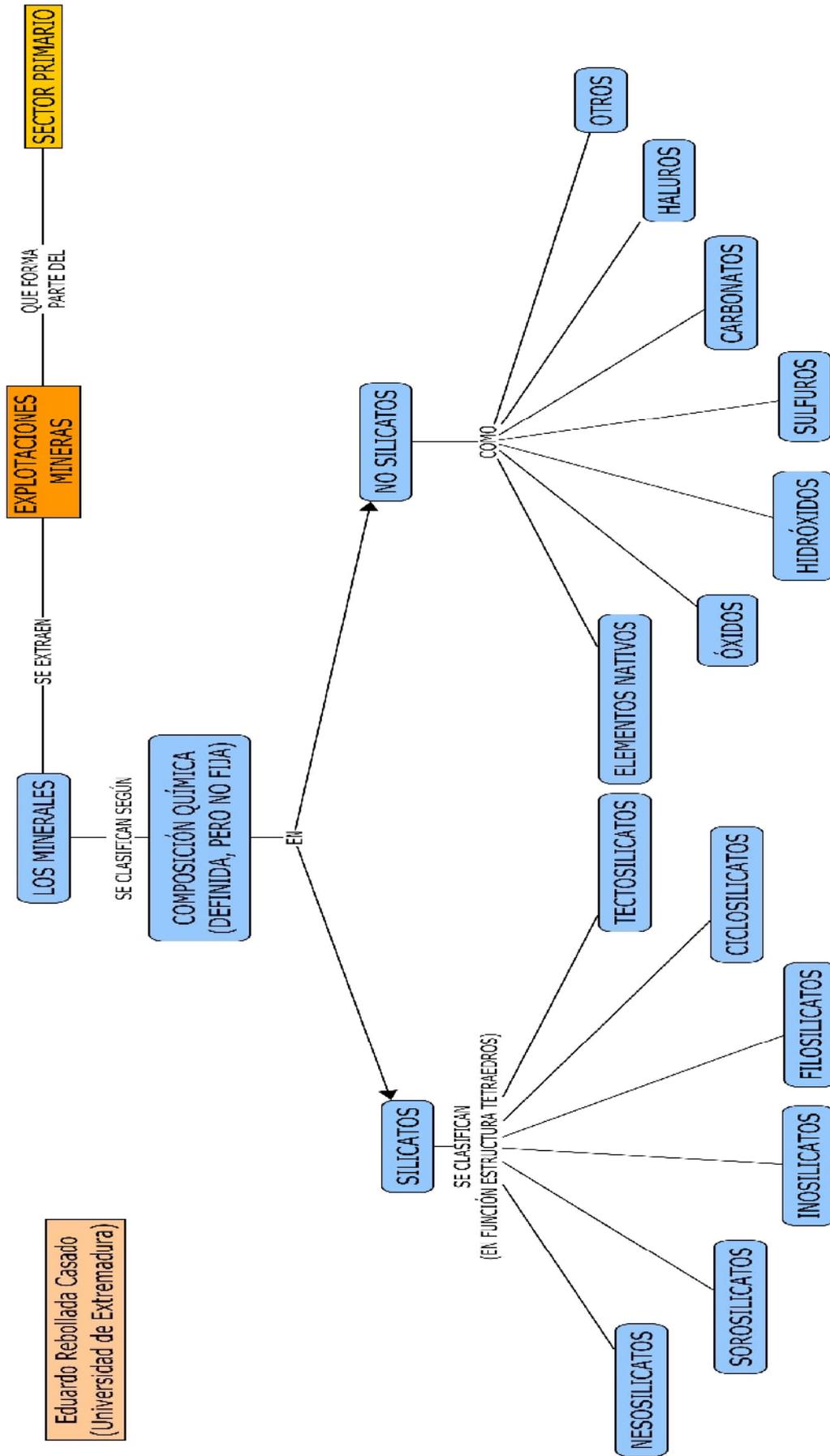




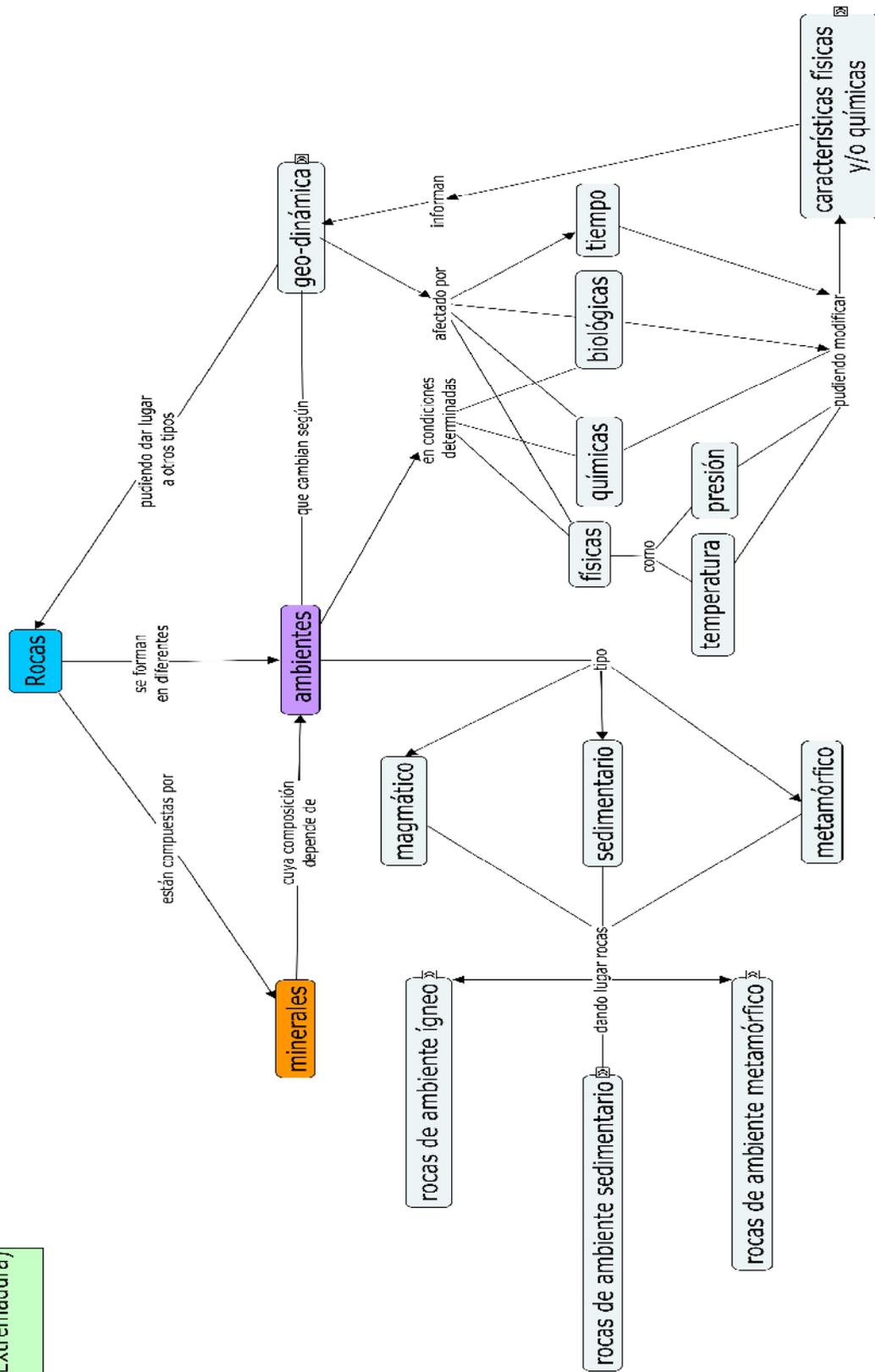


Eduardo Rebollada Casado
(Universidad de Extremadura)





Eduardo Rebolledo Casado
(Universidad de Extremadura)



