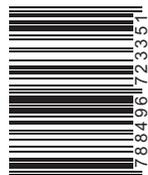


Este libro, como el resto de los que componen el proyecto curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12), ofrece a los docentes en activo y a los estudiantes para maestro un conjunto de materiales de apoyo para el diseño y puesta en práctica de unidades didácticas y actividades de enfoque investigador en la Educación Primaria. Con un estilo directo, e intentando sintetizar las aportaciones propias y ajenas de la investigación y la experimentación didáctica, se abordan todos aquellos aspectos que los profesores debemos considerar, hoy en día, para llevar a cabo una enseñanza renovada sobre la Tierra y el Universo. El proceso didáctico se formula desde una perspectiva integrada del currículum, partiendo de la investigación de interrogantes concretos que los escolares se plantean en su interacción con el medio próximo. Estos procesos de investigación escolar intentan proporcionar referentes concretos para la construcción de los conocimientos más significativos sobre la Tierra y el Universo, indispensables en la alfabetización científica básica del alumnado; así como comportamientos autónomos, críticos y comprometidos con su entorno socionatural.



978-84-96723-35-1



9 788496 723351



Investigando la Tierra y el Universo

PROYECTO CURRICULAR INVESTIGANDO NUESTRO MUNDO (6-12)



PROYECTO CURRICULAR INVESTIGANDO NUESTRO MUNDO (6-12)

María Jesús Hernández Arnedo

Investigando la Tierra y el Universo

PROYECTO CURRICULAR
INVESTIGANDO NUESTRO MUNDO (6-12)

Investigando la Tierra y el Universo

M^a Jesús Hernández Arnedo



DÍADA editora

 materiales
curriculares

Dirección editorial: Paloma Espejo

Colección: Materiales Curriculares

Nº 8: *Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12)*
Investigando la Tierra y el Universo

© **Autora:** María Jesús Hernández Arnedo

© **Directores del Proyecto:** Pedro Cañal de León, Francisco J. Pozuelos Estrada y Gabriel Travé González

© **Díada Editora S. L.**

Urb. Los Pinos, bq. 4, 4ºD
41089 Montequinto. Sevilla
1ª edición: marzo, 2013

ISBN: 978-84-96723-35-1

Depósito legal: SE-295-2013

Diseño y maquetación: Díada Editora

Dibujos portada: Candela Maceira y Paula Montes

Impreso en España

Reservados todos los derechos. De acuerdo a lo dispuesto en el art. 270 del Código Penal, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reproduzcan o plagien, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte sin la preceptiva autorización.

Este libro está dedicado a mis alumnos –“mis chicos”–, con los que he recorrido un largo camino en el que todos hemos aprendido juntos. A todos ellos, porque, además de su esfuerzo, me han regalado tal cantidad de sonrisas y afecto que han conseguido que nunca me canse de mi trabajo.

MARÍA JESÚS HERNÁNDEZ ARNEDO

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
1. EL PROYECTO CURRICULAR INVESTIGANDO NUESTRO MUNDO (6-12)	11
2. ¿POR QUÉ Y PARA QUÉ INVESTIGAR SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO EN PRIMARIA?	15
Los objetivos del estudio de la “Tierra y el Universo”	16
3. ¿QUÉ SE DEBE SABER PARA ENSEÑAR SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO?	21
La Geología como ciencia básica que estudia La Tierra en el Universo	22
Una nueva mirada sobre el planeta	24
El enfoque sistémico	26
Geología y Sociedad: Los problemas ambientales y el patrimonio natural	38
4. ¿QUÉ CONOCIMIENTOS INICIALES SUELEN TENER LOS ALUMNOS DE PRIMARIA SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO?	43
Sobre el sistema Universo y los conceptos astronómicos	45
Concepciones relativas al planeta Tierra en sus aspectos geológicos	57
Concepciones alternativas relativas a otras ciencias con implicación en el Sistema Tierra	81
Las posibles fuentes de las ideas alternativas	91
5. ¿QUÉ CONOCIMIENTO ESCOLAR SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO ES PRIORITARIO Y QUÉ PROBLEMAS INVESTIGAR AL RESPECTO?	101
La construcción progresiva de los conocimientos	102
Problemas generales sobre el planeta Tierra en el Universo	103
Problemas específicos y problemas generales	107
Niveles de progresión en la enseñanza de los conceptos	113
Conocimientos relativos a procedimientos y actitudes	139

6. ¿QUÉ EXPERIENCIAS PONER EN JUEGO EN LA ENSEÑANZA SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO?	143
La Tierra en el Universo	144
La Tierra como ente material	155
Dinámica terrestre	164
Interacciones	179
La Humanidad y el Planeta	183
Historia de la Tierra	191
Las salidas fuera del aula	195
7. EJEMPLOS DE UNIDADES DIDÁCTICAS INVESTIGADORAS SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO	197
Ejemplo de unidad didáctica investigadora para el primer ciclo ¿Qué pasaría si no hubiera Sol?	200
Ejemplo de unidad didáctica investigadora para el segundo ciclo. ¿Para qué sirven las rocas?	213
Ejemplo de unidad didáctica investigadora para el tercer ciclo. ¿Cómo se forman las cuevas?.....	228
Otras propuestas de Unidades Didácticas	242
8. BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS.....	257
Capítulo 2. ¿Por qué y para qué investigar sobre la tierra y el universo en primaria?	257
Capítulo 3. ¿Qué se debe saber para enseñar sobre la Tierra y el Universo?	257
Capítulo 4. ¿Qué conocimientos iniciales suelen tener los alumnos de primaria sobre la tierra y el universo?.....	258
Capítulo 5. ¿Qué conocimiento escolar sobre la Tierra y el Universo es prioritario y qué problemas investigar al respecto?	267
Capítulo 6. ¿Qué experiencias poner en juego en la enseñanza sobre la Tierra y el Universo?	267
Capítulo 7. Ejemplos de unidades didácticas investigadoras sobre la Tierra y el Universo.....	268

INTRODUCCIÓN

Este libro, como el resto de los que componen el Proyecto Curricular *Investigando Nuestro Mundo (6-12)*, ofrece a maestros y maestras en activo y en formación un conjunto de materiales de apoyo para el diseño y puesta en práctica de unidades didácticas y actividades de enfoque investigador en la Educación Primaria. Con un estilo directo, e intentando sintetizar las aportaciones propias y ajenas de la investigación y experimentación didáctica, aborda todos aquellos aspectos que se consideran necesarios para afrontar una enseñanza renovada sobre la Tierra y el Universo, desde una perspectiva integrada del currículum que parta de la investigación de la realidad socionatural del entorno.

Con este propósito, el primer capítulo presenta las características generales de INM (6-12), y el segundo introduce y justifica el ámbito de la Tierra y el Universo como uno de los ocho ámbitos de investigación que nuestro proyecto contempla en el desarrollo del currículum de Primaria. El tercer capítulo ofrece una perspectiva actual e integrada del conocimiento sobre Ciencias de la Tierra, en la que puede sustentarse la actuación profesional del maestro en esta etapa educativa. El cuarto capítulo expone una síntesis de los principales resultados de investigación sobre las concepciones y obstáculos de los escolares respecto a la Tierra y el Universo; un conocimiento que se hace necesario con vistas a hacer efectivo el requisito de partir y desarrollar la enseñanza teniendo en cuenta los conocimientos iniciales de los alumnos y las dificultades que surgen en la progresiva y compleja reconstrucción de tales conocimientos.

Ante la realidad de unos currículos excesivamente compilatorios y, por ello, desmesurados, y sin unas prioridades justificadas y bien definidas, el quinto capítulo de este ámbito hace una selección del conocimiento que sobre la Tierra y el Universo sería deseable en esta etapa, organizándolo en torno a un conjunto de problemas generales que consideramos fundamentales. Habida cuenta del perfil investigador de este proyecto curricular, el capítulo analiza la relación existente entre esos problemas generales y los problemas específicos que se plantea el alumnado, como punto de partida para el desarrollo de posibles investigaciones

que se podrían abordar, de las que se muestran ejemplos en un capítulo posterior. De esta forma, la investigación escolar estaría centrada, en un primer momento, en los aspectos concretos del ámbito que se decida explorar, pasando después, en el desarrollo de las unidades didácticas investigadoras, a poner en marcha procesos de generalización en relación con éste y el resto de los ámbitos de investigación que propone INM (6-12).

El enfoque investigador, integrado y contextual de este proyecto curricular nos lleva a apoyar los procesos de construcción del conocimiento escolar en una permanente aproximación a la realidad socionatural y cultural de los escolares. Un acercamiento que comienza con las preguntas que se suelen plantear los niños a partir de la interacción con su entorno natural y que dará lugar a las unidades didácticas que organizan la dinámica de investigación escolar sobre el ámbito. Esta necesaria cercanía al entorno natural próximo se facilita y adquiere toda su potencialidad mediante los talleres de experiencias. El capítulo sexto ofrece una muestra de experiencias prácticas –en este caso, y dada la amplitud del ámbito de la Tierra y el Universo, en absoluto exhaustiva– presentadas con un enfoque investigador en relación con los problemas generales del ámbito, incluyendo sugerencias para su posible adaptación o modificación según la etapa.

En esta misma línea de aportar diseños concretos, que ejemplifiquen y permitan una mejor comprensión e introducción práctica en este Proyecto, el séptimo capítulo expone la estructura básica de tres unidades didácticas investigadoras. En cada una de ellas se pone énfasis en explicar el sentido de las posibles actividades que se sugieren y la lógica global de la dinámica definida por las secuencias. Se trata de unos diseños-tipo que los equipos de maestros podrían emplear como referente para iniciar su andadura en esta línea, realizando la necesaria adaptación de estas propuestas a las necesidades y características específicas de su contexto. Se intenta, por tanto, ofrecer unos materiales concretos, que puedan facilitar las tareas de diseño de la enseñanza, sin que sean considerados como materiales acabados y listos para aplicar directamente. Además, se incluyen diversas sugerencias sobre el enfoque de otras posibles unidades.

Finalmente, el capítulo octavo, además de la bibliografía, propone fuentes de información que conforman un banco de recursos inicial y útil para el diseño de actividades y de unidades didácticas sobre la Tierra y el Universo, y, en general, sobre otros problemas científicos y tecnológicos actuales.

Sólo nos queda esperar que los profesionales a los que va dirigido este libro, y los estudiantes que se están preparando para serlo, encuentren en él un instrumento que les permita afrontar la enseñanza en este ámbito de una manera fundamentada, investigadora y crítica, lo que deberá redundar en un aprendizaje más relevante, significativo y funcional en la compleja sociedad actual.

1. EL PROYECTO CURRICULAR INVESTIGANDO NUESTRO MUNDO (6-12)

Las dificultades que encuentran los equipos de profesores interesados en diseñar sus propias propuestas de clase son múltiples. El diseño del currículum exige afrontar múltiples situaciones problemáticas y tomar decisiones comprometidas en aspectos relacionados, entre otros, con la búsqueda de finalidades educativas compartidas y negociadas, la delimitación del conocimiento escolar relevante para impartir en clase y la formulación de propuestas didácticas alternativas que rompan la rutina escolar y promuevan el interés por conocer, intervenir y, en la medida que puede la escuela, transformar la realidad.

Los obstáculos del profesorado en su tarea cotidiana de diseñar, desarrollar y evaluar el currículum van más allá de la búsqueda de soluciones puntuales y rutinarias que aporta globalmente cualquier libro de texto más o menos novedoso, que, en la mayor parte de los casos, genera espejismos en el aprendizaje de los alumnos y frustración en los propios enseñantes. Los cambios necesarios son más profundos y exigen promover líneas de actuación en diferentes campos interrelacionados: la formación inicial y permanente del profesorado, los materiales curriculares, el perfil del puesto docente (tiempo, espacio, recursos), etc. Se necesita, si se quiere facilitar la autonomía y responsabilidad curricular del profesorado, proponer medidas y plantear proyectos que permitan a profesores y equipos nuevas formas de organizar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12)¹ pretende apoyar a los profesores en esta tarea docente, aportando un material didáctico amplio y experimentado que pueda servir de ayuda para diseñar, desarrollar y evaluar sus propias propuestas de clase. Esta aportación se centra básicamente en la oferta de propuestas didácticas alternativas e integradoras, dirigidas específicamente al profesorado abierto a las principales líneas de cambio y renovación pedagógica actualmente vigentes. Y, especialmente, al profesorado interesado en la introducción de estrategias de enseñanza por investigación que, pese a ello, encuentra serios obstáculos curriculares para consolidar esta opción metodológica como proyecto de aula, ciclo o centro.

¹ Cañal, P.; Pozuelos, F. J. y Travé, G. (2005). *Descripción general y fundamentos. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

El Proyecto INM (6-12) propone una nueva forma de organizar la enseñanza a partir de una propuesta integrada de trabajo basada en *Ámbitos de Investigación (AI)*, definidos como organizadores curriculares referidos a subsistemas de la realidad socionatural que potencialmente puedan suscitar interrogantes de interés para el alumnado, promover conocimientos significativos, interrelacionados y funcionales, y permitan desarrollar los objetivos prioritarios del área de conocimiento del medio y de áreas instrumentales relacionadas con el desarrollo de la competencia científica en Primaria.

Los AI permiten determinar y organizar el conocimiento escolar y el conocimiento profesional desde nuevos puntos de vista, no disciplinares. Ello supone una nueva aproximación a los procesos de diseño de la enseñanza y de formación del profesorado.

En cuanto a su aportación a los procesos de desarrollo del currículo, los AI facilitan la conexión entre las propuestas generales que suelen realizar los currículos disciplinares de etapa o de área de conocimiento (que generalmente realizan una formulación del qué enseñar en términos de objetivos y contenidos) y los currículos de aula (que vienen a desarrollar por lo común las editoriales, constituidos como secuencias de lecciones o unidades didácticas concretas). El AI no sólo incluye una propuesta de conocimiento escolar deseable, sino que también concreta y delimita un conjunto de posibles objetos de estudio y unidades didácticas que definirán el currículo de aula y que permitirán el avance de los aprendizajes de acuerdo con la orientación proporcionada por la propuesta de conocimiento escolar deseable que incorpora cada ámbito.

Los AI no se ocupan tan sólo del problema del qué enseñar, sino que también afrontan el de cómo enseñar, o el de cómo intervenir en la formación del profesorado, pero no sólo en el plano metodológico general de las estrategias de enseñanza o de formación, sino también en el de la determinación de los posibles objetos de estudio y en el de los procesos concretos de enseñanza o formación que se quieren implementar en la práctica.

INM (6-12) se compone actualmente de:

– Dos materiales de fundamentación para el desarrollo profesional del profesorado:

1. *Descripción General y Fundamentos*²
2. *Una Escuela para la Investigación*³

² Cañal, P.; Pozuelos, F. J. y Travé, G. (2005). *Descripción general y fundamentos. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

³ Jiménez, J.R. (2006) *Un Aula para la Investigación. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

– Ocho ámbitos de investigación:

3. *Investigando las Actividades Económicas*⁴

4. *Investigando las Sociedades Actuales e Históricas*⁵

5. *Investigando los Seres Vivos*⁶

6. *Investigando la Alimentación Humana*⁷

7. *Investigando las Máquinas y Artefactos*⁸

8. *Investigando la Tierra y el Universo*

9. *Investigando los Ecosistemas*

10. *Investigando los Asentamientos Humanos*

La propuesta didáctica que realiza INM (6-12) constituye un entramado de conocimientos imbricado en un proyecto que consideramos atractivo, coherente y riguroso, capaz de realizar una propuesta curricular integrada para la etapa primaria que servirá de base para la contextualización que efectúen los profesores y equipos docentes interesados en diseñar sus propios proyectos de aula, ciclo y colegio.

Este proyecto curricular, que como hemos visto está basado en ámbitos de investigación, pretende ser un instrumento de transformación curricular. Para ello *estructura* los procesos de investigación que se desarrollen a lo largo de una determinada etapa o ciclo educativo superando procesos episódicos; orienta el conocimiento profesional, ya que en cierta forma, los procesos de aprendizaje de los alumnos y de desarrollo profesional de los profesores son paralelos y guardan similitudes; y, por último, facilita los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que permite disponer de estudios multidisciplinares que proporcionan datos precisos sobre, entre otros aspectos, los conocimientos científicos actuales, las concepciones de los alumnos o los problemas a investigar y las posibles unidades didácticas que se pueden abordar en clase.

La utilidad del Proyecto Curricular INM (6-12)) dependerá básicamente de las decisiones que tomen los propios equipos de profesores para determinar su mejor adaptación al contexto en que se implementará, tratando siempre de configurar unos procesos de enseñanza-aprendizaje coherentes con los principios de investigación escolar y de ambientalización del currículo.

⁴ Travé, G. (2006). *Investigando las Actividades Económicas. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

⁵ Estepa, J. (2007). *Investigando las Sociedades Actuales e Históricas. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

⁶ Cañal, P.(2008). *Investigando los Seres Vivos. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

⁷ Pozuelos, F. J.; González, A. y Travé, G. (2008). *Investigando la alimentación humana. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

⁸ Criado, A. y García-Carmona, A. (2011) *Investigando las Máquinas y Artefactos. Proyecto Curricular INM (6-12)* Sevilla, Díada.

2. ¿POR QUÉ Y PARA QUÉ INVESTIGAR SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO EN PRIMARIA?

Vivimos en un planeta único. Un planeta hermoso y azul que, visto desde el espacio, entraña una belleza singular entre los áridos desiertos del resto del Sistema Solar. Es único porque su posición en el espacio, su concreta distancia respecto del Sol, su masa y campo gravitatorio le permiten tener una atmósfera peculiar, y, sobre todo, el milagro de contener agua coexistiendo en superficie en sus tres estados: sólido en los hielos de los glaciares o la Antártida, líquido en nuestros océanos y agua continental, y en forma de vapor en la atmósfera. Ese milagro ha permitido el desarrollo de la vida orgánica que conocemos y, por el momento, somos el único cuerpo de nuestro Sistema Solar que la posee.

Pero, aunque para la mayoría, sólo somos especiales por contener vida, lo somos también en otros aspectos que convierten a nuestro planeta en un lugar magnífico y fascinante. Nuestra Tierra, en constante evolución gracias a la energía interna que posee, genera relieves y cadenas montañosas que no se han descubierto todavía en ningún otro cuerpo planetario conocido; océanos que se abren y se cierran, continentes viajeros, paisajes que cambian a lo largo de la evolución e historia de nuestro planeta. Dejarnos llevar por la magia de un tiempo medido en millones de años, comprender ese misterio que nos hace únicos a pesar de que compartimos la misma historia que el resto de los cuerpos del Sistema Solar, saber cómo y por qué nuestro planeta es el que es, sería razón y motivo suficiente para abordar su estudio ya desde la Enseñanza Primaria.

Pero existen también otras razones no menos importantes. La Tierra es nuestra casa. De hecho, cuando pensamos en la Tierra, incluso cuando particularizamos en la idea “Planeta Tierra”, generalmente nos referimos a nuestro “hábitat”, al lugar donde vivimos, el medio que nos “soporta” –¡nunca mejor dicho!– como especie, el espacio en el que interactuamos con otros seres vivos y con el que nos relacionamos, el lugar de donde extraemos la mayor parte de los recursos que utilizamos, fuente de riqueza y de disfrute... Así que, en realidad, estamos pensando y hablando de medio ambiente, economía, bienestar... e incluso salud. Estamos refiriéndonos, en definitiva, a “nuestro mundo”, cuyo conocimiento e investigación define globalmente el proyecto INM.

Es por ello que en el ámbito “La Tierra y el Universo” se aglutinan y relacionan de un modo natural muchos conocimientos inherentes a otros A.I., aportando un enfoque globalizador que permite abordar los distintos componentes y las diversas relaciones e interacciones que se producen en su conjunto. Es desde esta perspectiva global desde la que nos vamos a ocupar de este ámbito, pero sin olvidar también que la Tierra es un cuerpo rocoso que viaja por el espacio acompañado de otros planetas del Sistema Solar, con los que comparte una historia anterior y una evolución futura.

LOS OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE LA “TIERRA Y EL UNIVERSO”

Básicamente, el desarrollo de este ámbito intenta la comprensión del Sistema Tierra en el Universo, el conocimiento de sus elementos, sus características y organización, sus interacciones y la energía que las controla, los cambios que se producen como consecuencia de las mismas y su evolución en el tiempo. Sin olvidar, por supuesto, el análisis y valoración crítica de algunas de las intervenciones humanas en el medio, la comprensión de la importancia de los problemas y riesgos ambientales que causamos y debemos afrontar, y la generación de actitudes que promuevan la sostenibilidad y la conservación del patrimonio natural. Todo ello a partir de la identificación y planteamiento de interrogantes y problemas relevantes para los intereses de los niños, utilizando diversos procedimientos de obtención y elaboración de la información, formulando hipótesis o explicaciones y explorando diversas soluciones.

Es por ello que a partir de nuestro ámbito, como en el caso de los anteriores, se contribuye al desarrollo global de todos los objetivos que orientan el Proyecto INM (12-16)¹, tanto en capacidades como actitudes, aunque particularmente podemos referirnos a todos los relativos al bloque D, E o G (Ver tabla).

Por otra parte, además de contribuir al desarrollo de estos objetivos generales, la propia complejidad del Sistema Tierra-Universo, con sus cambios a lo largo del tiempo y lo irrepitable de sus procesos, propicia la consecución de ciertas capacidades difíciles de adquirir por otras vías. Podemos poner, como ejemplo, el desarrollo de la visión espacial, en cuya base se encuentran los problemas del aprendizaje de otras muchas disciplinas, o el manejo de distintas escalas espacio-temporales; es decir, la capacidad para abordar un objeto de estudio que puede llevarnos desde

¹ Cañal, P.; Pozuelos, E. J. y Travé, G. (2005). *Descripción general y fundamentos. Proyecto Curricular INM (6-12)*, Díada, Sevilla.

Objetivos generales de INM (6-12)

El proyecto se orienta al desarrollo en los escolares de sus:

A. Capacidades intelectuales

1. Para comprender la realidad natural y social.
2. Para decidir y actuar en forma autónoma, racional y emocionalmente equilibrada.
3. Para investigar y resolver problemas.
4. Para valorar críticamente, con fundamento e independencia de juicio y criterios.

B. Capacidades comunicativas

5. Para comunicarse adecuadamente con otras personas, como fuentes y receptoras de información, tanto en forma verbal como no verbal, llegando a entender lo que dicen, hacen y sienten los demás, y capacitándose para conocer, comunicar y debatir con fundamento ideas y sentimientos, empleando los diversos medios de expresión (oral, escrita, gráfica, gestual, etc.).
6. Para interactuar en forma fructífera con otras fuentes de información: libros, documentos fotocopiados, medios informáticos, recursos audiovisuales, aspectos concretos de la propia realidad a conocer, etc.

C. Capacidades de cooperación

7. Para colaborar con los compañeros en las tareas y contextos escolares.
8. Para cooperar con los demás en los contextos vivenciales cotidianos.
9. Para actuar solidariamente.

D. Conocimientos básicos sobre nuestro mundo, como sistema de sistemas materiales

10. Para comprender la forma en que los distintos sistemas materiales terrestres dependen unos de otros y se relacionan entre sí.
11. Para comprender los problemas y riesgos ambientales que afronta el mundo.
12. Para entender y asumir personalmente los principios en que se ha de fundamentar una interacción de la humanidad con el medio orientada hacia la sostenibilidad y para actuar cotidianamente en consecuencia.

E. Conocimientos conceptuales válidos (es decir, relevantes, significativos, funcionales, integrados, evolutivos y duraderos) sobre cada uno de los sistemas materiales que INM (6-12) propone investigar, lo que implica:

13. Comprender qué elementos forman parte de cada uno de los sistemas materiales terrestres que incluye nuestra propuesta curricular, qué relaciones mantienen éstos entre sí, qué cambios principales experimenta cada uno de estos sistemas en su evolución y cómo están organizados.
14. Aprender significativamente unas primeras formulaciones básicas sobre los principales conceptos generales organizadores de nuestra propuesta, los de: sistema, componente del sistema, interacción, cambio, organización, materia y energía.
15. Lograr un aprendizaje válido de los principales conceptos y modelos relativos a cada ámbito de investigación.