TABLAS CON RESULTADOS ESTADÍSTICOS (SALIDAS DESDE SPSS)

Tabla 1.- Estadísticos elementos Alfa de Cronbach

Estadísticos de los elementos

	Media	Desviación típica	N
Correcta1	0,2396	0,42907	96
Correcta2	0,5208	0,50219	96
Correcta3	0,6458	0,48077	96
Correcta4	0,6771	0,47005	96
Correcta5	0,6771	0,47005	96
Correcta6	0,7604	0,42907	96
Correcta7	0,5313	0,50164	96
Correcta8	0,6146	0,48925	96
Correcta9	0,7604	0,42907	96
Correcta10	0,7604	0,42907	96
Correcta11	0,5729	0,49725	96
Correcta12	0,3438	0,47745	96
Correcta13	0,3750	0,48666	96
Correcta14	0,4896	0,50252	96
Correcta15	0,5521	0,49989	96
Correcta16	0,2813	0,45197	96
Correcta17	0,4688	0,50164	96
Correcta18	0,4063	0,49371	96
Correcta19	0,6250	0,48666	96
Correcta20	0,4375	0,49868	96

Tabla 2.- Estadísticos Total-Elementos Alfa de Cronbach

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Correcta1	10,5000	6,926	-0,023	0,390
Correcta2	10,2188	8,215	-0,490	0,503
Correcta3	10,0938	6,065	0,322	0,303
Correcta4	10,0625	7,680	-0,324	0,460
Correcta5	10,0625	5,891	0,415	0,279
Correcta6	9,9792	6,884	-0,004	0,386
Correcta7	10,2083	5,346	0,630	0,206
Correcta8	10,1250	6,047	0,320	0,303
Correcta9	9,9792	7,557	-0,290	0,445
Correcta10	9,9792	6,568	0,139	0,354
Correcta11	10,1667	5,909	0,373	0,286
Correcta12	10,3958	6,536	0,120	0,357
Correcta13	10,3646	6,550	0,109	0,360
Correcta14	10,2500	6,442	0,142	0,351
Correcta15	10,1875	5,564	0,527	0,239
Correcta16	10,4583	7,493	-0,258	0,443
Correcta17	10,2708	6,431	0,147	0,350
Correcta18	10,3333	6,625	0,075	0,369
Correcta19	10,1146	6,629	0,077	0,368
Correcta20	10,3021	6,234	0,231	0,327

Tabla 3.- N° de alumnos que contestaron correctamente por pregunta en Test 1 y 2. Agrupados por intervalos

Tabla de contingencia Variable de entrada agrupada Correctos basada en la variable guía Preguntas * Grupo

		Recuento		
		Grupo		Total
		Test 1	Test 2	Test 1
Variable de entrada agrupada Correctos basada en la variable guía Preguntas	Correctos < 9	2	1	3
	9 <= Correctos < 15	3	2	5
	15 <= Correctos < 30	9	7	16
	30 <= Correctos	6	10	16
Total		20	20	40

Tabla de contingencia Total alumnos correctos * Grupo

		Recuento		
		Grupo		Total
		Test 1	Test 2	Total
Total alumnos correctos	6	1	0	1
	7	1	0	1
	8	0	1	1
	9	1	1	2
	12	1	0	1
	13	1	0	1
	14	0	1	1
	15	2	0	2
	16	1	0	1
	17	1	0	1
	18	3	1	4
	19	1	1	2
	20	1	0	1
	22	0	1	1
	24	0	1	1
	28	0	1	1
	29	0	2	2
	30	1	2	3
	31	1	0	1
	36	0	1	1
	37	1	0	1
	41	1	1	2
	42	0	3	3
	43	1	0	1
	45	1	1	2
	46	0	1	1
	47	0	1	1
Total		20	20	40