F. Conocimientos procedimentales generales

16. Procedimientos de debate y toma de decisiones: dialogar; expresar ideas, sentimientos y experiencias; argumentar, negociar, moderar y decidir.
17. Procedimientos de interacción sensorial-cognitiva con fuentes de información: atender, observar, registrar información, medir, experimentar, recolectar, interrogar, leer reflexivamente y seleccionar información significativa (en libros, revistas, Internet, planos, videos, aspectos de la realidad, etc.).
18. Procedimientos de elaboración/transformación de información y construcción de conocimientos: ordenar, clasificar, resumir, esquematizar, inferir, explicar, inventar, redactar, dramatizar.
19. Procedimientos de reconocimiento y formulación de problemas.
20. Procedimientos de formulación de hipótesis o explicaciones.
21. Procedimientos de planificación de tareas, actividades y proyectos.
22. Procedimientos de evaluación del desarrollo y resultado de tareas, actividades y proyectos: resumir el desarrollo de procesos, analizar causas y consecuencias, valorar, inventar alternativas.

G. Actitudes generales

23. Valoración positiva del conocimiento y la explicación racional de las cosas y procesos materiales en el ámbito natural y social, apreciando esta opción en su justo valor y diferenciándola de otras formas de conocimiento socialmente organizado, también valiosas para sus fines: tradiciones, creencias, saber artesanal, etc.
24. Protección del medio ante posibles impactos negativos, como punto de partida fundamental para una relación de la humanidad con la naturaleza orientada hacia la sostenibilidad.
25. Negociación democrática, diálogo y tolerancia en la resolución de los conflictos personales y sociales y, en consecuencia, rechazo del autoritarismo, el dogmatismo, la violencia y la guerra como formas de interacción y resolución de conflictos.
26. Reconocimiento genérico de la diversidad de países, culturas y personas como valor positivo.
27. Respeto a los derechos humanos de todas las personas, independientemente de su edad, género, nacionalidad u origen étnico.
28. Reconocimiento del valor de la autonomía intelectual y moral en las personas, la creatividad y la innovación, en la resolución de los problemas personales y sociales.
29. Valoración positiva de estilos de vida saludables, orientados a la prevención y promoción de la salud.

el microcosmos al macrocosmos en lo espacial, y desde el origen del planeta a la actualidad en lo temporal. La velocidad de los procesos geológicos o planetarios, con sus cambios lentos pero inexorables, nos permite relativizar la rapidez y complejidad de otros cambios que afectan a nuestro mundo. En definitiva, nos permite adquirir una visión menos antropocéntrica del mundo.

Asimismo, es un ámbito idóneo para entender que el conocimiento científico nunca es definitivo ni acabado. La Astronomía moderna y la Geología están en continuo avance y, frecuentemente, los medios de comunicación nos asaltan

con nuevas observaciones y datos sobre nuestro planeta, nuestro Sistema Solar u otros lugares del espacio. Podemos así aprovechar la enorme motivación que tiene para los niños lo desconocido, las fronteras del conocimiento que aún nos quedan por traspasar, todo lo que nos queda por descubrir..., para despertar su interés y afán de saber y dotarles de las capacidades básicas para comprender los nuevos avances que, sin duda, se irán produciendo.

Pero, si bien la importancia de este ámbito no se discute, su tratamiento en Primaria no siempre se encuentra suficientemente representado o bien desarrollado. Y, sin embargo, muchos de los conceptos y fenómenos que son objeto de nuestro estudio forman parte de nuestra experiencia cotidiana y, por lo tanto, son fácilmente abordables como problemas de investigación escolar: el día y la noche, los cambios estacionales y atmosféricos, los fenómenos meteorológicos, la utilización de recursos minerales en nuestro entorno inmediato, la formación del paisaje natural que nos rodea, los problemas de contaminación ambiental, etc. ¡Nadie como los niños para dejarse arrastrar por la belleza y el misterio que encierran una simple piedra redondeada o el hallazgo de un fósil! Además, los medios de comunicación acercan y amplifican otros problemas que, por su espectacularidad o sus consecuencias, poseen un interés particular para los escolares de Primaria, como son la sismicidad o el vulcanismo, la exploración del espacio, o los seres vivos de otras épocas geológicas. Esto despierta la curiosidad y las preguntas que, planteadas en clase, abren la vía de las numerosas investigaciones que ponen en relación los distintos ámbitos entre sí:

- ¿Podemos realmente viajar al espacio? ¿Podemos llegar al centro de la Tierra? ¿Puede impactarnos un gran meteorito?
- ¿Por qué son tan valiosos los diamantes y otras piedras preciosas? ¿Pueden ocasionar guerras? ¿Cómo se hace una mina?
- ¿Por qué unos países tienen petróleo y otros no?
- ¿Qué pasa cuando la tierra tiembla? ¿Es lo mismo un terremoto que un tsunami? ¿Podemos prevenir esas catástrofes?
- ¿Por qué los volcanes echan humo? ¿De dónde sale la lava?
- ¿Por qué los hombres primitivos vivían en cavernas? ¿De qué están hechas las casas actuales? ¿Podrían haberse desarrollado las civilizaciones sin los recursos minerales?
- ¿Hay vida en otros planetas? ¿Cómo son los animales que han vivido en el planeta en otras épocas? ¿Por qué se extinguieron? ¿Podemos revivirlos?
- ¿Cómo se forma una cueva? ¿Cuánta profundidad puede tener?
- ¿Podemos usar todo el agua que queramos? ¿Dónde nacen los ríos y cómo se alimentan?

- ¿Quién desgasta las rocas?
- ¿Qué pasa si cambia el clima? ¿Cómo afectaría a los seres vivos y al planeta?
¿Qué son las glaciaciones?
- ¿Cómo se forma un suelo? ¿Qué consecuencias tiene su destrucción?

Estas u otras preguntas similares son sólo una pequeña muestra de las múltiples cuestiones que, en relación con otros ámbitos, pueden surgir y que justifican la existencia e importancia del que aquí vamos a tratar.

Por otra parte, el divorcio entre Ciencia y Sociedad se hace patente en unas áreas más que en otras, siendo, quizás, las Ciencias de la Tierra unas de las más desfavorecidas desde este punto de vista. Son muchos los errores relativos al funcionamiento del planeta que se mantienen y divulgan entre la población, incluso en adultos titulados, lo cual tiene especial importancia cuando de su conocimiento derivan muchas decisiones socio-políticas que afectan al desarrollo de las sociedades o que se encuentran en el germen de importantes conflictos. Es en la escuela donde debemos plantar la semilla del conocimiento y actitudes que conviertan a los niños en futuros ciudadanos responsables.

Pero, además, no hay que olvidar otros aspectos que generan actitudes y valores absolutamente necesarios en nuestra sociedad. Hoy, gran parte del ocio se gestiona en los espacios naturales que encierran un patrimonio cuya necesidad de protección pasa por el imprescindible conocimiento de sus valores. Nos referimos no sólo a la biodiversidad, sino, en particular, al registro geológico, el cual constituye la memoria de la Tierra y cuya destrucción conlleva un proceso irreversible. Aprender a mirar con otros ojos, descubrir que tras la belleza de un paisaje o de una forma rocosa hay una historia que las rocas nos cuentan, un lenguaje que podemos descifrar, es una labor que iniciada en la escuela acaba repercutiendo en el conjunto de la sociedad. La educación es la mejor vía para el uso responsable de los entornos naturales y su conservación futura.

3. ¿QUÉ SE DEBE SABER PARA ENSEÑAR SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO?

Muchos estudios han puesto de manifiesto la escasa formación científica de los maestros de Primaria y, aunque no de un modo biunívoco, se ha considerado que una más adecuada formación en las áreas científicas podría llevar a una mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, determinar qué conocimientos son imprescindibles en cada área y cuál debe ser su nivel de profundización es un problema complejo.

Es completamente impensable esperar que el maestro sea un experto en cada una de las disciplinas que componen el campo de las ciencias experimentales, o que pueda adquirir en su paso por la facultad “todo” el conocimiento efectivo que necesita para desenvolverse en su ejercicio profesional. Pero también es un hecho que la mayoría de los maestros en ejercicio se desinteresan de la ciencia en sus aulas porque se sienten inseguros respecto a sus conocimientos científicos.

Esto, en el caso de las Ciencias de la Tierra, es especialmente alarmante. Dada la escasa presencia de los contenidos relativos a estas materias a lo largo de toda la escolarización, los estudiantes acaban la Secundaria o el Bachiller con una muy deficiente formación en este área y esto es extensible a aquellos que acceden a la Universidad y van a ser futuros maestros o profesores. De hecho, la mayoría de los maestros son muy conscientes de estas carencias, y no pueden decidirse a plantear ninguna alternativa al libro de texto que, por otra parte, puede contener incorrecciones en mayor proporción que en otras disciplinas. Además, la escasa y deficiente formación que poseen hace que en muchos casos se arrastren ideas previas y concepciones alternativas que, frecuentemente, son transmitidas a sus alumnos, como veremos en el siguiente capítulo.

Formular una propuesta fundamentada sobre qué formación necesita un maestro sobre la Tierra y el Universo requiere considerar la enorme complejidad de estos sistemas, la posibilidad de abordar su conocimiento desde cualquiera de las disciplinas científicas clásicas, así como la naturaleza particular de estos sistemas cambiantes en el tiempo y, por tanto, con dimensión histórica. La moderna concepción de la Geología como *“la ciencia que estudia la composición, origen y*

*evolución del sistema Tierra en relación con otros sistemas del Universo*¹ le da la consideración de la ciencia básica desde la que se pueden contemplar los aspectos históricos, evolutivos y sistémicos del ámbito La Tierra y el Universo.

¿Cuál es el origen y evolución de la Tierra como objeto cósmico? ¿Cómo funciona nuestro planeta? ¿Qué cambios profundos ha sufrido a lo largo del tiempo? ¿Cómo nos afecta a los seres vivos la dinámica terrestre? ¿Qué relación mantiene la humanidad con el planeta? Son preguntas básicas que un maestro debe estar en condiciones de comprender y profundizar, que le deben permitir integrar conocimientos más específicos y valorar algunos de los problemas ambientales drásticos con que se enfrenta nuestra sociedad actual; en definitiva, planteamientos que deben servir de eje conductor de una formación que les permita iniciar a los niños en la construcción de modelos interpretativos adecuados sobre el planeta en el que viven.

LA GEOLOGÍA COMO CIENCIA BÁSICA QUE ESTUDIA LA TIERRA EN EL UNIVERSO

Aunque, como ya hemos dicho, ninguna ciencia es ajena al ámbito de estudio de la Tierra y el Universo, consideramos la Geología como la ciencia básica que permite abordar los contenidos relativos a este ámbito en Primaria. Nuestra formación como enseñantes requiere no sólo que conozcamos los principios y fundamentos básicos que rigen esta ciencia, sino que tengamos una visión global de la Geología y de su papel y lugar en el panorama científico actual.

Tradicionalmente, la filosofía de la ciencia ha señalado que la Geología, aunque es una ciencia experimental, se diferencia del resto por dos particularidades importantes: por una parte, su dimensión histórica; y por otra, su dificultad experimental. Quizá para los geólogos sea un planteamiento recurrente, pero, en cualquier caso, estas particularidades se reflejan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia.

Sus dificultades experimentales se derivan de la magnitud y complejidad de su objeto de estudio: la cantidad de variables e interacciones que entran en juego en cada uno de sus subsistemas; la escalas espaciales a las que se producen los procesos geológicos, desde el nivel atómico al planetario; la intensidad, velocidad y duración de los procesos, desde segundos a millones de años; o las discontinuidades propias del registro geológico, son algunas de las razones que dificultan la

¹ Anguita Virella, F (1981). “La Geología en el contexto interdisciplinar”, en *Geología y Medio Ambiente*, CEOTMA, MOPU, Madrid.

experimentación en este ámbito de la ciencia. Esto ha sido, en gran parte, causa de la ausencia casi generalizada de investigaciones escolares sobre el planeta, y de que su estudio se aborde desde un punto de vista excesivamente teórico.

Su dimensión histórica es otra de sus singularidades. Por una parte, estudia propiedades y procesos inmanentes – no históricos– de la Tierra física, pero también –y éstos son precisamente los que la caracterizan– aspectos configuracionales o históricos, ya que los sistemas geológicos son únicos en el espacio e irrepetibles en el tiempo². La geología es, por lo tanto, una ciencia histórica, aunque podamos plantearnos el estudio del planeta como una traslación a los materiales terrestres de los procesos inmanentes de la Física o la Química.

Por ello, podemos abordar el estudio del planeta en dos formas complementarias: una, reduciendo los procesos geológicos a procesos físicos y químicos (metodología reduccionista); y otra, teniendo en cuenta su evolución en el tiempo (metodología historicista), a partir, fundamentalmente, de la aplicación del Actualismo.

De acuerdo con Hooykaas (1975), el Actualismo es el método que parte del análisis de las causas que intervienen en la actualidad para reconstruir el pasado. Desde el punto de vista metodológico, el actualismo es mayoritariamente aceptado y se puede decir que es la mayor contribución de la Geología a las Ciencias Históricas y a la Filosofía. La frase acuñada por Geikie (1882), “el presente es la clave del pasado”, resume la metodología actualista.

Tradicionalmente, ha constituido un método básico en la interpretación y reconstrucción de los procesos históricos, pero, actualmente, es también un poderoso instrumento de predicción, ya que el conocimiento del pasado y el presente tienen especial importancia en la previsión del futuro. La moderna Geología, que se ocupa también de comprender cómo los procesos geológicos y las actividades humanas pueden afectar al planeta en un futuro próximo, necesita conocer los cambios, ritmos y frecuencia con que dichos procesos actúan y actuaron en el pasado.

Por otra parte, ha habido pocos descubrimientos en Geología más importantes que el tiempo profundo, que entiende que el Universo ha existido durante miles de millones de años y que la existencia del hombre se confina a los últimos milisegundos del reloj geológico metafórico. La comprensión de que la Tierra, en el conjunto del Universo, es un sistema que evoluciona desde hace más de 4.500 millones de años, y que sus subsistemas están cambiando continuamente, es un conocimiento poderoso e imprescindible en la alfabetización científica.

² Simpson (1970). “La ciencia histórica” en Albritton, C. ed., *Filosofía de la Geología*. Editorial Continental, México.

UNA NUEVA MIRADA SOBRE EL PLANETA

Todas las ciencias han sufrido una rápida evolución en las últimas décadas, debido, principalmente, a la incorporación de nuevas técnicas de investigación que han abierto numerosos campos de trabajo y nuevas aplicaciones. La Geología no sólo no es ajena a este movimiento, sino que podemos decir que es una de las ciencias que ha alcanzado en las últimas décadas una evolución más espectacular y más amplio desarrollo.

Sin duda, el establecimiento del paradigma movilista, es decir, el establecimiento de que la litosfera se encuentra dividida en placas, y que esto implica que los continentes se hayan desplazado en el tiempo geológico, ha marcado la moderna concepción del planeta. La Tectónica de Placas marcó un antes y un después en la Historia de la Geología, obligando a hacer una reestructuración general del conocimiento geológico, relacionando procesos que hasta entonces se habían considerado independientes y aportando un modelo unificador y dinámico sobre el funcionamiento terrestre.

La aceptación de la geología movilista supuso una conmoción en la comunidad científica geológica. Una revolución científica, en el sentido definido por Kuhn (1962), que constituye el nuevo paradigma dominante en geología. Hoy no hay nadie que no se defina movilista; sin embargo, el camino para conseguir superar las clásicas ideas fijistas duró décadas y no se consiguió sin resistencia –“Reconocer la mutabilidad de la Tierra, de los seres vivientes que han habitado en ella y hasta de los cielos mismos, es algo que los hombres sólo hacen bajo la presión de argumentos abrumadores”³– protagonizando una de las polémicas más apasionantes de la historia de la ciencia a finales del siglo XIX y la primera mitad del XX.

Sin embargo, la Tectónica de Placas no ha resuelto todos los interrogantes y, aunque su poder explicativo y predictivo es muy potente, esperamos asistir a nuevos cambios o incluso nuevos paradigmas. La Geología nunca volverá a ser fijista, pero el modelo dinámico actual se presenta todavía incompleto. Los problemas por resolver marcan el futuro de la comprensión del planeta –y de nuestros compañeros del Sistema Solar– y son el camino de las nuevas investigaciones. Esto, lejos de ser un inconveniente, proporciona la ventaja de ubicar la actividad científica en su dimensión humana, contribuyendo a la comprensión de su naturaleza y permitiendo enfatizar el significado de la construcción de los conceptos y teorías en sus múltiples y naturales dificultades. El maestro, como profesional en formación a lo largo de toda la vida, debe estar en condiciones de aceptar, conocer y comprender los nuevos cambios que surjan en el camino natural de una ciencia en evolución.

³ Toulmin, S., & Goodfield J. (1965). *The Discovery of Time*. Harper & Row, New York.

A pesar de la indiscutible importancia de la Teoría de la Tectónica de Placas para la comprensión de la dinámica del planeta y la correcta explicación de temas que despiertan enormemente el interés de los niños, por su actualidad y su relevancia mediática, como los volcanes o los terremotos, muchos de los profesores en ejercicio no se sienten seguros a la hora de plantear estos temas en el aula.

La Tectónica de Placas ha traído también, como consecuencia, no sólo una nueva mirada sobre el comportamiento del planeta, sino también sobre cómo abordar su estudio, aportando y despertando un enfoque holístico, necesario para la adecuada comprensión del funcionamiento de la máquina terrestre, que lleva a nuevos campos de investigación, nuevas disciplinas y, en definitiva, a una nueva concepción geológica más global. No hace mucho, el documento que recogía las líneas de trabajo del Grupo del Área Temática de Geología para la elaboración del currículo troncal europeo de Ciencias de la Tierra⁴ reclamaba en sus principios orientadores, como primer objetivo de la educación en Ciencias de la Tierra, el conocimiento y comprensión de lo que es la Tierra y sus sistemas, de incalculable valor para los individuos y la sociedad en general, y propugnaba para su enseñanza un enfoque holístico, multi e interdisciplinario.

De la misma manera existen numerosas iniciativas y proyectos internacionales como GLOBE, ESSEA, o ESSE 21⁵, que establecen comunidades de investigadores y profesores de geociencias de los distintos niveles educativos, que propugnan el estudio del planeta desde una perspectiva sistémica. Uno de sus objetivos fundamentales es no sólo preparar profesionales cualificados para hacer frente a los problemas ambientales, sino formar ciudadanos que posean los conocimientos científicos adecuados para participar en la toma de decisiones sobre los mismos, por lo que se dirigen a la comunidad educativa en general.

Nosotros, pues, abogamos, en la formación del maestro, por el necesario conocimiento del Actualismo como método fundamental para interpretar la historia de la Tierra; la Tectónica de Placas como teoría global que explica su dinámica; y un enfoque sistémico para abordar los diversos contenidos del área. En cualquier caso, en el campo de las Ciencias de la Tierra, una formación científica básica implica conocer el lenguaje geológico, y, por lo tanto, poder entender información geológica divulgativa o especializada, conocer los métodos y técnicas que se involucran en la investigación geológica, comprender las implicaciones sociales, éticas, económicas y tecnológicas de los conocimientos relativos a las Ciencias de la Tierra, y ser capaces de redimensionar los avances científicos en sus valores axiológicos.

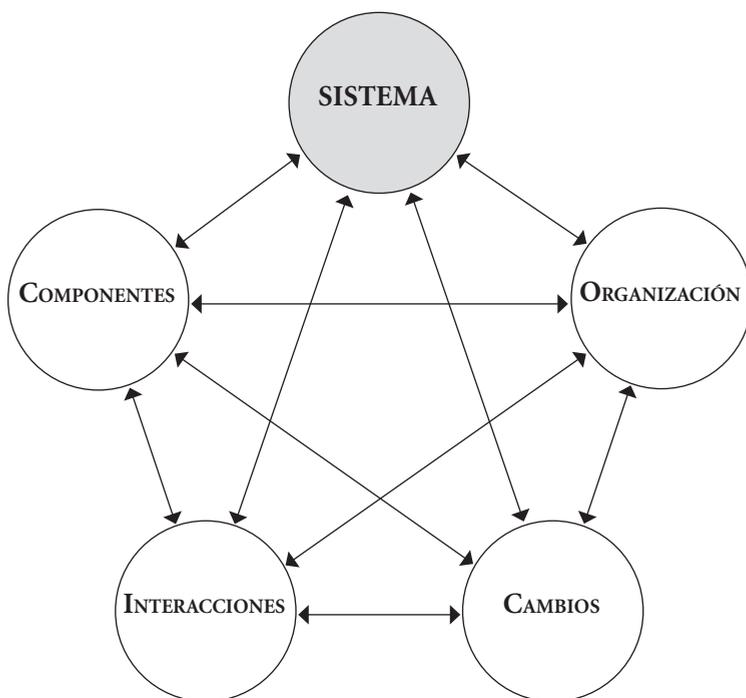
⁴ Ryan, P. & Roeleveld, W. (2003). "Características generales del currículo troncal europeo en Ciencias de la Tierra" en *Tuning Educational Structures in Europe*. Ed. Universidad de Deusto, España.

⁵ Hernández, M. J. (2011). "Educación para las ciencias del Sistema Tierra en el siglo XXI", *Alambique*, nº 67, Graó, pp. 46-52.

EL ENFOQUE SISTÉMICO

Como ya ha sido expuesto en publicaciones anteriores⁶, la alternativa que INM (6-12) plantea como opción para superar las notables insuficiencias del conocimiento convencional, fragmentado y poco significativo, es la perspectiva sistémica. La teoría de sistemas se basa no sólo en analizar las partes o componentes del mismo, sino en considerar las relaciones e interacciones entre las mismas para poder explicar el comportamiento y funcionamiento global del sistema como un todo.

El objetivo de este enfoque es estructurar y organizar los conocimientos conceptuales de nuestro ámbito que pueden tener interés educativo para la etapa de Primaria, en torno a los cuatro componentes de cualquier sistema: unidad y diversidad de sus elementos, interacciones entre los mismos, formas de organización y procesos de cambio.



⁶ Cañal, P.; Pozuelos, F. J. y Travé, G. (2005). *op. cit.*

Así, consideramos tanto el Universo como el planeta como sistemas que pueden ser estudiados no sólo en cuanto a los componentes o partes que lo forman, sino también poniendo énfasis en las relaciones e interacciones que estas partes mantienen entre sí; la organización que se deriva de dichas relaciones y los cambios que se van produciendo a lo largo del tiempo.

Obviamente, el Universo es el sistema más complejo que se puede considerar, en el se incluyen todos los subsistemas y elementos de la realidad que queramos estudiar, integrados en el esquema más global posible. Sin embargo, en el nivel de Primaria, el planeta Tierra constituye un sistema complejo de particular interés, tanto en sí mismo, como en cuanto elemento del Universo. Por ello planteamos en el eje central de este ámbito el estudio de la Tierra, con sus elementos, interacciones, procesos de cambio y organización, a la vez que como cuerpo planetario con un origen compartido y una evolución conjunta con otros cuerpos del Universo.

Niveles de organización del planeta Tierra

Todos los sistemas pueden abordarse desde diferentes niveles de organización. La Tierra, por supuesto, también. De este modo, podemos estudiar el planeta desde un nivel de organización o perspectiva cósmica, formando parte del Sistema Solar, interactuando con otros cuerpos planetarios, y evolucionando conjuntamente con los mismos. También podemos acercarnos al estudio del sistema Tierra desde el nivel de organización geológico, que considera las capas de la Tierra como los principales elementos del sistema, cada una de ellas con sus peculiaridades y características, su propia organización y dinámica, pero teniendo en cuenta las relaciones e interacciones que mantienen entre sí, y los resultados que de ellas se derivan a lo largo del tiempo. Por último, otro nivel de organización sería el que considera la Tierra como un sistema material, constituido por sustancias en distintos estados de agregación y sometido a los diversos procesos físico-químicos que regulan su comportamiento.

Cualquiera que sea el nivel que consideremos, deberemos partir de observaciones sencillas y cotidianas que nos permitirán ir construyendo realidades más complejas. En relación con el primer nivel de organización que hemos considerado, algunas de las observaciones más básicas y accesibles para los niños de Primaria son las relaciones del planeta Tierra con el Sol y la Luna; en el segundo caso, muchos de los aspectos concretos y cotidianos de la dinámica de las capas externas del planeta, como el clima, los cursos de agua, el paisaje etc., son directamente accesibles a nuestro estudio, aún sin olvidar las manifestaciones superficiales de la energía interna terrestre como terremotos o volcanes. Por úl-

timo, podríamos partir de la consideración de la enorme variedad de materiales terrestres accesibles a nuestro estudio, desde las rocas y minerales, al agua y gases atmosféricos.

A partir de las observaciones más directas se puede avanzar a los niveles de organización menos perceptibles: hacia lo microscópico –comportamiento elemental de la materia– y lo macroscópico, relaciones astronómicas más complejas y niveles de organización superiores en el Universo.

Los niños generalmente conceptualizan el planeta Tierra como el lugar en el que vivimos, un lugar en el que podemos encontrar continentes, con montañas y valles, y océanos, y que posee una atmósfera que nos permite respirar y existir. Por ello, el nivel de organización más simple, más próximo a la configuración infantil del mundo físico, y del que podremos partir en Primaria, es el que considera la Tierra como un sistema geológico formado por distintas capas, geosfera, atmósfera, hidrosfera, y biosfera interactuando entre sí.

Componentes del sistema Tierra: unidad y diversidad

De la misma manera que podemos considerar diferentes niveles de organización, podemos señalar en cada uno de ellos numerosos elementos o partes que conforman el sistema. Todos ellos serán distintos entre sí (diversidad), pero todos ellos mantendrán características similares (unidad) que nos permiten agruparlos y considerarlos en conjunto.

En el nivel cósmico, innumerables cuerpos, en cifras que escapan a nuestras medidas habituales, componen la gran variedad del Universo conocido. Sólo las galaxias, la unidad de composición estructural del Universo, están compuestas por miles de millones de estrellas, junto con nebulosas y otros cuerpos peor conocidos como los agujeros negros o la materia oscura. Además de considerar la enigmática energía oscura que acelera la expansión del Universo y constituye aproximadamente el 72% del mismo.

Las estrellas son los astros más comunes de nuestro Universo, y, aunque existe una gran variedad de ellas en función de su tamaño, masa, temperatura y edad, todas se caracterizan por generar en su interior reacciones termonucleares de fusión que las convierten en enormes focos emisores de energía. Las estrellas nacen en las nebulosas (Figura 1), grandes acumulaciones de gas y polvo, en cuyo seno se producen las atracciones gravitatorias y choques de partículas que generan incipientes estrellas. Orbitando alrededor de las estrellas podemos encontrar otros cuerpos, que tienen una masa mucho menor por lo que no generan energía. Son lo que los científicos actualmente denominan “cuerpos planetarios”, un concepto que engloba a planetas, cometas y asteroides, cada uno de ellos caracterizado por

su tamaño y el tipo de sus órbitas. Otros astros, los satélites, orbitan alrededor de los planetas y les acompañan en su continuo caminar alrededor de las estrellas.

En este nivel organizativo, que considera la Tierra como cuerpo cósmico, podemos analizar cómo nuestro planeta tiene semejanzas composicionales y estructurales con los otros planetas del Sistema Solar, y con otros posibles cuerpos planetarios alrededor de otras estrellas. El reconocimiento de nuestra pertenencia a la familia Solar, con la que compartimos origen y evolución, orienta la investigación planetaria y alimenta nuestro propio conocimiento de la Tierra. Por otra parte, nuestra estrella, el Sol, no es sino una más de los miles de millones que pueblan nuestra galaxia, la Vía Láctea; una estrella amarilla, aproximadamente en la mitad de su vida evolutiva, y con un futuro previsible de convertirse en Gigante Roja primero y, finalmente, en una Enana Blanca. En definitiva, formamos parte de un sistema planetario cuyo proceso de formación parece ser un proceso común en el Universo, por lo que, quizá, nuestro sueño de no encontrarnos solos en el espacio no sea una utopía.

Son de especial interés los movimientos de los planetas y sus relaciones con el Sol, cuyos resultados, en el caso de la Tierra, condicionan nuestra vida. La rotación de los planetas sobre sí mismos causa los ciclos planetarios de la noche y el día, que en cada planeta tienen una duración diferente según su velocidad de rotación. El ciclo terrestre se produce cada 24 horas y hace que parezca que el Sol y todo el resto de cuerpos que observamos en el cielo giran a nuestro alrededor. Igualmente, todos los planetas giran alrededor del Sol en órbitas de muy baja excentricidad, con periodos de traslación que aumentan a medida que nos alejamos de nuestra estrella. Así, el año terrestre dura 365 días + 6 horas, mientras que el de Saturno, por ejemplo, dura 29,4 años terrestres. Debido a la inclinación del eje de rotación de nuestro planeta, este movimiento de traslación provoca diferentes condiciones de iluminación y calentamiento en los distintos puntos de la Tierra, y como consecuencia se producen las variaciones estacionales del clima. Similarmente, en cada planeta existen ciclos climáticos distintos según sea la inclinación de sus ejes. La Luna, nuestro satélite, mantiene una órbita alrededor de la Tierra de aproximadamente 28 días, el mismo tiempo que tarda en dar una vuelta completa sobre sí misma. La combinación de los movimientos de los dos astros y la iluminación del Sol da como resultado las fases lunares. Otras combinaciones de los movimientos en el sistema Tierra-Sol-Luna provoca la formación de eclipses y las mareas.



Figura 1. Nebulosa del *Caballo* en la *Vía Láctea*.

Forman parte de este nivel de organización los siguientes conceptos clave: Universo, Big Bang, galaxia, agujero negro, nebulosa, estrella, nova y supernova, constelación, sistema planetario, Sol, sistema solar, planeta, satélite, cometa, asteroide, meteorito, cráter, Luna, órbita, día/noche, año, estación climática, marea.

Desde el siguiente nivel de organización, el que considera la Tierra como un sistema material, podemos tener en cuenta cómo la Tierra, al igual que cualquier otro cuerpo cósmico, está compuesta por materia. La materia más común en el Universo (H, He), y que compone mayoritariamente los gases de una nebulosa, se va diferenciando en los distintos cuerpos según su evolución. En el interior de las estrellas, a modo de enormes hornos químicos, las reacciones termonucleares de fusión generan los distintos elementos químicos, que son expulsados al espacio al morir la estrella. De esta materia, “polvo de estrellas” de diversas generaciones estelares, están hechos todos los cuerpos del Universo, incluido nuestro Sol, nuestro planeta y la vida que alberga.

Desde el nacimiento del Sol en la nebulosa solar, y la formación de los protoplanetas, cada cuerpo evoluciona de un modo distinto. Los más próximos al Sol, debido a las altas temperaturas y sus pequeños campos gravitatorios, son incapaces de acumular y retener muchos componentes ligeros, por lo que son pequeños, densos y están constituidos fundamentalmente por rocas silicatadas y hierro. Por su parte, los planetas exteriores más alejados del Sol consisten en enormes cantidades de materiales ligeros, que explican sus tamaños comparativamente grandes y sus bajas densidades. Aunque no podemos olvidar que este modelo planetario está en construcción, y que los descubrimientos más recientes de exoplanetas (o planetas extrasolares) nos muestran a cuerpos supergigantes y ligeros orbitando muy cerca de su estrella, algo para lo que todavía no se tiene una teoría que proporcione una explicación satisfactoria.

En nuestro planeta podemos encontrar una gran variedad de materiales que difieren tanto en sus propiedades físicas como en la forma en que reaccionan ante los distintos tipos de energía. Sin embargo, todo está constituido, en realidad, de una cantidad mínima de sustancias químicas –elementos y compuestos– en distintos estados: los gases que componen la atmósfera; el agua y las diversas sales en disolución que componen la hidrosfera, y, en las capas sólidas, los minerales que a su vez componen la variedad de rocas del planeta. De los elementos químicos conocidos en el Universo, muy pocos son realmente abundantes y sólo 8 se encuentran en la superficie del planeta en un porcentaje superior al 1%. A nivel microscópico, todos los sistemas materiales están constituidos por átomos y moléculas, que se unen en distintas configuraciones para formar las sustancias.

El concepto “material” es el más próximo al nivel de primaria, y podemos trabajar con una gran diversidad de materiales terrestres y sus diversas propiedades

específicas que nos permiten diferenciarlos entre sí. A partir de ahí, podemos avanzar a las propiedades fundamentales de la materia, masa y volumen, y a diferenciarla de otras entidades como la luz o el calor que es lo que consideramos energía. Podemos considerar los cambios de estado y el reciclado de la materia.

Se incluyen en este nivel los conceptos: material, mineral, roca, recurso, materia prima, metal, gas, componente de la atmósfera, aire, agua, agua dulce, agua salada, disolución, cambio de estado.

Por último, en el nivel que considera la Tierra como un sistema geológico, nos encontramos con un planeta activo, en el que todos los procesos geológicos conocidos tienen su paralelo, pasado o presente, en el resto de cuerpos planetarios. Ya hemos visto cómo en el Sistema Solar los distintos planetas evolucionan y se diferencian en función de su proximidad o lejanía del Sol, de su masa, y de sus relaciones gravitacionales con el resto de los cuerpos que les acompañan. Así, unos poseen atmósferas y otros no, y las composiciones de las mismas son muy variadas; unos no tienen agua, otros poseen sólo agua helada, y la Tierra tiene agua en los tres estados; todos están diferenciados en capas más densas hacia el interior, pero su tamaño relativo y composición puede ser variable; todos poseen o poseyeron una energía interna que genera o generó actividad sísmica o volcánica, etc.

Nuestro planeta es esencialmente rocoso –la geosfera–, con tres cuartas partes de su superficie cubiertas por una capa relativamente delgada de agua –hidrosfera– y todo el planeta envuelto por una leve capa gaseosa –atmósfera–. Sobre su superficie, y colonizando todos los ambientes posibles, desde las más altas cumbres hasta los profundos fondos oceánicos, se ha asentado la vida –biosfera–. La Tierra posee en su interior gran cantidad de energía, que se manifiesta en los cambios continuos de su superficie. Las capas sólidas más externas están fracturadas en placas, cuyos movimientos generan el desplazamiento de los continentes y el levantamiento de enormes cordilleras montañosas. A lo largo de los límites entre las placas, y como consecuencia de sus movimientos, se producen seísmos y erupciones volcánicas que contribuyen a la conformación de las cordilleras o configuran las numerosas islas que pueblan nuestros mares. El paisaje de nuestros continentes es esculpido por la interacción de las rocas con el agua y la atmósfera. Algunos de estos cambios ocurren con rapidez y pueden observarse a escala humana y otros, sin embargo, son muy lentos. La biosfera, y particularmente el hombre, ha introducido cambios y modificado cada una de las capas terrestres, provocando problemas ambientales de escala planetaria.

Todos los procesos geológicos acontecidos desde el origen de la Tierra han quedado grabados en la Litosfera; sin embargo, su destrucción, bien por erosión o por la propia dinámica de placas, impide que podamos reconstruir la totalidad

de la Historia de la Tierra. Aún así, las rocas nos permiten leer y narrar el pasado geológico y comprender mejor el posible futuro del planeta.

En el nivel de Primaria es importante comprender tanto la semejanza de todos los elementos del Universo, como entes materiales, como la diversidad composicional y estructural de los mismos. Así pues, la Tierra, al igual que el resto de planetas de su familia Solar, está organizada y estructurada en capas, cada una ellas abordable como una individualidad con un comportamiento propio. Las capas terrestres son sistemas que están en constante interacción debido a la combinación de la energía interna terrestre y la energía solar, y, como resultado de esas interacciones a lo largo de la historia del planeta, cada sistema va modificando su composición y propiedades físicas.

Las capas terrestres son, a esta escala, los componentes fundamentales del sistema Tierra. Los aspectos más interesantes y atractivos en este nivel son nuestras singularidades: la existencia de atmósfera y su particular composición; la presencia de agua coexistiendo en los tres estados –sólido, líquido y gaseoso– en la superficie terrestre que ha propiciado la existencia de la vida; la geosfera, con su comportamiento móvil que origina todos los rasgos superficiales del nuestro planeta y el reciclaje del relieve; y la existencia única de la biosfera que genera numerosas interacciones con el resto de elementos del sistema.

Son conceptos relativos a este nivel: atmósfera, aire, clima, fenómeno atmosférico, biosfera, ser vivo, ecosistema, hidrosfera, agua, río, lago, mar, casquete polar, acuífero, geosfera, corteza, manto, núcleo, continente, relieve, montaña, erosión, meteorización, terremoto, volcán, litosfera, placa tectónica.

Interacciones

En cada nivel de organización se producen interacciones específicas que explican las múltiples transformaciones que se producen en la Naturaleza. La energía que se encuentra en la base de todas estas interacciones es de origen gravitacional, electromagnético, nuclear, térmico, mecánico y químico. En cualquier caso es necesario comprender que la energía se manifiesta en distintas formas que se pueden transformar unas en otras.

En el nivel cósmico, las interacciones gravitacionales son, sin duda, las más importantes. Explican la forma, posición y movimiento de todos los astros del Universo, y, en particular, la posición de los cuerpos del Sistema Solar y sus movimientos sobre sí mismos y alrededor del Sol; así como la estructura en capas de los planetas, la Isostasia, las mareas y las colisiones entre los cuerpos. Las interacciones luminosas explican los fenómenos astronómicos como la sucesión del día y la noche, las estaciones climáticas, las fases de la luna o los eclipses.

En el nivel geológico, se consideran tradicionalmente dos tipos de energías fundamentales que causan las interacciones principales entre las distintas capas: la propia energía interna de la Tierra y la energía solar.

La mayor parte de la energía interna terrestre se considera “energía primordial”, es decir, originada en el proceso de formación del planeta. El origen de esta energía se debería mayoritariamente a la transformación en calor de la energía acumulada durante el proceso de acreción planetaria, causando la fase de diferenciación gravitatoria que da origen a las capas terrestres; a ésta, habría que añadir la energía generada por la descomposición de isótopos radiactivos de larga vida media. La disipación de esta energía a través de la convección del manto, y su transformación en energía mecánica, causa los movimientos de la litosfera, la orogénesis, el magmatismo, el metamorfismo, la deformación de las rocas o la sismicidad.

La energía solar, por su parte, afecta poco a la geosfera, pero moviliza las capas fluidas terrestres, atmósfera e hidrosfera, causando las interacciones climáticas y, en su interacción con la geosfera, el modelado del relieve.

Sin embargo, los flujos de energía en el planeta no son simples y muchos procesos se dan en la combinación de ambos tipos de energía. Por ejemplo, el relieve se crea como consecuencia de la energía interna terrestre, siendo sometido de inmediato a la acción de los agentes externos movilizados por la energía solar, pero también a la acción de la energía gravitatoria que se encuentran en la base del movimiento lento pero constante de los materiales terrestres hacia zonas topográficamente más bajas. O bien, otro ejemplo serían las diversas transformaciones de la materia, cambios de estado o transformaciones en estado sólido y reacciones químicas, que son causadas por interacciones físico-químicas debidas tanto a la energía solar como a la interna del planeta.

Los seres vivos también intercambian energía con el medio en los ecosistemas, fundamentalmente en las interacciones metabólicas de producción y consumo de oxígeno y gas carbónico atmosférico, e intervienen en otros grandes ciclos de los materiales, como el del carbono, fósforo, nitrógeno, etc.

Las sociedades humanas interactúan con el medio originando la alteración y/o destrucción de hábitats y ecosistemas, produciendo cambios en la composición y comportamiento de la atmósfera e hidrosfera, modificando el suelo, causando el agotamiento de recursos, la emisión de contaminantes, la extinción de especies, etc. En definitiva, desequilibrando la regulación natural de muchos procesos del sistema.

En el nivel de Primaria, las interacciones más fáciles de comprender son las que se producen entre las capas terrestres externas: atmósfera, hidrosfera, litosfera y biosfera (Figura 2). Muchos fenómenos y procesos familiares, como el ciclo

del agua, los fenómenos meteorológicos, la erosión y meteorización, la formación del suelo..., se producen como consecuencia de estas interacciones. La importancia de la biosfera, particularmente de la acción de la especie humana, puede ser decisiva para comprender algunos de los problemas medioambientales del planeta, así como el modo de relación de las sociedades humanas con el medio.



Figura 2. Diagrama de la naturaleza sistémica del planeta. (Proyecto ESSE21).

Es también fundamental comprender algunas de las relaciones astronómicas básicas que, aunque no son obvias, explican muchos de los fenómenos cotidianos: el día y la noche, la sucesión de las estaciones, las mareas, los eclipses, las lluvias de estrellas, etc.

Organización

En cada uno de los niveles mencionados se alcanza un alto grado de organización. La organización del Sistema Tierra-Universo está regida por las leyes y Teorías que gobiernan el comportamiento de la materia, desde el nivel atómico o subatómico, a la evolución del Universo en su conjunto. En el nivel cósmico, sin duda, además de las leyes de la Física clásica, es la Teoría de la Relatividad la que explica y predice mejor el comportamiento de la materia y energía del Universo; mientras que las leyes de la Mecánica Cuántica son las que regulan el comportamiento de la materia a nivel atómico y nuclear.

A escala planetaria, cada capa terrestre alcanza un alto grado de organización regulada por las leyes y teorías físico químicas sobre la naturaleza de la materia y sus cambios, así como las Teorías y Principios Geológicos y Biológicos que explican la actual configuración de la geosfera y la biosfera. El intercambio de energía entre las distintas capas terrestres, a través del tiempo geológico, nos permite comprender la evolución de las distintas organizaciones y configuraciones por las que ha pasado la Tierra.

Particularmente, hay que considerar también la relación del hombre y el planeta, que queda regulada por las teorías e interpretaciones que rigen el comportamiento de las sociedades y su interacción con los distintos elementos del sistema.

Cambios

Se ha argumentado que el concepto de cambio, necesario para la comprensión del mundo, es un concepto de difícil construcción en la etapa de Primaria, y poco trabajado en el aula, donde los conocimientos se suelen presentar de un modo estático y descriptivo⁷. Sin embargo, en las Ciencias de la Tierra, la noción de cambio es imprescindible, aunque en muchos casos sea, precisamente, menos evidente.

La construcción del concepto de cambio supone el desarrollo de nociones espaciales y temporales básicas y la comprensión del carácter dinámico de los sistemas que los hace cambiantes en el tiempo. El cambio es, pues, una propiedad de los sistemas, pero cada sistema es el resultado del cambio, es decir, de su propia historia. En nuestro ámbito, esto cobra especial relevancia, ya que la Geología, como hemos dicho anteriormente, tiene una incuestionable dimensión histórica: pretende comprender la historia de la Tierra desde su origen, la evolución sufrida hasta la actualidad, las distintas configuraciones que ha presentado el planeta a lo largo del tiempo, su posible evolución futura, y todo ello enmarcado en un Universo también cambiante y en evolución.

El cambio en nuestro ámbito implica la comprensión de relaciones temporales simples como la sucesión, la simultaneidad o ciclos; pero implica también las nociones de ritmo (o velocidad), duración, y la propia comprensión del tiempo implicado en la historia de la Tierra. Así, el principal problema con que nos vamos a encontrar es la escala espacial y temporal en la que se producen los cam-

⁷ Cañal, P. (2008). *Investigando los seres vivos*. Proyecto Curricular INM (6-12), Díada, Sevilla.

bios en el Sistema Tierra; y en la base de las dificultades y obstáculos de aprendizaje de muchos aspectos de las Ciencias de la Tierra (véase el capítulo siguiente) se encuentran, precisamente, estas nociones.

En la escala temporal de la Tierra, la propia unidad, el millón de años, ya es una medida que no tiene ningún referente en nuestras vidas, y es difícil de concebir incluso en la imaginación; por lo tanto, la edad de la Tierra o el Universo no dejan de ser un dato anecdótico. Sin embargo, podemos comprender la necesidad de establecer divisiones en el tiempo geológico, comprender qué criterios se utilizan para marcar límites, qué cambios tectónicos y biológicos de escala planetaria delimitan las eras y periodos; en definitiva, cómo se construye nuestro calendario terrestre y qué métodos de datación usamos (Figura 3).

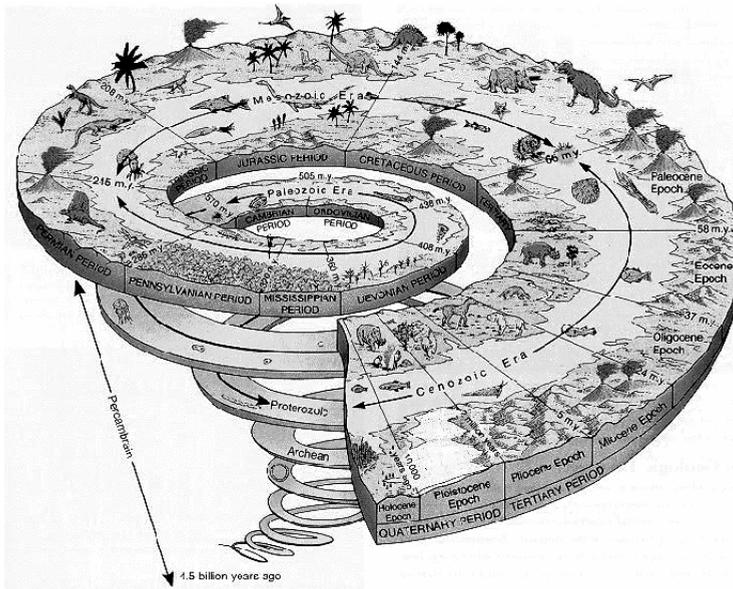


Figura 3. Calendario Terrestre. Proyecto Geosfera.

El ritmo, entendido como velocidad de los procesos, se da en el planeta a muchas escalas. Podemos encontrar cambios muy rápidos, incluso súbitos, como la caída de un rayo o una inundación tras una tormenta, los cambios de estado del agua, la caída de un meteorito, un desprendimiento de tierra, un terremoto, una erupción volcánica, cambios en la biosfera, cambios causados por el hombre en el paisaje, etc., todos ellos observables a escala humana. Sin embargo, otros cambios en el planeta se producen a un ritmo tan lento que no son perceptibles y provocan la idea de inmutabilidad: cambios en el relieve, cambios del nivel del mar, cambios en la disposición de los continentes, formación de montañas,

cambios en las rocas... Tenemos, pues, que aunar la comprensión de fenómenos que ocurren a velocidades muy diferentes, y que muchas veces no son más que respuestas a un único proceso. Por ejemplo, un seísmo no es más que una manifestación esporádica y súbita de un proceso que ocurre a un ritmo lentísimo y gradual y que no es perceptible: el movimiento de las placas.

Tan importante como el ritmo es el concepto de duración. Los cambios en la Tierra no sólo no se producen a distintas velocidades, sino que no duran lo mismo. La mayoría de los procesos en la geosfera duran millones de años, y es difícil conceptualizar que algunas cordilleras montañosas aún se están levantando, o que si agotamos o destruimos un recurso se pierde irremisiblemente a escala de la humanidad.

También, a escala espacial, tropezamos con cambios que afectan desde lo microscópico, como algunos cambios en la materia, a cambios de escala local, como los cambios meteorológicos, o cambios que afectan a escala planetaria, como el cambio climático. Además, como hemos visto anteriormente, un cambio local como un seísmo puede tener su origen en un contexto espacial muy alejado y mucho más global.

Estas dificultades no hacen más que resaltar la necesidad de trabajar escolarmente sobre la idea de cambio en la naturaleza, partiendo de los cambios evidentes a los que lo son menos, si queremos superar las ideas fijistas y de inmutabilidad del planeta.

Desde la perspectiva del maestro de Primaria, se pueden seleccionar algunos de los cambios más relevantes del Sistema Tierra en el Universo. A partir de Cañal, et al. (1997), consideramos los siguientes:

En el nivel cósmico, los principales cambios observables en el planeta son debidos a nuestra pertenencia a la familia solar, y son de carácter cíclico a causa de los movimientos rotacionales y orbitales de los distintos cuerpos.

Unos son debidos a la interacción con la energía luminosa del Sol, como la sucesión del día y la noche en todos los cuerpos afectados de rotación sobre sí mismos, y su distinta duración según las estaciones; las fases de la luna u otros planetas observados desde la Tierra y la formación de eclipses tanto de Luna como del Sol.

Otros son debidos a las interacciones gravitatorias entre los astros cercanos, como los cambios mareales terrestres, observados como variaciones del nivel del mar en la costa.

También en este nivel podemos considerar el cambio súbito, de origen gravitatorio, producido en los meteoritos al entrar en contacto con la atmósfera terrestre, generando “estrellas fugaces” o “lluvias de estrellas” cuando son debidos a la intersección de la órbita terrestre con la del paso de algún cometa, y por lo tanto también de carácter cíclico.