Tabla 4.- Datos índices Dificultad y Discriminación

Índice de dificultad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0,13	1	5,0	5,0	5,0
	0,15	1	5,0	5,0	10,0
	0,19	1	5,0	5,0	15,0
	0,25	1	5,0	5,0	20,0
	0,27	1	5,0	5,0	25,0
	0,31	2	10,0	10,0	35,0
	0,33	1	5,0	5,0	40,0
	0,35	1	5,0	5,0	45,0
	0,38	3	15,0	15,0	60,0
	0,40	1	5,0	5,0	65,0
	0,42	1	5,0	5,0	70,0
	0,63	1	5,0	5,0	75,0
	0,65	1	5,0	5,0	80,0
	0,77	1	5,0	5,0	85,0
	0,85	1	5,0	5,0	90,0
	0,90	1	5,0	5,0	95,0
	0,94	1	5,0	5,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

Índice de discriminación

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	-0,33	1	5,0	5,0	5,0
	0,08	1	5,0	5,0	10,0
	0,17	1	5,0	5,0	15,0
	0,23	1	5,0	5,0	20,0
	0,25	1	5,0	5,0	25,0
	0,33	3	15,0	15,0	40,0
	0,40	1	5,0	5,0	45,0
	0,43	1	5,0	5,0	50,0
	0,50	1	5,0	5,0	55,0
	0,57	1	5,0	5,0	60,0
	0,60	1	5,0	5,0	65,0
	0,67	2	10,0	10,0	75,0
	0,75	1	5,0	5,0	80,0
	0,78	1	5,0	5,0	85,0
	1,00	3	15,0	15,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

Tabla 5.-: Clasificación de las preguntas según los Índices de Dificultad y Discriminación

Clasificación Índice dificultad

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Altamente fácil	2	10,0	10,0	10,0
Medianamente fácil	2	10,0	10,0	20,0
Dificultad media	2	10,0	10,0	30,0
Medianamente difícil	7	35,0	35,0	65,0
Altamente difícil	7	35,0	35,0	100,0
Total	20	100,0	100,0	

Clasificación Índice discriminación

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Descartar	1	5,0	5,0	5,0
Revisar a fondo	2	10,0	10,0	15,0
Necesidad de revisar	2	10,0	10,0	25,0
Puede mejorar	3	15,0	15,0	40,0
Conservar	12	60,0	60,0	100,0
Total	20	100,0	100,0	

Tabla 6.-: Muestra fecha de nacimiento, itinerario bachillerato, Optativa en ESO y Bachillerato

Fecha de Nacimiento

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1984	1	2,1	2,1	2,1
	1989	1	2,1	2,1	100,0
	1991	2	4,2	4,2	6,3
	1992	4	8,3	8,3	14,6
	1993	10	20,8	20,8	35,4
	1994	30	62,5	62,5	97,9
	Total	48	100,0	100,0	

Itinerario de Estudios

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Bachillerato anterior	1	2,1	2,1	2,1
	Bachillerato Artístico	1	2,1	2,1	4,2
	Bachillerato Ciencias y Tecnología	12	25,0	25,0	29,2
	Bachillerato Humanidades y Ciencias	34	70,8	70,8	100,0
	Total	48	100,0	100,0	

Optativa 4ª ESO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	26	54,2	54,2	54,2
	NO	22	45,8	45,8	100,0
	Total	48	100,0	100,0	

Optativa Bachillerato

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	4	8,3	8,3	8,3
	NO	44	91,7	91,7	100,0
	Total	48	100,0	100,0	

Tabla 7.-: Calificación final Test 1 y Test 2

Calificación Final

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2,50	2	4,2	4,2	4,2
	3,00	3	6,3	6,3	10,4
	3,50	10	20,8	20,8	31,3
	4,00	6	12,5	12,5	43,8
	4,50	7	14,6	14,6	58,3
	5,00	8	16,7	16,7	75,0
	5,50	5	10,4	10,4	85,4
	6,00	5	10,4	10,4	95,8
	6,50	2	4,2	4,2	100,0
	Total	48	100,0	100,0	