Por último, podemos observar cambios puntuales, cíclicos o evolutivos, en la posición de galaxias, estrellas, constelaciones, cometas, planetas, satélites y demás cuerpos, así como las colisiones generadas por las interacciones gravitatorias.

En cuanto a la Tierra como sistema material, se pueden considerar los múltiples cambios físico-químicos de los materiales provocados por la interacción con distintos tipos de energía, como los cambios de estado, de temperatura, de posición, procesos de disolución, mezcla y desmezcla de sustancias, etc.

En el nivel planetario, algunos de los cambios más fácilmente observables son los cambios climáticos y meteorológicos, originados básicamente por la interacción de la atmósfera y la hidrosfera terrestre con el Sol, cuya radiación energética no incide homogéneamente sobre las distintas zonas de la superficie terrestre, ni a lo largo del día, ni en los distintos momentos del desplazamiento anual de la Tierra en torno al Sol. También la acción de las capas fluidas sobre la geosfera causa los procesos de meteorización, erosión y sedimentación, que tienen como consecuencia más inmediata la generación del suelo y el modelado del paisaje.

Otros cambios en la superficie terrestre son menos obvios, pero no por ello menos importantes, como los producidos en la litosfera terrestre por la energía interna del planeta: movimientos de placas, orogénesis y formación de rocas, así como movimientos sísmicos y erupciones volcánicas. La evolución del planeta a lo largo del tiempo ha producido cambios en la composición y organización de las distintas capas terrestres.

Por último, no podemos dejar de considerar los cambios introducidos por la acción del hombre y el desarrollo tecnológico sobre la atmósfera, hidrosfera, biosfera y geosfera.

GEOLOGÍA Y SOCIEDAD: LOS PROBLEMAS AMBIENTALES Y EL PATRIMONIO NATURAL

Una nueva mirada global y holística sobre el planeta nos obliga a considerarnos parte del mismo. La Tierra es nuestro hogar: en él vivimos y de él dependemos; por lo tanto, no podemos obviar nuestras relaciones con el mismo, los cambios que introducimos y las consecuencias que tienen.

La necesidad de comprender estas relaciones se ha hecho evidente en los últimos años. De hecho, la ONU declaró el año 2008 como el “Año internacional del Planeta Tierra” con el lema “Ciencias de la Tierra para la sociedad” a iniciativa de la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas y la UNESCO (Figura 4). Concienciar a la sociedad de la relación que existe entre la humanidad y el planeta Tierra y resaltar la importancia de las Ciencias de la Tierra en la creación de un futuro equilibrado y sostenible para el hombre (AIPT- IGME, 2008) han sido y son los

objetivos de esta iniciativa. Sirvan como ejemplo algunos de los temas de especial relevancia para la sociedad que se resaltaron desde el programa de difusión de este evento, todos ellos capaces de generar muchas cuestiones que se pueden abordar como problemas a investigar en el aula con gran potencialidad educativa:

- *El agua:* Es uno de los recursos más demandados y que actualmente genera mayor tensión entre distintas comunidades en todo el mundo; no en vano se le considera el nuevo “oro” del planeta y hasta el cine lo ha incorporado como tal en películas de gran impacto, como la penúltima entrega de James Bond, *Quantum of Solace* (2008), o la magnífica *También la lluvia* (2011) que plantea el problema de su privatización. El aprovechamiento y conservación de este recurso, tanto en superficie como en el interior, debe ser abordado desde el adecuado conocimiento y responsabilidad científica, pero como ciudadanos debemos conocer las implicaciones que tienen nuestras acciones en la sobreexplotación, modificación de la dinámica hídrica o contaminación de las aguas.
- *Tierra y Salud:* Hasta hace muy poco no se era consciente de que nuestras acciones sobre el planeta pueden interferir en nuestra salud. Sin embargo, la contaminación de la atmósfera y la hidrosfera no sólo nos causa problemas directos en cuanto que respiramos y bebemos, sino que además llega al suelo y por lo tanto a nuestros alimentos. Nuestra salud y calidad de vida no dependen de dar respuestas aisladas a los problemas, sino que necesitamos comprender las estrechas interacciones entre las distintas capas terrestres –atmósfera, hidrosfera, litosfera y biosfera– para garantizar un futuro mejor.
- *El suelo:* El suelo es uno de los recursos naturales no renovables más importantes para la humanidad y dependemos de él desde muchos puntos de vista, aunque el más inmediato sea el de nuestra alimentación. Se encuentra en la interfase entre todas las capas terrestres: atmósfera, hidrosfera, biosfera y geosfera y su equilibrio es muy inestable; sin embargo, actuamos sobre el mismo con un desconocimiento enorme sobre los riesgos que acarrea la sobreexplotación, pero, particularmente, la erosión y pérdida del mismo. La pérdida de la cubierta vegetal, causada fundamentalmente por la actividad humana, acarrea la desertificación que afecta a numerosas zonas del planeta y genera impactos que sobrepasan con mucho el ámbito local. Solo el conocimiento de la lentitud y complejidad de la

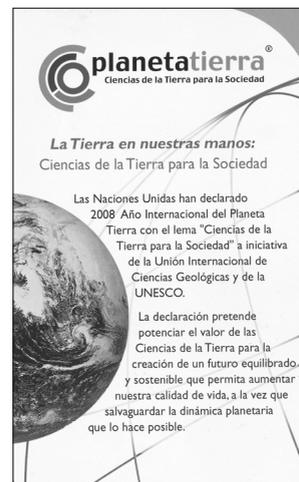


Figura 4. Portada del folleto divulgativo “Año Internacional del Planeta Tierra”.

formación del suelo y de su frágil equilibrio puede incidir en la necesidad de su adecuado uso, protección y conservación.

- *Los recursos naturales y su uso responsable:* Desde los orígenes de la humanidad hemos dependido de los recursos naturales para la obtención de materias primas y energía. Pero, actualmente, nos encontramos con que la demanda de nuestras sociedades de consumo supera con mucho la disponibilidad de algunos de ellos, y esto determina un impacto social que deriva en muchos casos en guerras o explotación humana en el tercer mundo. Es obvio que debemos tomar conciencia de que los recursos no son inagotables, y eso implica no sólo el adecuado conocimiento de los mismos, tanto desde el punto de vista de la investigación como del aprovechamiento técnico, sino nuestra implicación personal en el adecuado consumo, en el reciclaje y en el uso de energías renovables.
- *Los riesgos naturales:* Anualmente, desastres naturales de todo tipo (terremotos, erupciones, ciclones, inundaciones, sequías, etc.) causan un elevado número de víctimas y problemas sociales y económicos que perduran durante décadas entre los afectados. Vivimos y convivimos con un planeta dinámico y activo. En algunos lugares y en algunos momentos esta dinámica puede implicar consecuencias muy negativas, no para el planeta, sino para la biosfera y particularmente para el hombre. No podemos evitar los riesgos de vivir sobre un planeta en evolución, pero sí podemos estudiarlos y evaluarlos para prevenirlos y minimizar sus consecuencias. Conocer la dinámica planetaria, la estructura y funcionamiento del interior terrestre y sus manifestaciones externas, así como las interacciones de las capas externas, nos permitirá conocer mejor los riesgos naturales para aprender a vivir con ellos.
- *Cambio climático:* Es quizás el problema del planeta que ha cobrado mayor importancia social y mediática. Somos conscientes de que desde la revolución industrial y el desarrollo hemos provocado un aumento de los gases de invernadero que ha producido una elevación muy rápida de la temperatura media del planeta. Los cambios climáticos que ello conlleva no siempre son fáciles de predecir, pero sí sabemos que pueden afectar muy seriamente nuestros hábitats y modos de vida. Los cambios climáticos del planeta no son una novedad, y los geólogos conocen y estudian otros climas del pasado reciente y antiguo que han quedado registrados en las rocas, como una vía para comprender el clima actual y su evolución. Un adecuado conocimiento de los procesos climáticos nos permitirá concienciarnos de nuestra responsabilidad en el mismo y valorar en su justa medida el debate generado
- *El patrimonio natural:* Además de la relevancia de las Ciencias de la Tierra en la resolución de los problemas ambientales, otra de las áreas que surge con fuerza, como respuesta ante el creciente interés despertado desde ámbitos so-

ciales muy diversos, es el estudio, evaluación, difusión y protección del Patrimonio Natural. Aunque queda mucho por hacer, se han dado muchos pasos para la protección del patrimonio natural, particularmente para la protección y conservación de la biodiversidad; sin embargo, el interés por el patrimonio geológico y la geodiversidad es muy reciente. En el I Congreso Internacional sobre Conservación del Patrimonio Geológico, celebrado en Digne (Francia), en 1991, se declaró la Carta Internacional sobre los Derechos de La Tierra y se sentaron las bases para preservar el pasado y la memoria de la Tierra. Desde entonces, se está realizando un gran esfuerzo desde el ámbito científico para reconocer y conservar el patrimonio geológico mundial.

El término patrimonio geológico define a aquellos elementos de la gea, tales como formaciones y estructuras geológicas, paisajes geomorfológicos, yacimientos paleontológicos y mineralógicos, etc., de significativo valor para reconocer, estudiar e interpretar la historia geológica de una determinada región o territorio. Este registro geológico constituye la memoria de la tierra, siendo, por lo tanto, un bien común que forma parte inseparable del patrimonio natural y cultural de la Humanidad. El patrimonio geológico es un recurso natural no renovable, cuya destrucción es siempre irreversible y conlleva la pérdida de una parte de esa memoria (Declaración de los Derechos de la Tierra, Digne, 1991). Por ello, entendemos que, al igual que en los casos anteriores, la valoración del patrimonio natural, y el geológico en particular, es de especial relevancia en la Educación Primaria, y debe estar presente en todas las decisiones curriculares ya que constituye un objetivo irrenunciable, un criterio para la selección de contenidos y un excelente recurso didáctico. Diversas razones justifican esta propuesta: ofrece una visión más amplia sobre los recursos naturales de una determinada zona; relaciona la ciencia con los aspectos culturales más generales; permite el tratamiento global y la interdisciplinariedad con áreas, en principio alejadas, como la historia, la arqueología, economía, turismo, ciencias medioambientales, etc., y liga emocionalmente a los estudiantes con el conocimiento adquirido.

Parte de este esfuerzo para valorar y proteger el patrimonio geológico debe enfocarse desde el ámbito educativo, ya que el conocimiento y divulgación de la riqueza geológica del propio medio, de su valor científico, cultural o económico, así como su interés como recurso paisajístico, turístico o didáctico, serán las bases para la implicación de la sociedad en su protección, conservación y utilización. Es obvio que los maestros, como educadores de los futuros ciudadanos, tienen en este sentido un importante papel.

4 ¿QUÉ CONOCIMIENTOS INICIALES SUELEN TENER LOS ALUMNOS DE PRIMARIA SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO?

Aunque algunos conceptos y procesos relacionados con nuestro ámbito de investigación son abstractos y muy poco intuitivos (por ejemplo, el tiempo geológico, el espacio profundo del Universo, la estructura de los planetas, o la dinámica interna terrestre), otros, sin embargo, como la sucesión del día y la noche, las estaciones, el ciclo del agua, los fenómenos meteorológicos, el uso de recursos minerales, la acción geológica del viento o del agua, la contaminación, la pérdida del suelo, etc., forman parte de nuestra experiencia cotidiana. Incluso, en determinados lugares, se tiene también experiencia directa sobre fenómenos geológicos catastróficos como inundaciones, terremotos o volcanismo. De esta relación directa con los fenómenos surgen algunas de las concepciones iniciales de los niños, algunas de sus explicaciones sobre los fenómenos naturales.

Sin embargo, vivimos cada vez más al margen del medio natural, y nuestras posibilidades de contacto con la naturaleza son cada vez más esporádicas, incluso para las personas que habitan en el medio rural, —pongamos, por ejemplo, la imposibilidad de ver el cielo nocturno no sólo desde las ciudades, sino desde la mayoría de pueblos o urbanizaciones—, y estamos tan acostumbrados a ello, que incluso lo poco “natural” que queda en nuestro entorno urbano nos pasa desapercibido. Así, no somos conscientes de la utilización de recursos naturales: agua, suelo o rocas y minerales de un modo casi constante en nuestra vida cotidiana; no somos capaces de observar ningún animal en nuestro entorno salvo los domésticos; las plantas de nuestras calles y parques nos pasan inadvertidas; e incluso sentimos la necesidad de ver el pronóstico meteorológico para saber el tiempo que hará mañana, cuando muchas otras evidencias directamente observables nos lo muestran.

Paradójicamente, los medios de comunicación nos permiten un acceso a entornos naturales que nos son completamente ajenos, con un detalle y una perspectiva más rica y variada que nunca. Igualmente podemos ver el interior de una nebulosa, que viajar al interior de un volcán o recrearnos con los hábitats de una selva tropical o de un arrecife de coral.

De este modo, se construye una imagen de los fenómenos naturales en la que las concepciones iniciales de los niños se mezclan con el conocimiento escolar en un intento de acomodar sus ideas a las “científicamente correctas”, y en gran parte influidas por lo que los medios de comunicación seleccionan y divulgan, aunque muchas veces con modelos tan simplistas que falsean la realidad. Esto se convierte en fuente de errores conceptuales, ideas falsas, concepciones alternativas y vaguedades que devienen en auténticos obstáculos del aprendizaje.

Por otra parte, el ámbito de la Tierra y el Universo engloba todos aquellos procesos físico-químicos que ocurren en el planeta y en el espacio, por lo que muchas de las concepciones previas, errores e ideas falsas en estos campos se trasladan a la percepción de los fenómenos y procesos terrestres y astronómicos, dificultando enormemente su comprensión e, incluso, en muchos casos, llevando a la construcción de conocimientos sobre presupuestos falsos.

Son numerosos los estudios e investigaciones sobre las ideas previas y concepciones de los niños en el campo de la Física y de la Química, pero son todavía escasos en el campo de las Ciencias de la Tierra, así como insuficiente nuestra comprensión sobre cómo los estudiantes perciben los fenómenos naturales, particularmente los geológicos, el origen de sus representaciones iniciales y los efectos de la enseñanza sobre los cambios conceptuales. Más aún, si nos referimos a los escolares de Primaria, ya que la mayoría de las investigaciones se han centrado en el alumnado de Secundaria y universitarios de los primeros grados. Aun así, podemos tener en cuenta estos estudios, ya que en muchos casos los adolescentes, e incluso los adultos, comparten las mismas concepciones previas que los niños, manteniéndolas a lo largo de toda su vida.

Aquí se presenta una síntesis de los trabajos internacionales publicados en los últimos años y la recopilación de bases de datos y otras fuentes oficiales como las asociaciones internacionales sobre enseñanza de la Geología. La mayoría de los estudios revisados son de ámbito europeo o estadounidense, pero es destacable la uniformidad de las concepciones alternativas a uno y otro lado del océano, independientemente de la edad, sexo y formación previa de los sujetos. Dado que la dispersión de tópicos investigados es muy grande, haremos especial hincapié en aquellos aspectos que forman parte esencial del currículum de enseñanza primaria.

Así, hemos agrupado los resultados en tres grandes áreas, cuyo origen y problemática puede ser diferente:

- Relativas al Sistema Universo y la Tierra como objeto cósmico.
- Relativas a las Ciencias de la Tierra propiamente dichas.
- Relativas a los conceptos de otras ciencias (Física, Química, Biología, o Ciencias Ambientales) con implicación en las Ciencias de la Tierra.

SOBRE EL SISTEMA UNIVERSO Y LOS CONCEPTOS ASTRONÓMICOS

La mayoría de los estudios sobre concepciones alternativas en este campo se han centrado en las relaciones astronómicas que dan lugar a los fenómenos cotidianos como el día y la noche, las estaciones, las fases de la luna, la forma de la Tierra, etc.

Martínez Sebastià (2004) hizo un balance del estado de la cuestión señalando los trabajos más interesantes de las últimas décadas. Respecto a los fenómenos astronómicos elementales, analiza los estudios de Schoon (1992), Lightman y Sandler (1993), De Manuel (1995), Martínez Sebastià (1995), Galili y Lavrik (1998). Y sobre la forma de la Tierra, los de Nussbaum (1979), Baxter (1989), Sharp (1996), Sneider y Ohadi (1996), Vousniadou y Brewer (1992, 1994). La extensión de estos estudios a profesores y estudiantes de Magisterio puede seguirse en Summers y Mant (1995), Camino (1995), Atwood & Atwood (1995, 1996), Navarrete (1998) y Vega (2001). Posteriormente se ha seguido trabajando en este tópico, siendo quizá, por su universalidad, persistencia y similitud en todos los países y edades, el tema estrella de las concepciones previas. En la mayor parte de los casos se presentan ya actuaciones didácticas concretas que aportan sugerencias para mejorar el aprendizaje de dichos temas. Destacamos las contribuciones de Gil y Martínez (2005), Bach, et al (2006), Sharp y Kuerbis (2006), Lelliot y Rollnick (2010) y Navarro (2011).

Nosotros hemos seleccionado de éstos, y otros trabajos más recientes, las concepciones mayoritarias, distinguiendo las relativas al Universo y el espacio profundo, al Sistema Solar, a la Tierra como objeto cósmico y al Sistema Tierra-Sol-Luna, porque pueden tener un origen diferente y unas implicaciones didácticas distintas.

Concepciones sobre el Universo, estrellas y espacio profundo

Muchas de las concepciones de los niños respecto al Universo, su origen y su estructura provienen de los medios de comunicación (documentales o informativos), de obras de ficción (libros, cuentos, o películas), o del conjunto de fuentes de información no formales. Así, conocen muchos términos relacionados con el espacio profundo (big-bang, galaxias, estrellas, constelaciones, agujeros negros, etc.), pero no hay evidencias ni garantía de que se asocien a realidades concretas.

Las ideas sobre el origen del Universo hacen referencia al “big-bang”, concebido como una explosión en la que se origina todo lo que hay en el Universo, que se convierte así en un “lugar” adimensional, sin estructura, en el que todo tiene la

misma edad y origen y en el cual se encuentran los distintos elementos (estrellas, galaxias, nebulosas, planetas, meteoritos...) sin jerarquizar. Algunos conceptos como el de “agujero negro”, por la propia magia y misterio del nombre, encierran especial interés para los niños, que desarrollan al respecto la idea del “saco” que todo lo traga.

Los elementos del espacio que mayoritariamente tienen existencia real y observable para los niños son las estrellas, y es por ello que son el cuerpo celeste sobre el que se han desarrollado más ideas previas, tanto respecto a su constitución, como a su formación o tamaño. No hay un solo escolar que no esté familiarizado con la iconografía popular sobre las estrellas, que en su paso por el aula de infantil no haya punteado, repasado o recortado estrellas y que no haya dibujado e identificado el cielo nocturno con la presencia de pequeñas estrellas, acompañando a una gran luna.

Su observación, como puntitos brillantes en el cielo, hace que los más pequeños consideren que su tamaño es menor que el del Sol, y por supuesto que el de la Tierra u otros planetas. El conocimiento escolar enseña que el Sol es una estrella, por eso los niños del nivel superior de Primaria “aceptan” que las estrellas son tan grandes como el Sol, pero que las vemos más pequeñas porque se encuentran muy lejos. Sin embargo, gran parte de los niños y adultos creen que los meteoritos son estrellas que caen (“estrellas fugaces” en la denominación popular), por lo que su auténtica comprensión sobre el tamaño estelar es bastante dudosa.

Los niños más mayores, en general, opinan que la galaxia está llena de estrellas, (lo que concuerda con la idea transmitida habitualmente de que las estrellas que podemos ver son incontables), y que se han formado todas a la vez (no tienen edad) tras el Big-Bang. Casi nunca se han fijado u observado en el color y el brillo que presentan, pero, si se les pregunta, consideran que las que brillan más son más grandes o están más cerca de la Tierra.

En cuanto a sus movimientos o distribución, tanto los niños como la mayoría de los adultos (algo que hemos podido comprobar a partir de nuestra propia experiencia en una amplia población de estudiantes de Magisterio) consideran que las estrellas y constelaciones aparecen en el mismo lugar del cielo todas las noches, se distribuyen uniformemente en el espacio y no se mueven. Una idea habitual, también entre nuestros alumnos, futuros maestros, es que la estrella Polar es la más brillante del cielo o que se encuentra en nuestro cenit.

Respecto a su composición, los niños más pequeños mantienen la idea de que están hechas de fuego y por eso brillan. A partir de los 10 o 11 años matizan que se componen de gases y o rocas ardientes gracias al conocimiento escolar sobre el Sol, pero la idea de que contienen fuego permanece como explicación del brillo estelar.

Como podemos ver en estas concepciones, la principal dificultad se da en manejar e incluso en imaginar las magnitudes del Universo en cuanto a tamaños o distancias. Las estrellas, en general, se consideran más pequeñas que el Sol, ya que éste se observa siempre en el cielo como una esfera grande. Por supuesto, la Tierra o el resto de los planetas, siempre contemplados a partir de representaciones y fotos, son mayores que las estrellas, que aparecen en los dibujos infantiles o en el cielo como puntos.

Las ideas relativas a la inmovilidad de los astros, permanentes entre la población estudiantil adulta, se basan en la ausencia de observaciones reales, así como el desconocimiento de constelaciones que permitan fijar estrellas determinadas para seguir su movimiento. Esta creencia sobre la inmovilidad de los objetos cósmicos lleva aparejada la idea de su inmutabilidad.

Sobre el Sistema Solar

Mucho más habituales que sobre el Universo son los conocimientos de los niños sobre el Sistema Solar, ya que en la escuela se introducen diversos contenidos respecto a su composición y los movimientos de sus astros. En general, ocurre como en el caso anterior que, además del conocimiento escolar, existen muchas otras fuentes de información, no siempre fiables, –documentales, mitología, astrología, etc.– que nos han familiarizado con los astros que nos acompañan.

Los planetas, la Luna y el Sol se identifican desde edades tempranas como componentes del Sistema Solar. Sin embargo, la mayoría de los niños poseen una concepción geocéntrica y creen que el Sistema Solar abarca todo aquello que está en el entorno del planeta Tierra, es decir, aquello que podemos ver en el cielo. Esta concepción se mantiene en muchos casos hasta edades adultas, y así hemos podido comprobar que muchos estudiantes de Magisterio afirman que el Sistema Solar está lleno de estrellas. Es muy raro, por otra parte, que entre los cuerpos del Sistema Solar se tengan en cuenta a asteroides, cometas, u otros satélites; pero sí a los meteoritos, que, como hemos dicho antes, pueden ser concebidos como estrellas que caen o cuerpos erráticos que vagan por el espacio y que pueden impactarnos en cualquier momento.

Sobre las relaciones de tamaños entre los distintos cuerpos, los niños más pequeños creen que la Tierra es el planeta más grande, mayor incluso que el Sol. Sin embargo, más adelante, son capaces de concebir que si el Sol da luz a toda la Tierra, deberá ser mucho mayor que ésta. Las imágenes que pueblan los libros de texto, las revistas, atlas, etc., muestran las características superficiales de los planetas y es fácil que los niños reconozcan a Júpiter como el planeta más grande, Saturno como el que tiene anillos o Marte como el planeta rojo.

En cuanto a los movimientos, la mayoría de los niños de Primaria, aunque saben que la Tierra tiene un movimiento de rotación, no creen que el Sol ni los demás planetas giren sobre sí mismos, una idea extensible, por supuesto, al resto de los cuerpos celestes que pueblan el Universo. Los niños de los niveles inferiores pueden creer que el Sol y la Luna giran alrededor de la Tierra, pero esta concepción geocéntrica se ve “superada” rápidamente cuando en la escuela se enseña que los planetas giran alrededor del Sol y que la Luna gira sobre la Tierra. Muy diferente es que esas afirmaciones les permitan explicar las relaciones que se derivan de esos movimientos, ya que, en general, no pasan de ser argumentaciones teóricas. Así, tanto a niños como adultos, les resulta muy difícil imaginar si el resto de los cuerpos del Sistema Solar, planetas, cometas o asteroides, tienen día y noche o estaciones.

La Tierra como objeto cósmico. Las relaciones del Sistema Tierra-Sol-Luna

Éste es uno de los aspectos más investigados desde antiguo con respecto a las concepciones iniciales de los niños. Desde los primeros trabajos de Nussbaun y Novak (1979) muchos profesores e investigadores se han interesado por la construcción de las relaciones del sistema Tierra-Sol-Luna, ya que es uno de los elementos fundamentales en la evolución histórica del conocimiento científico.

En general, todos estos trabajos ponen de manifiesto las dificultades de aprendizaje de los niños de enseñanza primaria sobre los fenómenos del día-noche, estaciones, fases de la luna, eclipses, etc., que involucran conceptos relacionados con matemáticas y física (relaciones espaciales, forma de la Tierra y de la Luna, gravedad, naturaleza de la luz, etc.) de los que frecuentemente tampoco se ha realizado un aprendizaje efectivo. Las concepciones iniciales y/o errores arrastrados desde el inicio de la escolarización permanecen en edad adulta, incluso en profesores en ejercicio. Hasta tal punto son frecuentes que, además de los trabajos publicados, existen numerosas bases de datos en Internet donde se exponen las principales ideas falsas respecto a las relaciones astronómicas, aunque sin análisis ni propuesta didáctica. En general, es de resaltar que se dan las mismas concepciones independientemente de la edad de la población o el país considerado.

Aquí intentaremos hacer una síntesis de los principales tópicos investigados:

La forma de la Tierra

Seguramente, la mayoría de los niños de Primaria de cualquier edad están familiarizados con la forma redonda de la Tierra. Han visto globos terráqueos y, sobre todo, han visto imágenes de la Tierra tomadas desde el espacio. Sin em-

bargo, es poco probable que acomoden claramente esta idea con sus experiencias sobre una superficie terrestre plana.

Algunos autores piensan que el desarrollo de las ideas de los niños desde una concepción de la Tierra plana a la Tierra esférica puede equipararse al desarrollo histórico. La mayoría de los estudios ponen en evidencia que los niños más pequeños, aunque afirmen que la forma de la Tierra es redonda, cuando se les pide que operen con modelos manifiestan concepciones planas. Muchos niños hasta los 8 o 10 años tienden a manejar un concepto plano de la Tierra con un “arriba” y un “abajo” absolutos. Los más mayores intentan conciliar sus experiencias con la comprensión científica de que la Tierra es redonda, lo cual requiere cambiar la perspectiva egocéntrica de las direcciones arriba y abajo con las múltiples perspectivas que se dan en la Tierra esférica en el espacio. Así, se generan muchas ideas falsas, como la de que se vive sólo en el hemisferio N, o bien que se vive en toda la Tierra, pero con una dirección “abajo” absoluta. Menos de un 20% de estudiantes de 16 años son capaces de dibujar una Tierra esférica con un “abajo” dirigido hacia el centro de la Tierra¹. En esto influyen las concepciones sobre la gravedad. Los profesores esperamos que comprendan que un cuerpo es atraído hacia el centro de la Tierra, pero en general los niños consideran que los cuerpos son atraídos hacia “abajo” o hacia la superficie terrestre, que se mantiene como un marco de referencia plano para el “arriba” y “abajo”.

Las concepciones sobre una Tierra plana implican también considerar el espacio como el cielo que vemos, es decir un manto que la cubre. La comprensión de la Tierra esférica, con gente que vive en todas partes, lleva progresivamente a comprender que el espacio rodea la Tierra en todas las direcciones.

Por otra parte, la consideración de una Tierra esférica dificulta enormemente la comprensión de las direcciones, orientación y uso de mapas y planos, así como de las relaciones astronómicas. En nuestra experiencia con estudiantes de Magisterio, hemos podido detectar muchas ideas alternativas al respecto:

- Los puntos cardinales son realmente puntos del planeta.
- El E y el W son puntos concretos (como el polo N y el polo S) que se encuentran sobre el Ecuador.
- El N está delante y el S detrás; o bien el N arriba sobre sus cabezas y el Sur abajo.
- La brújula nos permite saber dónde estamos si nos hemos perdido.

¹ Baxter, J. (1989) “Children’s understanding of familiar astronomical events”, *International Journal of Science Education*, vol.11, pp. 502-513.

Así, en un mapa o plano, el N se encuentra en el centro de la parte superior del mismo, y al dirigirnos desde cualquier lugar en el mapa hacia el N, trazariamos una línea hacia ese punto. Es una situación idéntica para el resto de los puntos cardinales. O bien, a la hora de expresar la latitud de cualquier punto de Andalucía, los estudiantes opinan que será Sur, ya que “Andalucía se encuentra en el Sur”.

Recientemente hemos constatado estos mismos problemas con estudiantes del MAES (Master Universitario en Profesorado de Educación Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas) titulados de distintas disciplinas como Biología, Farmacia, Ciencias Ambientales, etc (Figura 5).

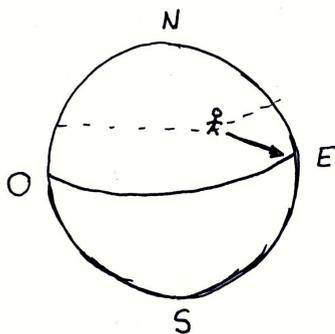


Figura 5. Dibujo de cómo dirigirse hacia el E desde nuestra latitud. 90% de los alumnos del Master Universitario en Profesorado de Educación secundaria, Bachillerato y Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas) (2012). Datos propios.

Las relaciones de tamaño dentro del sistema

Un requisito importante para poder comprender todas las consecuencias que se derivan de las relaciones astronómicas entre la Tierra, el Sol y la Luna es comprender su relación de tamaño. Los niños más pequeños, con sus modelos geocéntricos, opinan que la Tierra es el astro mayor de los tres; y respecto a la Luna y el Sol caben las dos posibilidades, la Luna mayor que el Sol o viceversa. Entre los más mayores se pueden encontrar gran variedad de concepciones, desde igual tamaño para los tres astros, a considerar la Tierra la más pequeña de todos. Solo un pequeño porcentaje de los niños de tercer ciclo comprende realmente que el Sol es una estrella y, por tanto, muy grande y que la Luna es un satélite y es más pequeña que la Tierra.

A pesar de que parece obvio conocer la relación de tamaño del sistema Tierra-Sol-Luna, nosotros hemos observado, en nuestra experiencia con estudiantes de Magisterio y adultos, que a la hora de expresar gráficamente los fenómenos de la iluminación de la Tierra, la traslación terrestre como causa de las estaciones, o los eclipses, la Tierra aparece siempre como una esfera más grande que el Sol, lo que impide completamente la comprensión de estos fenómenos (Figura 6).

La sucesión del día y la noche

La mayoría de los niños al ser preguntados proporcionan una explicación para la sucesión del día y la noche. La precisión de sus modelos explicativos depende de sus conocimientos respecto a factores como la forma de la Tierra, la rotación de la Tierra sobre su eje una vez cada 24h, la orientación del eje de rotación terrestre, etc. Así, podemos pasar desde las respuestas simplemente animistas como “el sol se va” o “la luna o las nubes tapan el sol”, a concepciones geocéntricas en las que “el sol gira alrededor de la Tierra”, o llegar hasta las más elaboradas que involucran la rotación terrestre. La idea de una Tierra en rotación entre un Sol y una Luna estáticos es muy frecuente en esta edad. Todas estas concepciones, incluso las geocéntricas, han sido exploradas también en personas adultas y maestros en ejercicio, encontrándose resultados similares a los de los escolares.

Sobre el recorrido aparente del Sol en el cielo, algunos de los más pequeños describen su movimiento como “sale y se va” en relación con sus respuestas animistas, pero los niños de 11 o 12 años suelen expresar su movimiento, verbalmente o con gestos, como un arco en el cielo y algunos pueden referirlo a los puntos cardinales. La causa de este recorrido del sol en el cielo se achaca a los dos movimientos de la Tierra, traslación y rotación, de un modo indiferenciado. También muchos adultos involucran los dos movimientos indistintamente o incluso los confunden o mezclan.

El origen de las estaciones

Navarrete et al. (2004) llevan a cabo una revisión bibliográfica sobre las interpretaciones de los alumnos acerca del fenómeno de las estaciones, resumiendo los modelos explicativos más frecuentes. Como en el caso anterior,

las explicaciones más simples y menos elaboradas, correspondientes en general a los niños de menor edad, involucran causas variadas, como que las nubes u otros planetas tapan el Sol, o geocéntricas, como el giro del Sol alrededor de la Tierra. Es frecuente también que muchos niños de Primaria propongan como explicación la rotación de la Tierra, siendo verano en la cara que da al sol e invierno en la opuesta. Algunos niños piensan que cuando es verano la Tierra gira más lentamente por lo que hay mayor irradiación solar. La inclinación del eje terrestre es mencionada por algunos alumnos del ciclo superior de Primaria,



Figura 6. La consideración del sol iluminando la Tierra como una bombilla impide comprender la incidencia de los rayos solares según las estaciones. Dibujo de un estudiante de Maestro de Educación Primaria. (2010). Datos propios.

pero como una respuesta teórica, ya que no saben aplicar el modelo, y con mucha frecuencia representan el eje terrestre apuntando a un punto del cielo distinto en cada una de las estaciones.

Pero, sin embargo, la concepción más extendida respecto al origen de las estaciones en personas de todas las edades, es la proximidad o lejanía de la Tierra al Sol en su movimiento de traslación, justificado por una órbita muy excéntrica. En algunos casos esta concepción se matiza con la inclinación del eje terrestre, es decir, la mayor o menor distancia al sol de cada hemisferio según la inclinación del eje. Esta parece ser la explicación más habitual en poblaciones de distinta edad y distintas culturas, un modelo que descansa en la “metáfora de la estufa”², es decir en la variación de temperatura que experimentamos cuando nos acercamos o alejamos de un foco de calor.

En el nivel de Primaria, incluso en las concepciones más ajustadas al modelo real, no hay constancia de que sus modelos incluyan la comprensión de la duración del día y la noche en cada estación, ni por supuesto la distinta posición de la salida y la puesta del sol cada día o su variación de altura en el cielo, ya que ni siquiera son conscientes de ello.

Los adultos manejan exactamente la misma variedad de ideas sobre estos procesos, además de algunas nuevas explicaciones, como que los días son más largos en verano y más cortos en invierno debido al cambio de hora (si no, durarían lo mismo). Es importante hacer notar que, como muchos de los niños, no han sido nunca conscientes de la variación de los movimientos aparentes del Sol en el cielo. Estudios realizados con nuestros estudiantes de Magisterio (datos propios) muestran que en sus representaciones gráficas (Figura 7) el eje terrestre puede o no estar, puede presentar cualquier ángulo de inclinación, puede apuntar a cualquier lugar del cielo a lo largo de la órbita, de manera que su importancia es meramente teórica. Del mismo modo, el plano de la eclíptica no tiene nada que ver con la órbita terrestre, por lo que algunas concepciones basadas en la observación de gráficos, hacen pasar a la Tierra por encima y por debajo del Sol, quedando iluminados el hemisferio S y el hemisferio N respectivamente. Es decir que tanto niños como adultos no comprenden los dibujos en 3D, considerándolos como de 2D.

² Navarrete, A; Azcárate, P y Oliva, J. M. (2004). “Algunas interpretaciones sobre el fenómeno de las estaciones en niños, estudiantes y adultos: Revisión de la literatura”, *Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias*, vol. 1, nº 3, pp. 146-166.

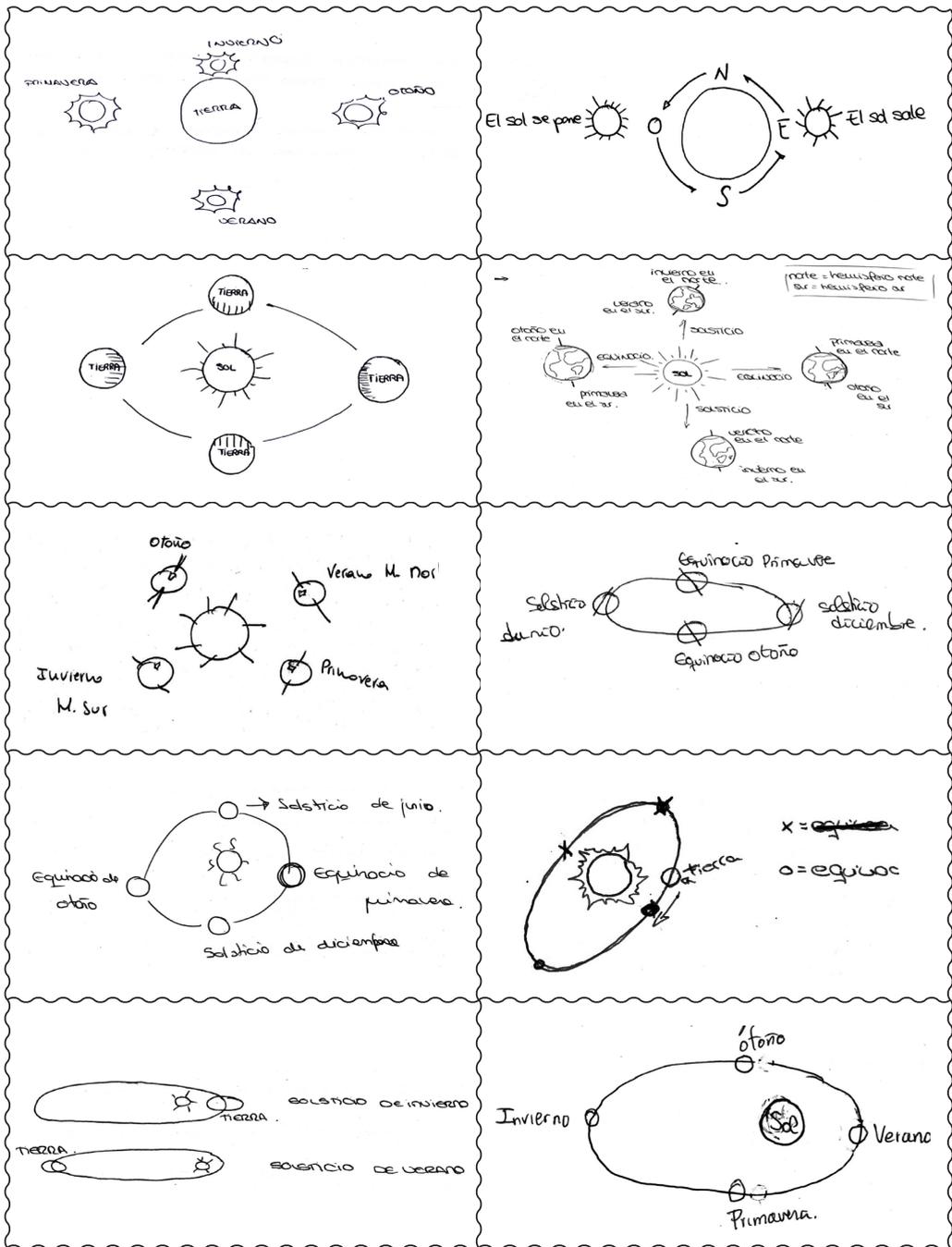


Figura 7. Modelos sobre el origen de las estaciones. Podemos ver: el Sol girando alrededor de la Tierra; el Sol iluminando la Tierra desde arriba o desde abajo; ejes terrestres cambiantes; modelos sin ninguna capacidad explicativa, y, por supuesto, el modelo clásico de la órbita superexcéntrica que considera el verano cuando pasamos cerca del Sol. Dibujos de estudiantes de 1º curso de Maestro de Educación Primaria (2010).

Las fases de la Luna y Eclipses

La Luna, junto con el Sol, es el cuerpo celeste más reconocido por los niños de todas las edades. Su imagen dibujada aparece en todas las representaciones de la noche. Nos acompaña cuando vamos por la calle y nos sigue hasta casa. La vemos prácticamente todas las noches y desde todos los sitios. Además, es también el único lugar fuera de la Tierra al que el hombre ha viajado, y sus fotografías desde el espacio o de su superficie se pueden ver en cualquier lugar común. Unos simples prismáticos nos permiten ver algunos de sus rasgos superficiales y, así, es fácilmente reconocible para todos los niños en su forma redonda, con sus cráteres y “mares” (denominados científicamente marías).

En general todos saben que la Luna cambia de forma y reconocen las distintas apariencias, incluso entre los más pequeños se conocen las expresiones “creciente”, “menguante” y “llena”. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes de cualquier edad, e incluso la mayoría de los adultos, creen que la Luna no se mueve a lo largo de la noche o no pueden definir correctamente el movimiento aparente de la Luna en el cielo. Los niños de 10 a 12 años, aunque no se hayan fijado en el movimiento de la Luna cada noche, creen que si la vemos moverse en el cielo será como consecuencia de que la Luna gira alrededor de la Tierra, una información que ya ha sido aportada en la escuela. La mayoría no son capaces de definir este periodo de traslación y la respuesta más frecuente es de 1 día. Pocos son conscientes de que se pueden ver la Luna y el Sol al mismo tiempo en el cielo, y es más frecuente asociar esta imagen a la mañana que a la tarde.

Respecto a las fases de la luna, aparte de las respuestas más ingenuas de los niños de menor edad, que señalan la presencia de nubes o montañas que tapan la Luna, la mayoría de las concepciones hacen referencia a la sombra de algún otro cuerpo celeste, preferentemente la de la Tierra, como causa de las fases lunares. Esta concepción es también la más aceptada entre los grupos de adultos en los que se ha investigado. La identificación de las fases lunares con la causa de los eclipses hace que algunos niños o adultos consideren que hay eclipses de luna todos los meses.

Sin embargo, muchos de los niños de 5 o 6 de primaria se refieren a las fases de la Luna como la diferente porción que vemos de la cara iluminada por el Sol debido a su órbita alrededor de la Tierra y en estos casos tienen conciencia de la regularidad y carácter cíclico de dicho movimiento. A pesar de ello, diversas cuestiones relativas al modelo pueden permanecer mal explicadas, como que los diferentes países ven fases diferentes de la Luna en el mismo día, o que si en el hemisferio N vemos la luna llena, en el hemisferio S la verán en fase nueva.

Como podemos ver, hay una cierta progresión de las ideas desde las concepciones más ingenuas de los niños más pequeños hasta las que manejan las relaciones orbitales, que pueden evolucionar desde los modelos geocéntricos a los heliocéntricos presentes ya en niños mayores o adultos. Aun así, la permanencia de concepciones falsas en la edad adulta sugiere que los movimientos orbitales no son fáciles de comprender. Generalmente los conceptos se construyen sin hacer observaciones sistemáticas previas, es decir, a partir de instrucciones escolares que no generan aprendizajes efectivos. Por ejemplo, los niños muy pequeños se interesan en la presencia de la Luna y en muchos casos, ante sus preguntas, los padres responden con respuestas o referentes animistas. Cuando llegan al colegio se les enseña que es un astro esférico que gira alrededor de la Tierra y que la vemos con diferentes formas según la ilumina el Sol, en general a partir de un modelo o dibujo bidimensional, en el que aparece la Luna en todas sus posiciones alrededor de la Tierra, con su porción iluminada por el Sol (Figura 8). En la mayoría de los casos, la interpretación de estos esquemas respecto a cómo vemos la parte iluminada es bastante dudosa y lleva a considerar que todas las posiciones se ven a lo largo de la noche. Al no hacer ninguna observación sistemática sobre sus movimientos en el cielo o su carácter cíclico, estos modelos mal comprendidos no entran en crisis y satisfacen sus expectativas escolares (Figura 9).

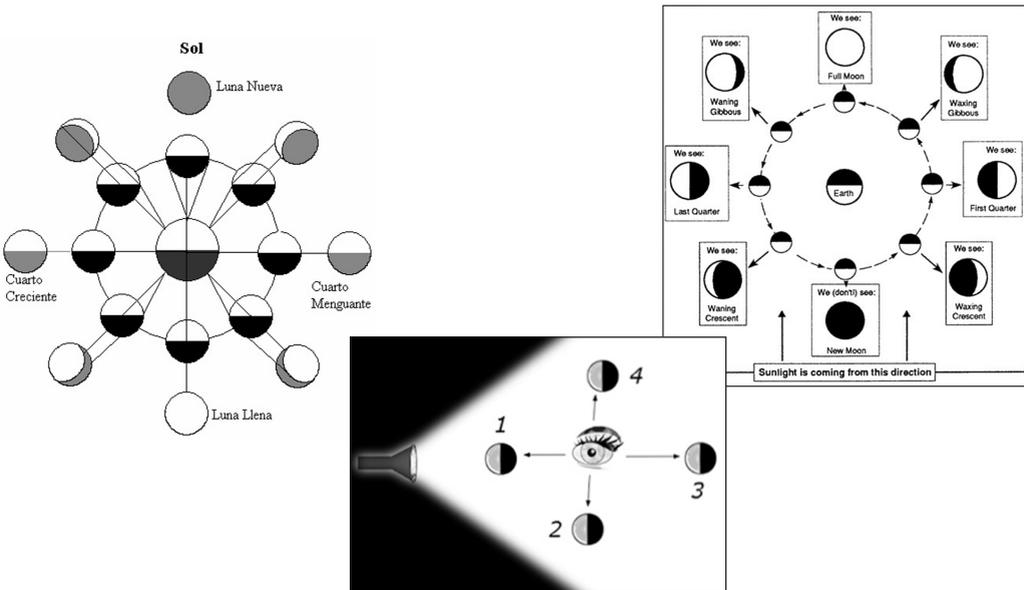


Figura 8. Distintos modelos sobre las fases de la luna, extraídos de páginas de Internet de uso común y similares a las de muchos libros de texto, de difícil comprensión para los niños. [<http://www.sc.edu/sbweb/fisica/celeste/luna/luna.htm>] (<http://www.astrosociety.org/edu/publications/tnl/12/12s.html>) [<http://www.planetmad.es/saber/luna.html>].

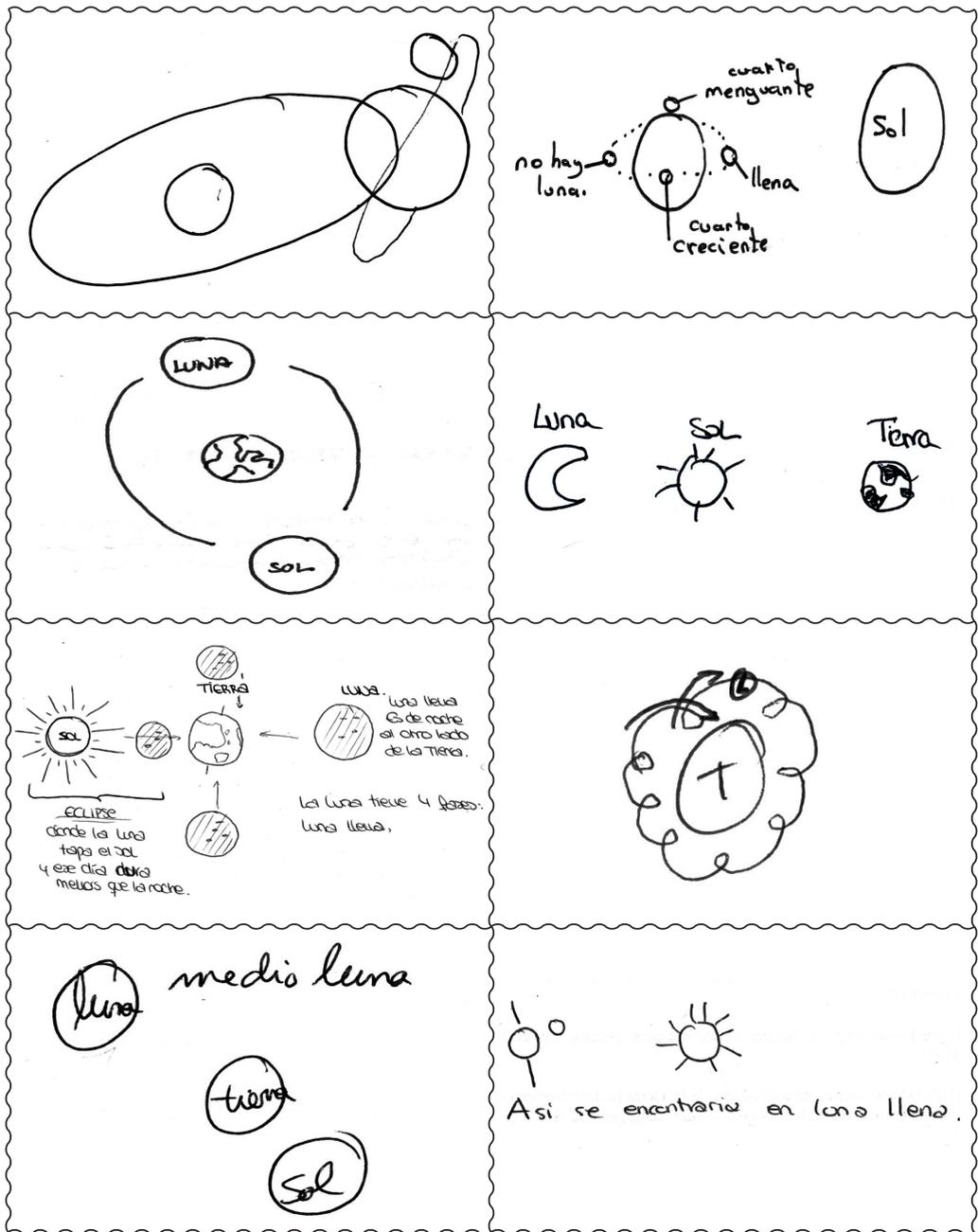


Figura 9. Distintos modelos sobre las fases de la Luna. Podemos ver desde la Luna girando alrededor del Sol, a modelos oscilatorios alrededor de la Tierra. En la mayoría de los casos se identifica la Luna llena con la nueva, por considerarla mejor iluminada por el Sol. En el modelo más elaborado se confunde el eclipse con la duración del día. Dibujos correspondientes a estudiantes de Maestro de Educación Primaria (2009). Datos propios.