Calificación Final

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4,00	1	2,1	2,1	2,1
	4,50	2	4,2	4,2	6,3
	5,00	4	8,3	8,3	14,6
	5,50	5	10,4	10,4	25,0
	6,00	11	22,9	22,9	47,9
	6,50	11	22,9	22,9	70,8
	7,00	6	12,5	12,5	83,3
	7,50	7	14,6	14,6	97,9
	8,00	1	2,1	2,1	100,0
	Total	48	100,0	100,0	

Tabla 8.- Aprobados/Suspensos en test 1 y 2

Tabla de contingencia Aprobado/Suspense * Test 1 ó 2

		Recuento		
		Test 1 ó 2		Total
		1	2	
Aprobado/Suspense	Suspense	28	3	31
	Aprobado	20	45	65
Total		48	48	96

Tabla 9.-: Aprobados/suspensos por optativa en ESO y Bachillerato o itinerario elegido en Test 1.

Datos absolutos y porcentajes

		Suspense	Aprobado	Suspense	% Suspensos	% Aprobados
Optativa 4 ^a ESO	SI	11	14	25	44,00%	56,00%
	NO	16	5	21	76,19%	23,81%
Total		27	19	46		

Recuento

Test 1		Aprobado/Suspense		Total		
		Suspense	Aprobado	Suspense	% Suspensos	% Aprobados
Optativa Bachillerato	SI	2	2	4	50,00%	50,00%
	NO	25	17	42	59,52%	40,48%
Total		27	19	46		

Recuento

Test 1		Aprobado/Suspense		Total		
		Suspense	Aprobado	Suspense	% Suspensos	% Aprobados
Itinerario de Estudios	Bachillerato Ciencias y Tecnología	4	8	12	33,33%	66,67%
	Bachillerato Humanidades y Ciencias	23	11	34		
Total		27	19	46	58,70%	41,30%

Tabla 10.- Resultados sobre preguntas muy difíciles y elección de asignatura como optativa en ESO y Bachillerato e Itinerario

Tabla de contingencia Respuestas correctas muy difíciles * Agrupación * Test 1 ó 2

		Recuento						
Test 1 ó 2		Agrupación					Total	
		No, no, CyT	No, no, HyC	Si, no, CyT	Si, no, HyC	Si, si, Cy T	No, no, CyT	
1	Respuestas correctas muy difíciles	1	1	0	0	2	0	3
		2	0	7	1	5	0	13
		3	0	7	3	1	2	13
		4	1	5	0	5	2	13
		5	0	0	1	2	0	3
		6	0	0	1	0	0	1
Total		2	19	6	15	4	46	
2	Respuestas correctas muy difíciles	0	0	0	0	1	0	1
		1	0	1	1	2	0	4
		2	0	6	1	4	1	12
		3	2	5	2	3	1	13
		4	0	5	1	4	1	11
		5	0	2	1	1	1	5
Total		2	19	6	15	4	46	

Tabla 11.- Pruebas de ajuste para variable Calificación Final y respuestas correctas catalogadas como muy difíciles.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Calificación Final
N		48
Parámetros normales (a,b)	Media	4,4792
	Desviación típica	1,05668
Diferencias más extremas	Absoluta	0,135
	Positiva	0,135
	Negativa	-0,106
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,938
Sig. asintót. (bilateral)		0,342

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Prueba de rachas

	Calificación Final
Valor de prueba (a)	4,50
Casos < Valor de prueba	21
Casos >= Valor de prueba	27
Casos en total	48
Número de rachas	21
Z	-0,927
Sig. asintót. (bilateral)	,354

a Mediana

Prueba de Levene

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	
		F	Sig.
		Inferior	Superior
Calificación Final	Se han asumido varianzas iguales No se han asumido varianzas iguales	1,723	0,192

Tabla 12.- Respuestas correctas muy difíciles

Tabla de contingencia Respuestas correctas muy difíciles * Test 1 ó 2

		Recuento		Total
		Test 1	Test 2	
Respuestas correctas muy difíciles	0	0	1	1
	1	2	4	6
	2	13	11	24
	3	11	10	21
	4	10	10	20
	5	3	4	7
	6	1	0	1
Total		40	40	80