CONCEPCIONES RELATIVAS AL PLANETA TIERRA EN SUS ASPECTOS GEOLÓGICOS

Como ya hemos comentado, los trabajos sobre concepciones alternativas en Ciencias de la Tierra, y en particular en aspectos geológicos, tienen todavía poco desarrollo, debido, en parte, a la poca importancia que se da a sus contenidos durante la educación Primaria y Secundaria en relación con otras ciencias. Es frecuente que en algunas bases de datos de consulta sobre errores conceptuales, como la de CCADET de la UNAM (2004), ni siquiera exista un apartado dedicado a las Ciencias de la Tierra. En general, los estudios son tan escasos que es difícil generalizar y modelizar la evolución de las concepciones alternativas en este campo.

La mayoría de los trabajos se han centrado en las concepciones sobre elementos concretos como volcanes, rocas, montañas, etc., pero son todavía escasas las investigaciones que aborden los procesos y fenómenos integrados en la dinámica terrestre, que revelen una comprensión causal y una evolución temporal y las dificultades de aprendizaje que estas relaciones implican³.

Aquí hemos agrupado las aportaciones en torno a cuatro grandes áreas: origen y estructura de la Tierra, materiales terrestres, dinámica y evolución.

Origen del planeta y estructura de la Tierra

El origen de la Tierra, como el del Universo, se suele relacionar con explosiones, bien directamente el Big-Bang (donde se origina todo) o bien a partir de las explosiones de estrellas o galaxias, choques de estrellas, planetas u otros cuerpos, pero casi siempre como consecuencia de un evento catastrófico. La mayoría de los niños han adquirido esta visión de fuentes no formales, ya que la idea del Big-Bang forma parte de muchos libros infantiles de ciencia, programas educativos de televisión, o incluso canciones populares, aunque algunos niños lo confundan con el impacto de un meteorito⁴. Hay una evolución desde las ideas geocéntricas, –antes de la Tierra no hay nada– o con cierto sentido mitológico, hasta planteamientos más científicos en los que se incorpora un vocabulario más adecuado. Un estudio con niños portugueses de 10-11 años revela que las concepciones sobre cómo se obtiene información científica respecto al origen de la Tierra invo-

³ Blake, A (2005). “Do young children’s ideas about the Earth’s structure and processes reveal underlying patterns of descriptive and causal understanding in earth science?”, *Research in Science & Technological Education*, vol. 23, nº 1, pp. 59-74.

⁴ Trend, R (2001). “An Investigation into the Understanding of Geological Time among 17-year-old Students, with Implications for the Subject Matter Knowledge of Future Teachers”, *International Research in Geographical and Environmental Education*, vol. 10, nº 3, 298-321.

lucran el estudio de las rocas, los volcanes, el fondo del mar, o los fósiles, demostrando que consideran que el origen de la vida y de la Tierra se da simultáneamente, y no sólo de la vida, sino, en concreto, el origen de la humanidad⁵.

Es particularmente interesante que muchos niños creen que el fondo del mar es lo que ha permanecido más inalterable desde la formación del planeta y donde se encuentran las rocas más antiguas. No es de extrañar, ya que aunque la permanencia de las cuencas oceánicas está en desacuerdo con las teorías tectónicas actuales, ha sido la concepción científica aceptada hasta mediados del siglo XX.

Es frecuente que los niños más pequeños consideren que el interior terrestre está hecho de fuego, aunque más aisladamente puedan hacer referencia a la presencia de otros elementos como imanes e incluso lagos o mares. A partir del ciclo superior de Primaria aparece una concepción más científica, considerando el interior terrestre dividido en capas concéntricas, aunque su cantidad, dimensiones y estado físico puede ser muy variable y, en general, no son capaces de determinar la causa de esta distribución. En algunos casos, niños y estudiantes de cursos superiores dibujan la tierra dividida en capas horizontales, de manera que la más profunda se encuentra en el polo Sur.

Los tamaños relativos de las capas pueden variar, pero, en general, los niños consideran la idea de una corteza enorme y un núcleo muy pequeño. Nosotros hemos comprobado que, al pedir a los estudiantes de Magisterio que hagan una analogía de la Tierra con algún elemento conocido, piensan generalmente en una cebolla –con multitud de capas–, o una manzana –con un núcleo muy pequeño–.

La idea más extendida respecto al estado físico de los materiales terrestres es que el interior terrestre en su conjunto se encuentra en estado fundido⁶. Hemos podido evidenciar cómo esta concepción se mantiene exactamente igual entre los universitarios (Figura 10); así, estos estudiantes, que conocen la terminología científica, corteza, manto y núcleo, opinan que excepto la corteza todo se encuentra en estado fundido. El papel de la corteza es proteger la Tierra y evitar que el magma se escape. Es también posible que algunos niños, basándose en su experiencia respecto al calor del Sol, piensen que el interior terrestre será más frío ya que no le llegan los rayos del sol⁷.

⁵ Marques, L & Thompson, D. (1997). "Portuguese students' understanding at ages 10-11 and 14-15 of the origin and nature of the Earth and the development of life", *Research in Science & Technological Education*, 15 (1), 29-51.

⁶ Ver Lillo, J. (1994). "An analysis of the annotated drawings of the Internal Structure of the Earth made by Students aged 10-15 from Primary and Secondary Schools in Spain". *Teaching Earth Sciences*, vol 19, pt. 3, pp. 83-87; y Blake, A. (2001) "Developing Young Children's Understanding: An Example from Earth Science", *Evaluation and Research in Education*, vol 15, nº 3, pp. 154-163.

⁷ Dal, B. (2007). "Critical Learning Barriers and Develop A Deep Understanding of Geology?" *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 251-269.

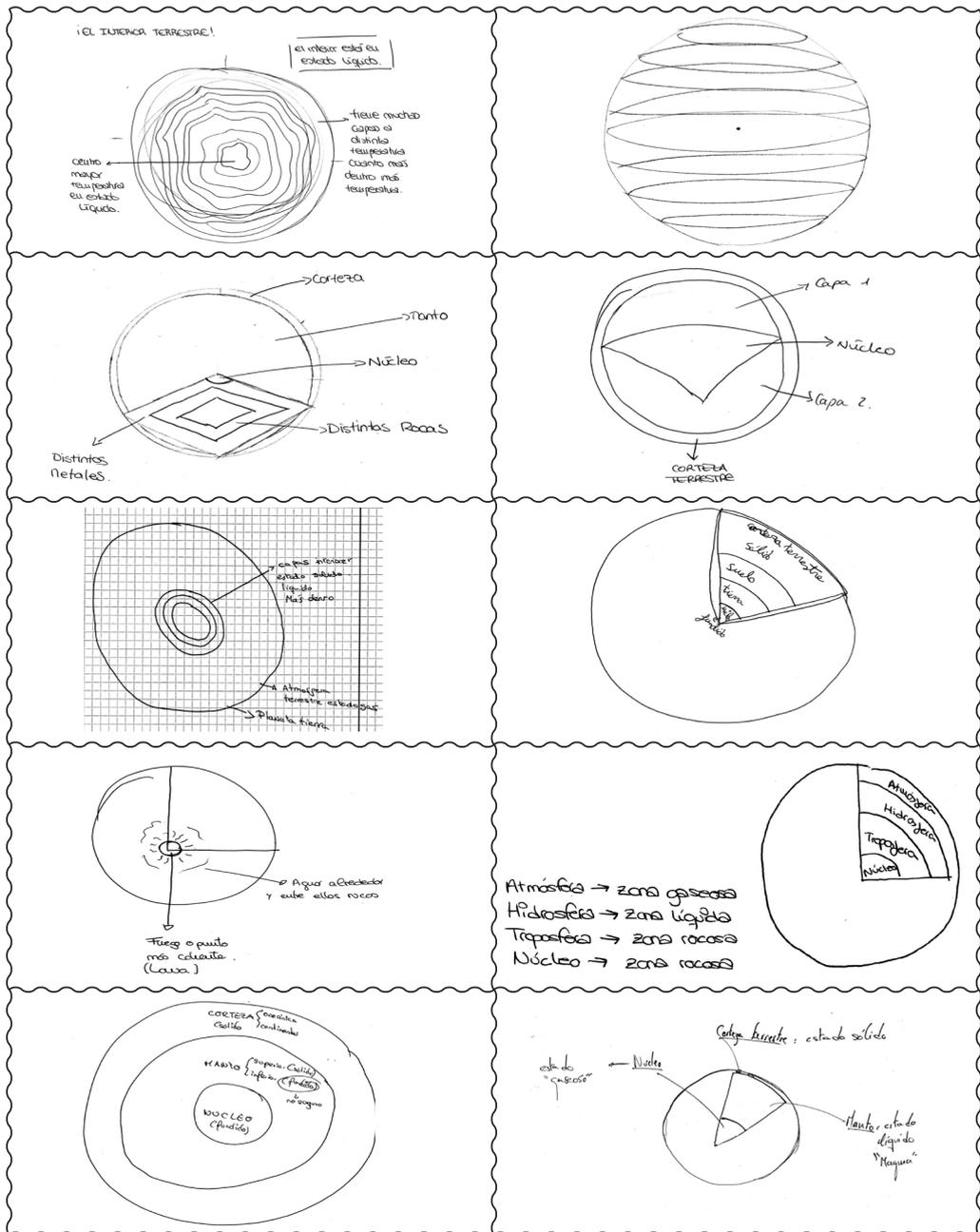


Figura 10. Distintos modelos del interior terrestre: distribución en múltiples capas adimensionales y sin nombre (modelo “cebolla”, el más representado); capas horizontales; dibujos que intentan reconstruir en dos dimensiones esquemas de los libros en tres dimensiones; confusión con las capas de la atmósfera; e incluso, en los modelos más próximos a la realidad, la corteza es enorme (mayoría de los casos) y el núcleo es pequeño y lo consideran fundido o en estado gaseoso. Dibujos de estudiantes de primero de Maestro de Educación Primaria (2008-9). Datos propios.

Respecto a la distribución de continentes y océanos, parece frecuente que los estudiantes piensen que hay un descenso de altitud desde el centro de los continentes hasta el centro de los océanos; una idea potenciada por los gráficos de múltiples temas escolares, y por la propia experiencia al bañarnos en la costa. Por esta razón la masa de agua es mayor en el centro de los océanos y por lo tanto el fondo se hunde progresivamente bajo el peso de la masa de agua⁸.

En cuanto a las características físicas del planeta, como gravedad o campo magnético, aunque se han realizado bastantes estudios de cómo los estudiantes conceptualizan estas propiedades desde el punto de vista físico, pocos lo han hecho en un contexto geológico. En cualquier caso, cualquiera de las concepciones alternativas respecto a estos fenómenos va a interferir en su comprensión de las propiedades del planeta.

Aunque la mayoría de las investigaciones se han centrado en estudiantes de Secundaria o de Universidad, la síntesis de las ideas principales de los niños de Primaria respecto de la gravedad, reflejan que ésta es conceptualizada como una propiedad de la Tierra que nos mantiene pegados a ella, y que se hace evidente en la caída de los cuerpos. Asimismo, consideran que la gravedad requiere de un medio para actuar, concretamente el aire, y donde no existe no hay gravedad, por ejemplo en la Luna⁹. A su vez, los alumnos tienden a interpretar de forma común la atracción gravitatoria y la atracción magnética, algo que hemos podido observar también en gran parte de los estudiantes de Magisterio. Las investigaciones sobre paleomagnetismo (estudio de los cambios del campo magnético terrestre y su registro en las rocas) han constituido el puntal definitivo para el establecimiento del crecimiento del fondo oceánico y la deriva continental. Sin embargo, para la mayoría de las personas el campo magnético (si conocen su existencia) es invariable desde el origen del planeta y no puede magnetizar las rocas¹⁰.

Es obvio que el conocimiento exclusivamente descriptivo de la Tierra, sin referencia a su origen y evolución, sin analizar las consecuencias de sus características físicas sobre los fenómenos que observamos en superficie, o sin analizar las semejanzas y diferencias con nuestros hermanos del Sistema Solar, deriva en un conocimiento inútil, pobre y fragmentado de nuestro planeta.

⁸ Marques, L & Thompson, D. (1997). *op.cit.*

⁹ Flores Camacho, F. (Coord.) (2004). *Caracterización de ideas previas. Base de datos*. CCADET Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico antes Centro de Instrumentos, UNAM.

¹⁰ Marques, L. & Thomson, D. (1997). "Misconceptions and conceptual changes concerning continental drift and plate tectonics among Portuguese students aged 16-17", *Research in Science and Technological Education*, 15, 195-222.

Materiales terrestres

Aunque al hablar de los materiales terrestres tendríamos que hacer referencia a los estudios sobre la materia, éstos se abordarán en el tercer apartado de este capítulo. Aquí nos vamos a referir exclusivamente a las ideas previas relativas a los materiales terrestres desde el punto de vista geológico, es decir, a rocas y minerales como componentes de la geosfera.

De nuevo, no son muchas las investigaciones en este campo. Dove (1998) realiza una revisión de los estudios sobre ideas alternativas en ciencias de la Tierra hasta ese momento y recopila algunas de las concepciones más frecuentes sobre las rocas. La mayoría de estos estudios revelaron que los estudiantes de todas las edades, incluso los de cursos superiores, perciben como roca cualquier material compacto, pesado, duro, grande u oscuro y tienen dificultades para distinguir entre un fragmento rocoso observado en el laboratorio o en el aula, es decir una muestra concreta, con la generalización del concepto roca en su afloramiento natural. Así consideran la apariencia de los ejemplares de estudio como la forma, el tamaño, el tacto o el color como características propias de las rocas y discriminantes entre los distintos tipos.

En cuanto a los minerales, únicamente se consideran como tales aquellos que son brillantes y más o menos transparentes, que presentan una forma cristalina externa o algún color llamativo, considerando mineral sólo aquello que es bello o valioso. La forma externa geométrica que presentan algunos minerales es considerada como el resultado de la talla del hombre, nunca se concibe como el resultado de un proceso natural.

La confusión generalizada entre rocas y minerales, y la incapacidad de distinguirlos tanto a nivel conceptual como sobre ejemplares concretos, se presenta también en todas las edades. Nuestra experiencia con estudiantes de Magisterio confirma que, para la mayoría, las rocas no están formadas por minerales, sino que éstos se encuentran en las cuevas o en las minas, entendidas éstas también como agujeros naturales y no como el resultado de la perforación y extracción del hombre. Así para encontrar minerales hay que encontrar minas. De un modo similar, las rocas no son constituyentes de la Tierra, sino que se encuentran en el paisaje de la misma manera que los árboles por ejemplo, o se encuentran exclusivamente en las montañas –el suelo que pisamos en una llanura o en un valle no es de roca–.

Existe cierta dificultad para distinguir los materiales naturales de los procesados y bastantes estudiantes consideran, por ejemplo, el ladrillo como una roca, o metales como Pb, o aleaciones como el acero, como minerales. En esta misma línea es también muy frecuente que cualquier ejemplar rocoso pulido se considere mármol, y por la misma razón, un mármol sin pulir no se considere como tal.

En general, los niños no consideran que minerales o rocas sean recursos útiles ni frecuentes, ni pueden señalar prácticamente ningún uso común para ninguno de ellos, excepto la joyería.

Respecto a la formación de las rocas, algunos niños no tienen ninguna concepción sobre el origen de las rocas, simplemente porque consideran que las rocas no tienen una historia, creen que “siempre han estado ahí” y no se pueden estar formando en la actualidad. Así, rocas y minerales se formaron a la vez que el planeta, y tienen la misma antigüedad que la Tierra. Algunas concepciones más evolucionadas implican causas naturales para la formación de las rocas-volcanes o terremotos-, pero siempre correspondientes a un pasado lejano.

Niños de los cursos superiores de Primaria reflejan su conocimiento escolar involucrando algunos de los procesos generadores de rocas, generalmente sedimentarios o ígneos; pero, en general, no hacen referencia al ciclo de las rocas, o bien consideran éste como causa y no como modelo, y no son capaces de relacionar todos los elementos del ciclo, entendiéndolo con un orden o una secuencia determinada.

Pedrinaci (2001), resume las posibles concepciones respecto al origen de las rocas entre niños de 12 a 15 años, desde aquellas que consideran las rocas como materiales muy estables no sometidos a cambios relevantes, excepto la erosión, hasta aquellas que consideran la sedimentación o el magmatismo como procesos constructivos.

Por su parte, Kusnick (2002), encontró que muchos estudiantes universitarios de un curso introductorio de geología describían la formación de las rocas como la producción de una muestra de mano particular, generalmente como la destrucción de la roca en los trozos más pequeños observados en clase, invocando mecanismos de erosión y transporte. Estos mismos estudiantes consideraban que las rocas se formaron en el lugar donde se encuentran actualmente y, a pesar de conocer la edad de la Tierra o la magnitud del tiempo geológico, citaron tiempos sorprendentemente cortos para describir la formación de las rocas.

Es claro que la visión de los niños sobre las rocas no tiene nada que ver con la visión científica de las mismas. Las propiedades que a los niños les resultan más llamativas –color, forma de los fragmentos, peso– no tienen significado desde el punto de vista geológico. La utilización del lenguaje coloquial influye mucho en la construcción de ideas previas sobre los materiales terrestres: roca, piedra, cristal, guijarro, canto, “chino”, etc., tienen a menudo un significado en el lenguaje común diferente a su significado científico. Un ejemplo de una confusión frecuente se da entre los términos vidrio y cristal. Ford (2004), pone en evidencia que, dada la escasa formación geológica con la que se acaban los estudios obligatorios, las concepciones sobre rocas y minerales de los estudiantes adultos difieren muy poco de las de los niños.

Escolarmente, se pasa demasiado rápidamente de la definición de roca a la clasificación de las mismas en función de su origen. Sin embargo, sin una adecuada conceptualización de lo que son las rocas y su significado como constituyentes del planeta, los términos sedimentario, ígneo o metamórfico no tienen ningún sentido. Por otra parte, hemos visto que para la mayoría de los niños el hecho de considerar que las rocas no tienen historia funciona como una barrera crítica de aprendizaje. Es importante comprender que las rocas tienen una edad, que se han formado en un momento concreto y un lugar determinado, y que esos procesos siguen actuando en la actualidad. Las rocas que vemos expuestas en la superficie actualmente son sólo una pequeña muestra en el tiempo y en el espacio de la transformación constante de los materiales de la corteza terrestre. Parte del desafío de relacionar muestras de rocas y minerales con sus procesos de formación implica la comprensión de una escala extensa del espacio y tiempo geológico, y la capacidad de visualizar o imaginar el lugar de yacimiento de una roca en otras condiciones geológicas y climáticas.

Estudiar la formación de las rocas en el contexto del “ciclo de las rocas” ayuda a estructurar el conocimiento de los niños. Entender el ciclo de las rocas permite el desarrollo de importantes capacidades, como la de establecer relaciones de causalidad que relacionan secuencias de procesos y productos a lo largo del espacio y el tiempo y que ayudan a conformar unas estructuras de pensamiento transferibles a cualquier otro concepto. La observación de ejemplares desde la perspectiva del ciclo conlleva la selección de criterios de clasificación relevantes, que se imponen a la mera identificación de las muestras.

Un acercamiento exclusivamente descriptivo a la identificación de las rocas puede dar lugar al reconocimiento de algunos ejemplares simples, pero la comprensión conceptual sobre por qué las rocas encajan en uno u otro grupo, o cuáles son las causas de las diferencias que exhiben los distintos ejemplares, es mínima. Sin una conexión explícita al propósito geológico de la observación, descripción e identificación de las rocas no hay ninguna razón que obligue a los estudiantes para favorecer un tipo de observación sobre otro. De hecho, hay muchos niños que pueden favorecer las características no geológicas, tales como el color, peso o tamaño, sobre su textura o estructura. La finalidad de la observación de las rocas no debe ser nombrarlas o etiquetarlas, con el stress que supone no conseguirlo o fallar, sino descubrir sus características identificativas y cómo han llegado a poseerlas en relación con su origen¹¹.

¹¹ Hawley, D. (2002). “Building conceptual understanding in young scientists”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 50, n. 4, p. 363-371.

Por otra parte, la consideración de rocas y minerales como recursos, su uso habitual y la dependencia del hombre de los mismos, puede acercar los materiales terrestres a la realidad cotidiana de los niños facilitando su aprendizaje y valoración de su interés, tanto desde el punto de vista científico como económico.

Dinámica terrestre

La comprensión del funcionamiento de la “máquina terrestre” es singularmente importante para entender muchos de los fenómenos que en ella ocurren. Vivimos en un planeta activo y “sufrimos” o nos maravillamos ante sus consecuencias. La combinación de la energía interna, causante de la formación del relieve y cambios configuracionales a escala planetaria, y la energía solar, que moviliza las capas fluidas, creando interacciones de relevancia a escala paisajística y humana, nos permite vivir un momento único de la Historia de la Tierra. Nuestro planeta evoluciona; nunca antes fue como es ahora, ni será igual en el futuro, y esto forma parte de la magia de conocerlo y entenderlo.

Dinámica externa terrestre

► Ciclo hidrológico

Como en el resto de aspectos geológicos, hay pocas investigaciones respecto a las ideas previas relativas al ciclo hidrológico, a pesar de ser un concepto de gran relevancia y uso en ciencias de la Tierra y ciencias ambientales, de la importancia social del agua como recurso y de incluirse en los contenidos básicos de primaria en prácticamente todos los países. Dejando de lado los aspectos físicos de los cambios de estado del agua implicados en el ciclo, se manejan aquí un conjunto de concepciones variadas que evolucionan con el conocimiento escolar, pero en las que subyacen numerosas desviaciones del modelo científico. Shepardson et al. (2008) realizan un estudio con una muestra de estudiantes de distintos estados americanos y diversas edades entre la escuela elemental y la secundaria. Sus resultados expresan que, en general, las concepciones de los niños más pequeños sobre el ciclo del agua se focalizan en un único aspecto, por ejemplo, masas de agua superficial conectadas entre sí, o la lluvia entendida como fenómeno meteorológico. Ideas más evolucionadas, de los niños más mayores, se centran en la relación evaporación-condensación-precipitación, en la que el agua sigue un único camino, en general, sin participación del agua subterránea ni las salidas de la misma a la superficie. La concepción más compleja en la que el ciclo hidrológico supone una transformación, almacenamiento y transporte del agua por diversos caminos, sólo se da en algunos de los niños más mayores.

En éste y otros estudios¹² se señala como muy característica la desconexión del ciclo del agua con los otros sistemas terrestres como la geosfera (no existe penetración del agua en la Tierra o no se tiene en cuenta la acción geológica de los cursos de agua), la atmósfera (independencia entre el ciclo del agua y el clima, siendo la lluvia el único elemento meteorológico que se considera) o la biosfera (no hay participación de seres vivos en el ciclo, y se muestra una desconexión total con la actividad humana, ni en el uso del agua como recurso, ni como causa de contaminación). Este estudio demuestra que la mayoría de los niños tienen dificultades para entender la dinámica cíclica, considerando que el ciclo del agua tienen un principio y un fin: un principio en la formación de las nubes y un final en el regreso de las aguas superficiales al océano. Esto puede llevar a ideas erróneas, como que la cantidad del agua del mar aumenta con el tiempo por el aporte de los ríos, o que, si se produce un crecimiento de la población y aumenta el consumo, disminuye la cantidad total de agua del sistema.

Por nuestra parte, hemos podido evidenciar con estudiantes adultos cómo son muchas las ideas falsas que subyacen en relación con los distintos aspectos del ciclo. Una de ellas es la necesidad de que existan montañas o paisajes montañosos para que se produzca la precipitación. De este modo, la lluvia que se produce en nuestros núcleos urbanos o en las llanuras está completamente desconectada con el ciclo hidrológico. Es el agua que cae en las montañas la que alimenta exclusivamente los cursos de agua superficiales y es el origen de los ríos, desligados completamente de los acuíferos; una idea que permanece en los estudiantes y adultos desde su edad escolar. Del mismo modo es también frecuente la creencia de que en el océano sólo se produce evaporación y no llueve nunca, mientras que en los continentes ocurre lo contrario. Algo muy relacionado con la idea de que el ciclo tiene un principio y un fin y las dificultades para comprender la dinámica cíclica de los sistemas terrestres.

En cuanto al agua superficial, existe una clara progresión desde las concepciones de los niños más pequeños, que consideran los ríos como cauces simples, hasta una cuenca hidrográfica más compleja en relación con otras masas de agua superficiales o subterráneas. La mayoría de los niños conoce dónde se produce la desembocadura de los ríos, pero presenta dificultades de comprensión respecto a su origen. La idea de que los ríos fluyen hacia abajo en el sentido de la pendiente, se mezcla con la concepción de que los ríos fluyen necesariamente hacia el S. Es, también, frecuente que los niños conciban los ríos en un ambiente rural, en

¹² Ver, por ejemplo, Assaraf, O. B. y Orion, N. (2005). "Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 42, nº 5, pp. 518-560.

cierto sentido idílico, como algo que forma parte de la naturaleza ajeno a su vida cotidiana. No existe ninguna conexión entre los ríos y los usos del agua.¹³

En relación con el agua subterránea, existen numerosas concepciones iniciales derivadas, en general, de trasladar la experiencia sobre la circulación del agua superficial a la circulación subterránea. Aunque existen pocas investigaciones al respecto¹⁴, se pone en evidencia la dificultad de comprender conceptos como porosidad y permeabilidad y la gran variedad de ideas alternativas al respecto.

Nosotros hemos estudiado, aunque de un modo cualitativo, las concepciones de varios grupos de estudiantes de Magisterio de la especialidad de Infantil y Primaria sobre el agua subterránea (Figura 11). Los resultados muestran una serie de ideas falsas recurrentes, que, entendemos, no deben ser muy diferentes de las que posean otros adultos y probablemente de las de los niños, entre las que destacan:

- a) En el reparto de agua en el planeta la proporción del agua subterránea es la fracción  más pequeña, mucho menor que la de las aguas superficiales.
- b) El agua ~~solo~~ penetra en el subsuelo a través de rocas fracturadas.
- c) El agua subterránea se encuentra a gran profundidad y su única salida a superficie es a través de pozos.
- d) El agua se almacena en el interior terrestre en lagos subterráneos y es estática o bien circula a través de ríos similares a los superficiales.
- e) El agua subterránea circula independientemente de los cursos de agua superficiales con los que no tiene ninguna conexión.
- f) Los ríos nacen en las montañas a partir del agua de lluvia.

Estas concepciones dificultan la comprensión de la participación del agua subterránea en el ciclo hidrológico y justifica su escasa consideración en el mismo. Por otra parte, los estudiantes no pueden valorar en su justa medida la importancia de las aguas subterráneas como recurso, ni el peligro de su contaminación o sobreexplotación.

Dada la presentación escolar típica, la mayoría de los niños enfocan el ciclo del agua desde sus aspectos físicos: evaporación-condensación y precipitación. La desconexión del ciclo del agua con los sistemas terrestres y con los sistemas vivos obvia su importancia como recurso, uno de los principales problemas de la sociedad actual, así como el papel del agua como agente geológico, uno de los

¹³ Dove, J. E., Everett, L. A. y Preece, P. (1999). "Exploring a Hydrological Concept through Children's Drawings", *International Journal of Science Education*, vol. 21, nº 5, pp. 485-97.

¹⁴ Ver Cortés Gracia, A. L. (2004). "Ideas sobre la permeabilidad en estudiantes de Magisterio", *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), pp. 37-46 y Dickerson, D. L. and Dawkins, K. R. (2004). "Eighth grade students' understandings of groundwater", *Journal of Geoscience Education*, vol. 52, pp. 178-181.

procesos geológicos más fáciles de observar y que permite entender como los medios físicos y el paisaje cambian a lo largo del tiempo. El ciclo del agua da la oportunidad única de un enfoque holístico, en términos naturales y sociales, que permite superar un conocimiento parcial sobre el agua.

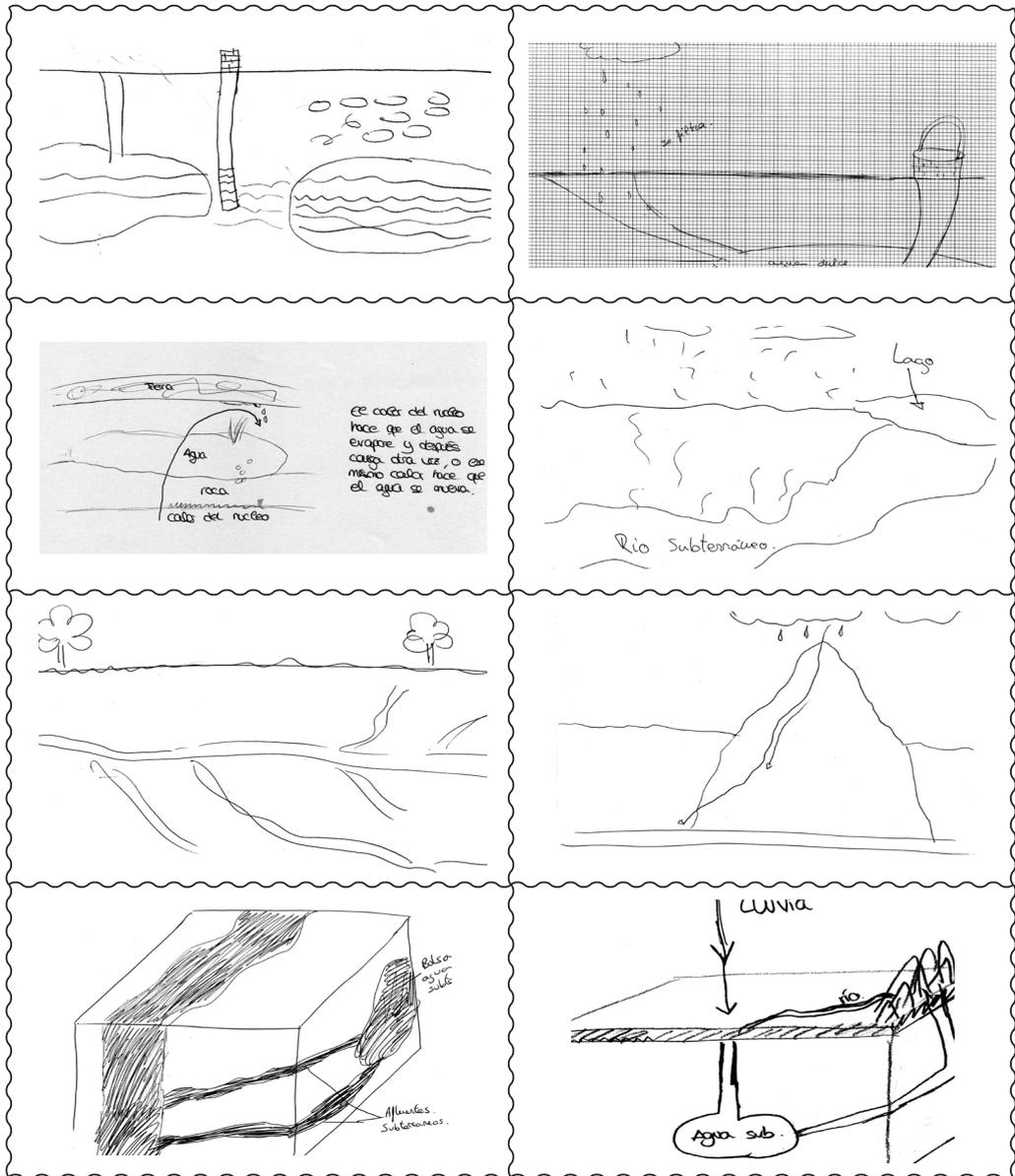


Figura 11. Diversos modelos sobre acumulación y circulación del agua subterránea en los que se involucran lagos, ríos subterráneos, montañas en el nacimiento de los ríos, e incluso el calor del núcleo para la evaporación. Dibujos de alumnos de 1º curso del Grado de Maestro de Educación Primaria (2010).

► Alteración, erosión y paisaje

Alteración y erosión son los procesos geológicos mejor comprendidos por los niños y estudiantes de todas las edades, ya que de una forma u otra son observables y forman parte de la experiencia de la mayoría de las personas. Quizá por ello, dando por supuesto que existe una comprensión total de dichos fenómenos, los estudios sobre concepciones alternativas en este campo son aún menos frecuentes.

Sin embargo, nuestra experiencia en formación inicial de maestros pone de manifiesto la existencia de numerosas ideas fragmentadas e inconexas, que llevan implícita la consideración de la escasa mutabilidad del relieve.

En general, los estudiantes mencionan causas naturales para la alteración y erosión de las rocas, principalmente la acción del agua, y en menor medida el viento y el hielo, explicitando estos conceptos como rotura y desgaste. Es decir, que para nuestros estudiantes la acción de estos agentes es puramente mecánica, considerando esencialmente su acción física, sin dar importancia o sin tener en cuenta, por ejemplo, el notable papel del agua como agente químico. De hecho, la mayoría considera que el agua dulce es sinónimo de agua pura, y no saben explicar la causa de que el agua del mar sea salada.

Es frecuente también que consideren la fuerza del agua como la principal causa de erosión, sin tener en cuenta la acción de desgaste causada por el material arrastrado. Comprenden la acción de profundización del cauce, pero no pueden explicar el modelado de las vertientes. De esta manera, muchos no entienden los valles como la consecuencia de la acción de los ríos, sino que piensan que son formas preexistentes del paisaje, es decir, depresiones previas por las que el agua circula.

No son capaces de concebir grandes distancias de transporte, por lo que para muchos de ellos los cantos rodados de los cauces de los ríos o ya estaban allí o vienen de muy cerca. Una causa similar subyace en la concepción generalizada de que la arena de la playa es aportada por la erosión del fondo del mar y transportada por las corrientes marinas hasta la costa, y no aportada por los ríos, a veces desde áreas fuente muy lejanas. Esta idea es extensible a la acción de los otros agentes: por ejemplo, el viento puede mover la arena de un desierto, pero no causar su acumulación.

Quizá, lo más importante es que aún comprendiendo los mecanismos de alteración y erosión, éstos son percibidos como procesos de acción muy limitada tanto en el espacio como en el tiempo, es decir, en relación con fenómenos atmosféricos concretos, como lluvias intensas, tormentas, grandes heladas, etc., que sirven para explicar fenómenos como la caída de bloques en una zona montañosa, o la erosión de una playa tras una tormenta. Pero la mayoría de los estudiantes

ofrece concepciones inmutables sobre el origen de los paisajes y la evolución de los mismos –“siempre han sido así”– o perciben las formas de modelado como “caprichos de la naturaleza” o incluso realizadas por la intervención de la mano del hombre. Algunos trabajos recientes caracterizan estos mismos problemas en alumnos de 4º grado¹⁵.

Esto es algo que se aplica frecuentemente a algunos de los paisajes más conocidos y visitados por el público en general, por la espectacularidad de sus formas superficiales y subterráneas, como es el paisaje kárstico. Las cuevas suelen ser lugares elegidos por padres y maestros para realizar excursiones con los niños, y muchos han tenido la fascinante experiencia de penetrar en grutas y contemplar las bellezas que encierran. Es por ello que en torno a los fenómenos kársticos se den numerosas concepciones alternativas, algunas enraizadas en la cultura más popular, ya que las grutas siempre han sido fuente de leyendas y milagrería, y otras en las que se mezclan ideas pseudocientíficas, a veces transmitidas y potenciadas por autoridades y personal encargado de cuidar estos espacios o de guiar las visitas. Kastning & Kastning (1999), en uno de los pocos trabajos sobre concepciones alternativas en el ámbito del paisaje, ponen en evidencia la importancia de comprender el paisaje como un sistema dinámico y frágil si se quiere potenciar su conservación.

Dinámica interna terrestre

Los niños muestran ideas fascinantes sobre la dinámica interna terrestre. Algunas son esencialmente correctas, aunque incompletas; pero, en general, mantienen una idea dramática, con escenas de destrucción asociadas a los fenómenos del vulcanismo, la sismicidad o la tectónica de placas.

► Volcanes

Uno de los fenómenos naturales más conocidos por la mayoría de las personas, junto con los terremotos, por sus consecuencias catastróficas, son los volcanes. La espectacularidad del vulcanismo actual, las coladas de lava o las enormes columnas de gases expulsados desde el cráter de los volcanes ha sido vista en numerosos documentales. No hay ni un solo niño que mediante información

¹⁵ Martínez, P., Bannan, B. y Kitsantas, A (2012). “Bilingual Students’ Ideas and Conceptual Change About Slow Geomorphological Changes Caused by Water”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 60, nº 1, pp. 54-66.

no formal, como cuentos o películas de animación, no esté familiarizado con la imagen de un volcán y la lava, incluso con vocabulario específico: cráter, colada, magma, etc. Así, la mayoría de los estudios demuestran que los niños de Primaria, desde su primer nivel, reconocen los volcanes como un fenómeno natural, aunque entre los más pequeños se puedan concebir causas antrópicas o animistas. Respecto al origen del vulcanismo, los escolares de los primeros grados invocan causas naturales, pero a menudo acientíficas, como, por ejemplo, que “se llenan de lava y se desbordan”, “que existen chorros de aire que empujan la lava” o “fuego que los hace hervir”¹⁶, mientras que entre los más mayores se pueden encontrar concepciones más próximas a la realidad, en las que, además de la lava, se involucran gases y explosiones o fusión de rocas, en una tentativa de producir explicaciones de naturaleza física.

Respecto al origen de la lava se pueden considerar dos subgrupos: aquellas concepciones en las que la lava se encuentra en lagos en el fondo de los volcanes, o aquellas en las que la lava proviene del núcleo de la Tierra. La idea permanente de un fuego central o magma en el interior terrestre está muy próxima a algunas de las ideas sostenidas por los científicos desde la antigüedad¹⁷. En cualquier caso, los volcanes se conciben como fenómenos locales, -las representaciones son siempre una montaña aislada- sin conexiones entre ellos, y asociados a la idea de que el interior terrestre se encuentra en estado fundido¹⁸.

Todavía los estudiantes universitarios pueden mantener estas mismas concepciones (Figura 12) o incluso algunas más elaboradas a partir de sus conocimientos geográficos, como asociar los volcanes exclusivamente a los lugares cálidos y particularmente a las islas¹⁹. Es un hecho que muy pocos los conectan con sus conocimientos sobre Tectónica de Placas²⁰.

¹⁶ Onida, M. y Segalini, L. (2006). “Investigación didáctica en la Escuela primaria: una experiencia sobre los fenómenos volcánicos”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (14.3), pp. 247-258.

¹⁷ Dal, B. (2006). “The Origin and Extent of Student’s Understandings: The Effect of Various Kinds of Factors in Conceptual Understanding in Volcanism”, *Electronic Journal of Science Education*, vol. 11, nº 1; pp. 38-59.

¹⁸ Ver Dal, B (2006). *op. cit.*; Lillo, J (1994). *op.cit.* y Blake (2005). *op. cit.*

¹⁹ Libarkin, J.; Anderson, S.; Dahl, J., Beilfuss, M. & Boone, W. (2005). “Qualitative Analysis of College Students’ Ideas about the Earth: Interviews and Open-Ended Questionnaires”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 53, nº 1, pp. 17-26.

²⁰ Parham, T.; Cervato, C.; Gallus, W.; Larsen, M.; Hobbs, J.; Stelling, P.; Greenbowe, T.; Gupta, T.; Knox, J. and Gill, T. (2010). “The InVEST Volcanic Concept Survey: Exploring student understanding about volcanoes”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 58, nº 3, pp. 177-187.

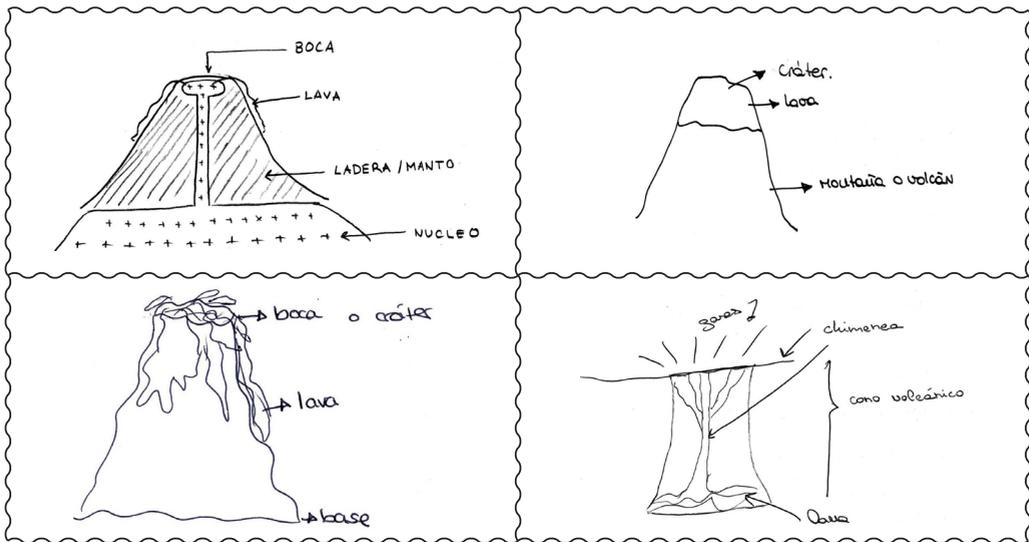


Figura 12. Esquemas sobre volcanes en los que se conoce la nomenclatura básica pero no la explicación sobre el origen de la lava, que a veces se conecta directamente con el núcleo. Dibujos de estudiantes de 3º de Maestro de Educación Infantil (2007). Datos propios.

Es también curioso cómo existe una clara desconexión entre volcanes, lava y formación de rocas volcánicas. En los niños es debido a que no consideran que las rocas se deban formar de ninguna manera, ya que han existido siempre; pero en los estudiantes de cursos superiores, a pesar de conocer el origen de las rocas y los distintos mecanismos de formación en relación con el volcanismo, no llegan a identificar las rocas con el proceso de erupción y el enfriamiento de la lava. El basalto, por ejemplo, puede ser una roca ya sólida arrancada de las paredes del volcán y expulsada durante la erupción²¹.

► Terremotos

Al igual que los volcanes, los terremotos llaman la atención de los niños, aunque los consideran más destructivos y menos espectaculares.

Algunos estudios con respecto a la sismicidad²² entre escolares de 8 a 14 años muestran cómo los niños conocen la existencia de terremotos, pero mantienen una gran variación de explicaciones alternativas sobre su origen, relacionadas

²¹ Dal, B. (2007). "Critical Learning Barriers and Develop A Deep Understanding of Geology?" *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), pp. 251-269.

²² Dove, J. E. (1998). "Students' alternative conceptions in Earth science: a review of research and implications for teaching and learning", *Research Papers in Education*, 13:2, pp. 183-201.

con la influencia del calor, la temperatura, el clima, el tiempo atmosférico, las alineaciones de los astros, la caída de meteoritos, o la acción del hombre o de animales. Muchos niños mezclan y confunden los terremotos con otros desastres naturales como inundaciones o derrumbamientos, huracanes, o incluso problemas de contaminación²³. Al ser un fenómeno más destructivo, se observa con más pesimismo que el vulcanismo y es más frecuente que se den concepciones mítico-religiosas respecto a su origen, algo que parece ser más frecuente en aquellos lugares más sometidos a este tipo de riesgos, dónde se han creado y recreado desde antiguo leyendas y mitos relativos al tema ²⁴.

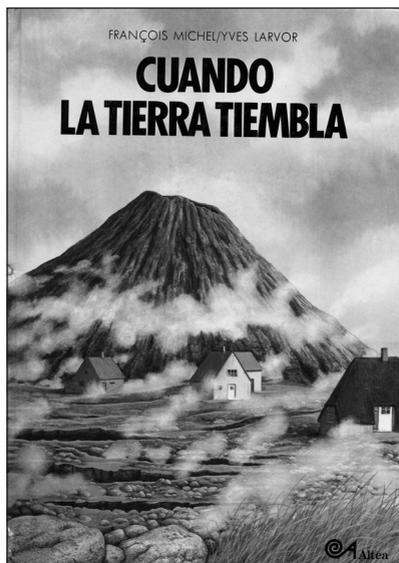


Figura 13. Portada de un libro infantil en el que se asocia el fenómeno de los terremotos con la imagen de un volcán.

Los niños más mayores, en la búsqueda de causas más o menos científicas para los terremotos, se refieren a la gravedad, la presión de los gases, la rotación terrestre, energía desprendida del núcleo terrestre, o las emisiones volcánicas. Esta relación entre sismicidad y vulcanismo es reconocida como una creencia de carácter universal²⁵, y así los niños pueden creer que un terremoto se produce cuando ocurre una erupción volcánica o, por el contrario, que puede salir la lava de un volcán por las fracturas provocadas por los terremotos (Figura 13).

Por supuesto, la mayoría cree que los terremotos no pueden ocurrir donde ellos viven, y se asocian a lugares cálidos, países tropicales o en desiertos donde el calor del sol causa el agrietamiento del suelo. Si ocurrieran en el lugar donde viven sería por causas azarosas

²³ Ver Dal, B. (2005). "The initial concept of fifth graduate Turkish's students related to earthquakes", *European Journal of Geography*, pp. 326 y Lacin Simsek, C. (2007) "Children's Ideas about Earthquakes", *International Journal of Environmental & Science Education*, 2 (1), pp. 14-19.

²⁴ Tsai, C.C. (2001). "Ideas about earthquakes after experiencing a natural disaster in Taiwan: An analysis of student's worldviews", *International Journal of Science Education*, 23(10), pp. 1.007-1.016.

²⁵ Mejías Tirado, N y Morcillo, J. G. (2006). "Concepciones sobre el origen de los terremotos: Estudio de un grupo de alumnos de 14 años de Puerto Rico", *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), pp. 125-138.

que no se pueden controlar científicamente; algo que se asume implícitamente respecto a todos los riesgos naturales.

Libarkin (2005) muestra cómo los estudiantes universitarios pueden sostener ideas científicas y no científicas al mismo tiempo, en un intento de acomodar sus creencias a su formación escolar. Así, la mayoría de los alumnos, que durante sus estudios previos han conocido la existencia de las placas tectónicas, las mencionan como causa de los terremotos –aunque el mecanismo no quede bien explicado–, pero muchos invocan simultáneamente las explicaciones anteriores.

► **Formación de montañas**

En realidad, gran parte de los niños, e incluso adultos, en base a sus concepciones sobre la inmutabilidad del relieve, no han necesitado plantearse nunca el origen de las montañas, ya que como en tantos otros aspectos de la Tierra “se formaron en el origen del planeta y siempre han estado ahí”.

Sin embargo, estudios con alumnos de primaria y secundaria²⁶ proponen un catálogo de concepciones relativas a este tópico. Es interesante señalar, para empezar, que el concepto de montaña se asimila en general a relieves aislados y no a cordilleras, por lo que las explicaciones que dan los niños se refieren a la formación de elementos únicos. Es importante, porque nosotros hemos podido comprobar cómo los mismos niños, que no dudan en dar modelos explicativos –como volcanismo o sismicidad– para la formación de estos relieves aislados, no tienen ninguna explicación para el caso de cordilleras.

Entre los alumnos más jóvenes (5º o 6º de Primaria), que aún no han estudiado la Tectónica de Placas, la concepción más extendida es la de la acumulación de sedimentos, así como las ya mencionadas de terremotos y volcanes. En general, en los cursos inferiores predominan las concepciones catastrofistas.

Los estudiantes de secundaria abogan, además, por hipótesis en las que interviene la presión, en general empujes de componente vertical u horizontal, con el arrugamiento de la superficie. Por último, en los que ya han estudiado la Tectónica de Placas, se considera como mecanismo principal el choque de placas, aunque los procesos no parecen muy bien entendidos, implicando en todos los

²⁶ Ver Pedrinaci, E. (1987). “Representaciones de los alumnos sobre los cambios geológicos”. *Investigación en la escuela*, 2, pp. 65-74; Pedrinaci, E. (2000). “La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento geológico” en Perales y Cañal (Dir.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Marfil, Alcoy, pp. 479-504. y Lillo, J. (1993). “Errores conceptuales de los alumnos de EGB sobre la formación de las montañas”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1.2., pp. 98-106.

casos el levantamiento de las propias placas, de una u otra forma, para constituir el relieve.

En un estudio más reciente, con escolares ingleses de 7 a 11 años, se analizan las concepciones sobre las montañas y su origen²⁷. Los resultados muestran que los niños consideran en general las montañas hechas de roca, aunque no tienen ideas consistentes sobre cómo es la estructura de las rocas en el interior de las montañas. Respecto al origen involucran, como en el caso de los estudios españoles, causas naturales tectónicas relacionadas con terremotos o volcanismo, y en algunos casos relativas al agua o al sol, además de las concepciones mítico-religiosas.

En el caso de estudiantes de niveles superiores se pueden dar concepciones más elaboradas, no muy lejanas a hipótesis científicas defendidas hasta no hace mucho, como el Contraccionismo. Así algunos estudiantes creen que la temperatura de la Tierra era mucho mayor en épocas geológicas anteriores que en la actualidad y que este enfriamiento progresivo causa una contracción que genera el levantamiento de las montañas²⁸.

► Tectónica de placas

El conocimiento de las placas y su dinámica no forma parte del currículum de Primaria, pero muchas de las concepciones alternativas relacionadas con la estructura y la dinámica terrestre tienen influencia en las posteriores construcciones sobre la Tectónica de Placas, actuando como barreras de aprendizaje²⁹. Los estudios realizados se han centrado en niños de educación secundaria y muestran una enorme variedad de ideas sobre la constitución, movimiento e interacciones de las placas en las que subyacen concepciones arrastradas de su comprensión sobre el origen, estructura y composición de la Tierra³⁰.

Los estudiantes pueden adoptar modelos en los que se acepta sin resistencia la idea de que la superficie terrestre está dividida en placas, pero en las que éstas no se mueven, ni cambian de forma o tamaño. Es decir, que mantienen sus presu-

²⁷ Trend, R.; Everet, L. y Dove, J. (2000). "Interpreting primary children's representations of mountains and mountainous landscapes and environments", *Research in Science & Technological Education*, vol. 18, nº1, pp 85-28.

²⁸ Marques, L and Thompson, D. (1997): *op. cit.*

²⁹ Gobbert, J. D. (2000). "A typology of causal models for plate tectonics: Inferential power and barriers to understanding", *International Journal of Science Education*, 22, pp. 937-977.

³⁰ Ford, B. & Taylor, M. (2006). "Investigating Students' Ideas about Plate Tectonics", *Science Scope*, vol. 30, nº1, pp. 38-43.

puestos inmovilistas que explican una Tierra sin cambios desde su origen, con las mismas montañas y paisajes sin variación, y con todo el substrato rocoso formado al mismo tiempo. En este caso, la presencia de placas no es más que otro rasgo descriptivo de la Tierra.

En otras concepciones se asume el movimiento de las placas con dos variantes: o bien lo hacen tan lentamente que no podemos percibir los cambios o éstos son insignificantes; o bien lo hacen tan deprisa que sólo producen efectos instantáneos. De este modo, el movilismo no sirve para explicar los cambios geológicos o la dinámica del planeta, y, en general, siguen manteniendo concepciones sobre el volcanismo, sismicidad o formación de las montañas ajenas a la existencia de las placas o sus movimientos. La dificultad para comprender la dimensión del tiempo geológico y la velocidad de algunos procesos subyace en los problemas de comprensión de los movimientos de las placas. Como la sismicidad parece estar relacionada exclusivamente con los choques de las placas o, por el contrario, ser la causa de que se rompan.

Frecuentemente, se establece la equivalencia entre las placas y los continentes, identificando la línea de costa con el límite de las placas. Se asume, entonces, que son los continentes los que se mueven sobre los océanos³¹ (Figura 14). La idea sobre los continentes es similar a la concepción de que las islas se encuentran flotando sobre el mar, un pensamiento que todavía mantienen muchos adultos. En algunos casos, la noción de que los continentes se mueven se apoya en la concepción generalizada de la existencia de grandes extensiones de lava o magma bajo la superficie terrestre.

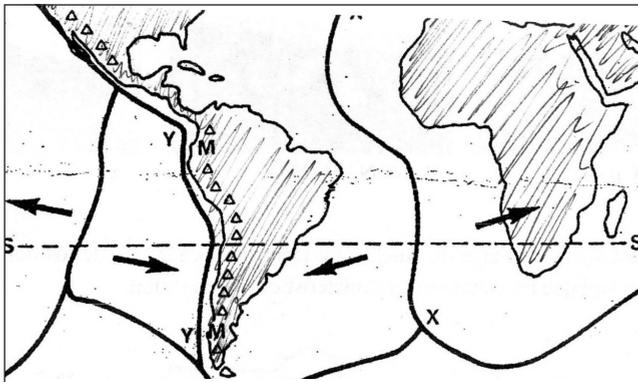


Figura 14. Esquema en el que se pide delimitar las placas africanas y suramericanas y se confunde placa con continentes. 70% de los estudiantes encuestados. Grado de Educación Primaria. (2011). Datos propios.

³¹ Marques, L. & Thompson, D. (1997). *op. cit.*

Una idea muy extendida es que dos placas que se separan dejan un hueco o espacio vacío entre ellas. Esto conecta con la concepción sostenida por muchos estudiantes de que la Tierra puede tener en su interior cuevas, conductos, pasadizos, etc., que pueden llegar incluso hasta el núcleo terrestre (como en el libro de Julio Verne, *Viaje al centro de la Tierra*). De la misma manera, dos placas que chocan cierran ese espacio vacío.

Bastantes estudiantes se muestran inseguros sobre la localización de las placas, situándolas bajo la corteza terrestre con un movimiento completamente desligado de la superficie; una idea similar a la que mantienen los niños para acomodar su concepción plana del espacio con la Tierra esférica³². Igualmente, muchos estudiantes no pueden concebir las placas referidas a su propio espacio y optan por desconectarlas de la superficie de la Tierra.³³

Como los estudiantes no tienen experiencia directa sobre el interior terrestre y la dinámica interna, sus concepciones se derivan del conocimiento escolar o bien de fuentes de información externas, preferentemente medios de comunicación: documentales y películas, que muchas veces presentan esquemas o analogías que dificultan el aprendizaje³⁴. En cualquier caso, la idea de una Tierra inestable –sobre todo en su origen, mucho más que en la actualidad– se relaciona con la concepción de que el interior terrestre en su conjunto está en estado fundido y a muy alta temperatura.

Muchas veces se construyen ideas falsas sobre presupuestos en parte correctos. Por ejemplo, en los niños es frecuente que la asociación de volcanes y terremotos se dé por ser ambos fenómenos violentos o de consecuencias catastróficas. Sin embargo, esta asociación es esencialmente correcta, ambos fenómenos son manifestaciones de la energía interna terrestre y ambos fenómenos se producen a lo largo de los límites de placas preferentemente.

Es especialmente importante considerar cómo la falta de un conocimiento o comprensión de los rasgos externos de la superficie terrestre puede llevar a configurar modelos erróneos. Por ejemplo, pocos niños, a pesar de conocer algunos nombres geográficos –Himalaya, Pirineos, Andes, etc.–, identifican

³² Nussbaum, J. (1979). "Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross-age study", *Science Education*, 65(2), pp. 187-196; y Nussbaum, J. y Novak, J. D. (1976). "An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews", *Science Education*, 60 (4), pp. 535-550.

³³ Libarkin, J. (2006). "College student conceptions of geological phenomena and their importance in classroom instruction", *Planet*, 17, pp. 6-9.

³⁴ Clark, S.; Libarkin, J.; Kortz, K. y Jordan, S. (2011). "Alternative Conceptions of Plate Tectonics Held by Nonscience Undergraduates", *Journal of Geoscience Education*, vol. 59, nº 4, pp. 251-262.

montañas con cordilleras montañosas y son capaces de describir la estructura lineal de las mismas, o la existencia de enormes valles entre las elevaciones montañosas. Por ello, sus concepciones sobre el origen de las montañas se refieren exclusivamente a montañas aisladas, y pueden ser esencialmente correctas en el caso de los relieves volcánicos. La Tectónica de Placas no aportará ningún cambio en sus esquemas de pensamiento, ya que, al no considerar la existencia de cordilleras, no sienten la necesidad de explicar su formación, ni de ampliar sus concepciones.

En estas situaciones, en las que no se tiene experiencia directa de los fenómenos, es especialmente importante el papel del maestro para detectar y evitar el desarrollo de modelos o concepciones alternativas.

Evolución e Historia del Planeta. El tiempo geológico

El tiempo geológico se encuentra en el eje de la comprensión de los fenómenos, procesos y evolución del planeta. Es una de las características propias de las Ciencias Geológicas y lo que las diferencia de otras ciencias experimentales: la dimensión temporal de los procesos físico-químicos que afectan al planeta.

Pero a su vez es una de las principales barreras de aprendizaje y fuente de múltiples concepciones alternativas. La dificultad para entender la escala del tiempo geológico y la velocidad de los procesos se encuentra en la base de muchas de las ideas alternativas y concepciones que hemos analizado hasta el momento.

Las investigaciones realizadas ponen en evidencia la dificultad de los estudiantes de cualquier nivel, y en general de cualquier persona, para comprender adecuadamente la gran magnitud de tiempo que implica la edad del planeta, la escala de tiempo geológico y la ubicación de acontecimientos en dicha escala³⁵. Las cifras calculadas para la edad de la Tierra, de 4.500 a 5.000 millones de años, están tan alejadas de nuestra escala temporal habitual que no tienen sentido ni para niños ni para adultos. Da lo mismo decir miles que millones de años y sólo son cifras que los estudiantes de Secundaria o Bachiller aprenden de memoria y olvidan fácilmente, puesto que no tienen referente conocido. Un estudio con

³⁵ Ver Schoon, K. (1989). "Misconceptions in the Earth Sciences: a cross-age study", *62nd Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. California. 25 pp. Disponible en ERIC; Trend, R. (1998). "An investigation into understanding of geological time among 10-and 11-year old children", *International Journal of Science Education*, 20, pp. 973-988; Trend, R. (2001). "Deep Time Framework: A Preliminary Study of U.K. Primary Teachers' Conceptions of Geological Time and Perceptions of Geoscience" *Journal of research in science teaching*, vol. 38, n° 2, pp. 191-221.

escolares ingleses de 10 y 11 años, determina que los niños se sienten más seguros conceptualizando el tiempo geológico en dos categorías simples: muy antiguo, dónde incluyen acontecimientos como la Edad de Hielo o la aparición del hombre, o extremadamente antiguo: el inicio del Universo, la formación de la Tierra o la aparición o desaparición de los dinosaurios³⁶.

Libarkin et al. (2005), en un estudio con estudiantes americanos universitarios de primer curso, encuentran que muy pocos conocen la edad científica aceptada para la Tierra y se refieren indistintamente a miles o millones de años. Asimismo, conocen muy pocos eventos geológicos importantes de la Historia del Planeta y no son capaces de colocarlos adecuadamente en la escala del tiempo geológico, por lo que resulta imposible trazar una mínima historia coherente de la evolución de la Tierra. Así, es frecuente generar historias en las que se confunden los distintos eventos, por ejemplo confundir el Big Bang con la explosión causada por el impacto de un meteorito que enfría el clima y provoca la Edad de Hielo, que es lo que a su vez causa la extinción de los dinosaurios³⁷.

Tan importante como la conceptualización del tiempo geológico profundo es la comprensión de la “duración” de los procesos geológicos, una barrera tanto o más importante que el propio conocimiento de la escala del tiempo. La mayoría de los personas tiende a considerar los eventos geológicos como procesos rápidos o instantáneos que ocurren en relación con su escala temporal conocida; lo hemos visto en las concepciones analizadas hasta el momento: chocan las placas y se levantan las cadenas montañosas (como en un accidente de carretera un coche monta sobre otro); vulcanismo y sismicidad no son el resultado de la liberación de energía acumulada durante grandes cantidades de tiempo, sino la consecuencia de procesos instantáneos; las rocas y/o minerales se forman en su conjunto por procesos rápidos como en el caso del enfriamiento de una lava o la precipitación de una sustancia en una disolución; los paisajes sólo se modifican por eventos catastróficos: derrumbamientos, inundaciones... y no por un continuado desgaste a lo largo de millones de años.

Así, el ritmo de los procesos geológicos pasa desapercibido, y no se poseen referentes temporales para valorar la enorme duración de los mismos; pero nada en las Ciencias de la Tierra pueden entenderse realmente sin una valoración correcta de la velocidad a la que ocurren los procesos y la enorme magnitud de tiempo en la que ocurren.

³⁶ Trend, R. (1998). *op. cit.*

³⁷ Trend, R. (2001). *op. cit.*

Los fósiles y la aparición de la vida en la Tierra

Uno de los temas en los que no se puede obviar el tiempo geológico es en relación con la aparición y evolución de la vida en el planeta. Por las mismas razones expuestas anteriormente, se dan numerosas concepciones alternativas respecto a este tema, basadas, entre otras cosas, en la dificultad de comprender el tiempo geológico profundo.

Así, muchos niños mantienen que la aparición de la vida en la Tierra se produce simultáneamente con el origen de la misma³⁸. También los estudiantes universitarios pueden conservar la creencia de la sincronización de la aparición de la vida en la Tierra con su formación. Es también bastante frecuente que los niños piensen en un origen extraterrestre de la vida, estimulados por su imaginación o por los medios de comunicación.

Respecto a las formas de vida que se pueden esperar desde el origen de la Tierra, se agrupan en tres posibilidades: organismos unicelulares, formas de vida marina y todas las formas que se conocen actualmente. Aparecen muchas ideas falsas que agrupan distintos tipos de organismos de épocas diferentes entre sí e incluso con nuestra especie, en este último caso siempre relacionadas con una edad de la tierra muy joven. Desde el punto de vista evolutivo, quizá las dos concepciones más frecuentes son la de que la historia de la vida representa una progresión de lo primitivo a lo complejo, y que una forma de vida inevitablemente reemplaza o otra en el tiempo –a menudo por competencia–³⁹. Obviamente, en estas concepciones influyen mucho tanto las creencias religiosas como los medios de comunicación.

Respecto a los dinosaurios, el grupo fósil de la Historia de la Tierra más conocido popularmente, podemos encontrar entre niños y estudiantes de cualquier nivel la convivencia de todo tipo de ideas; desde los que conocen su época de vida y las hipótesis sobre su desaparición, a las concepciones en las que dinosaurios y hombres compartieron la Tierra y la causa de su extinción fue la Edad de Hielo.

Por otra parte, las concepciones sobre los fósiles son también muy diversas. A pesar de que los fósiles, –sobre todo a través de la “dinomanía”–, excitan la imaginación de los niños y despiertan su curiosidad, no constituyen un tema escolar y no conocemos estudios específicos sobre las ideas infantiles respecto a los fósiles, lo que representan en la historia de la Tierra, cómo se produce la fosilización o cómo se encuentra un fósil. Lo que si parece claro es que el concepto fósil está muy extendido y para los niños no suele haber duda –como sí la hubo durante la

³⁸ Marques, L. & Thompson, D. (1997). *op. cit.*

³⁹ Dodick, J. (2007). “Understanding evolutionary change within the framework of geological time”, *McGill Journal of Education*, vol. 42, nº 2, pp. 245-263.

evolución histórica de la construcción de este conocimiento— sobre su origen orgánico. Existen diversos estudios en cuanto a las concepciones de los niños sobre el origen de las especies, algunos de los cuales se apoyan sobre el conocimiento de los fósiles, en los que se manifiestan algunas concepciones típicas: desde que los fósiles son simples piedras con dibujos, la inclusión de conchas modernas u objetos prehistóricos entre los fósiles, o la consideración de que los fósiles pueden ser de animales pero no de plantas⁴⁰. Sin embargo, en numerosas páginas web de museos de paleontología o asociaciones paleontológicas podemos encontrar algunas de las ideas más habituales sobre este tópico:

- La mayoría de la gente, no sólo los niños, cree que los fósiles son restos reales de animales muertos o plantas, que simplemente han quedado enterrados.
- En muchos casos se tiende a asociar el término *fósil* con “aquellos organismos que vivieron hace tiempo y que no tienen representantes actuales”. Por ejemplo, un mamut no sería un fósil ya que se relaciona con los elefantes, los cuales todavía subsisten.
- Fósiles de organismos típicos de un hábitat no se pueden encontrar fuera del mismo. Por ejemplo no podemos encontrar fósiles de organismos marinos en los continentes, o de animales tropicales en las zonas polares.
- Cualquier animal grande y de aspecto fiero es un dinosaurio.
- Los hombres y los dinosaurios vivieron al mismo tiempo, o la humanidad es la causa de su extinción.
- Todos los organismos vivos han dejado registro fósil.
- Los fósiles sirven para datar la edad de la Tierra; o todos ellos pueden datarse con el método del C14.

El catálogo es muy extenso, pero, aparte de la consideración de los fósiles como elementos del pasado biológico de la Tierra, no se tiene conciencia de cómo aparecen en las rocas, y qué valor tienen en la reconstrucción de otros aspectos de la evolución del planeta, además de la reconstrucción de la biosfera⁴¹. Sin embargo, los fósiles pueden constituir un objeto de estudio de gran potencialidad, pues, además del gran atractivo que presentan para los niños, permiten abordar el origen de las rocas y la escala y duración de los procesos geológicos.

⁴⁰ Evans, E. M. (2000). “The emergence of beliefs about the origins of species in school-age children, *Merrill-Palmer Quarterly*, http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3749/is_200004/ai_n8892715

⁴¹ Lillo, J. (1995) “Ideas de los alumnos y obstáculos epistemológicos en la construcción de los conceptos de fósil y fosilización”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3.3, pp. 154-163.

CONCEPCIONES ALTERNATIVAS RELATIVAS A OTRAS CIENCIAS CON IMPLICACIÓN EN EL SISTEMA TIERRA

Física y Química

Los trabajos sobre ideas alternativas en el campo de la física y química son muy numerosos, particularmente entre la población de estudiantes de secundaria, pero abarcan a todos los niveles de la enseñanza. De entre los múltiples conceptos físico-químicos que se han abordado, los estudios sobre las concepciones acerca de la materia son, sin duda, los más relevantes en el ámbito que nos ocupa. Los tópicos investigados son también diversos y numerosos, por lo que aquí presentamos una síntesis de las ideas generales más importantes, extraídas de las síntesis realizadas por Nakhleh, et al. (2004); y las recogidas en la base de datos CCADET de la UNAM (2004).

Generalidades sobre la materia

El adecuado conocimiento de qué es la materia y su estructura es de gran importancia para poder comprender los diversos fenómenos físicos, químicos, geológicos y biológicos de nuestro medio natural: estados de la materia, cambios de estado, mezclas, compuestos, reacciones químicas, interacciones de diversas formas de energía con la materia, nutrición, respiración, etc.

Entre los alumnos de primaria, parece claro que consideran que materia es aquello que se puede percibir mediante los sentidos, principalmente en forma visual; así, mencionan que una sustancia se crea cuando se vuelve visible y desaparece cuando se vuelve invisible. Los gases no son materia porque no se ven y no tienen masa. Frecuentemente, conciben a la materia como algo sólido, que puede llegar a dividirse por la acción del hombre.

Destaca la idea que poseen algunos alumnos al considerar que todo es materia, incluyendo formas de energía no másicas; así mencionan que existen moléculas de calor o que el calor y el frío son sustancias. La mayoría de los alumnos habla de que tanto los objetos inanimados como los seres vivos están constituidos de átomos y moléculas; sin embargo, la composición atómica de la materia es más aceptada en los objetos inanimados.

Ya desde Primaria se introducen las propiedades generales de la materia: masa, volumen, peso y densidad, pero las concepciones alternativas en torno a estos conceptos son muy numerosas. La identificación de masa y peso es algo recurrente entre los estudiantes de todos los niveles, incluso los universitarios; o la no disociación peso-volumen, que lleva a considerar que los objetos más volumino-

Los sólidos tienen necesariamente que ser los más pesados. La densidad, definida como el cociente de dos magnitudes, no se comprende bien en la etapa de Primaria, y esto afecta a muchos otros conceptos como por ejemplo la flotación.

En cuanto a los estados de la materia, en los estudios con niños entre 5 y 12 años, se ha encontrado que el concepto de líquido es evidente mucho antes que el de sólido, porque a los primeros “los puedes verter”. Sin embargo, es frecuente que piensen que “todos los líquidos están hechos de agua”. Suelen identificar fácilmente como sólidos a los cuerpos rígidos pero con más dificultad a los flexibles o blandos, y suelen agrupar en una categoría intermedia a los sólidos en forma de polvo y a los líquidos viscosos. La miel, por ejemplo, puede que no se identifique como un líquido.

La palabra “gas”, para los niños, suele estar más asociada a gases peligrosos o inflamables, no incluyéndose al aire entre los gases, ya que se identifica más con la respiración y la vida o con el viento. La idea de aire como sustancia material parece desarrollarse entre los 7 y 10 años. Las experiencias con neumáticos, balones y globos hacen que el hecho de que el aire ocupa lugar no suela ser difícil de aceptar por los niños. Sin embargo, con el peso de los gases es distinto, ya que, dada su experiencia con burbujas, los niños más pequeños piensan que el aire “tiene tendencia a subir”, como “un peso negativo” (como creían los sabios griegos) y a los 16 años sólo un 50% de los alumnos suele predecir que un recipiente de volumen fijo pesará más cuando esté lleno de aire comprimido que cuando el aire de su interior no lo esté.

Respecto a las sustancias químicas, los niños tienen dificultades para adquirir el concepto de sustancia pura que conceptualiza frecuentemente como “material”. A la hora de reconocer materiales (sustancias químicas o mezclas de sustancias) incluso estudiantes de niveles superiores suelen fijarse en propiedades como el color, olor, sabor, origen natural o artificial, considerando a la sustancia portadora de propiedades “específicas” perceptibles. Se detectan serias dificultades para identificar y diferenciar entre: sustancia/elemento; y entre mezcla de sustancias/compuesto; y relacionarlos con los de átomo y molécula. Incluso los alumnos mayores pueden utilizar el concepto de “elemento” (y no “sustancia”) para diferenciar unos materiales de otros; o como sinónimo de “materia”, como ocurre en la vida corriente donde “los materiales, productos o sustancias” serían mezclas de “elementos” en vez de considerarse mezclas de “sustancias”.

Naturaleza y estructura de la materia

En cuanto a la estructura de la materia, a pesar de que desde el inicio de secundaria se introduce el modelo corpuscular de la materia, muchos alumnos de distintas edades y diversos niveles escolares tienen una visión de la materia como

un medio continuo, estático y sin huecos. La mayoría de las ideas previas identificadas muestran la incomprensión sobre el modelo científicamente aceptado de que la materia está constituida de partículas que están en constante movimiento y que tienen espacio vacío entre ellas. Por ejemplo, pueden afirmar que los sólidos no se pueden comprimir porque están llenos, o tienen sus moléculas pegadas.

En el caso de que se acepte el modelo corpuscular, es frecuente que consideren a los sólidos formados por partículas entre las cuales hay algo (aire, agua, gas, etc.) en vez de vacío. Este modelo se extrapola a líquidos y gases, si bien a estos últimos se les suele conceder poco estatus material (no poseer masa, peso, etc.). Es muy característico que se atribuya a las partículas de nivel microscópico las mismas características del nivel macroscópico como la temperatura o el color (“los átomos de cobre son rojos”). También se trasladan procesos que son visibles a nivel macroscópico a las micropartículas, de manera que se puede pensar que los átomos se dilatan o que las moléculas se funden.

Es importante destacar que en todos los niveles se entremezclan las concepciones de vacío y de naturaleza continua o corpuscular de la materia: así, para algunos, la materia es una pieza llena; para otros en ella hay huecos, pero llenos del mismo material; otros hablan de la existencia del vacío en la materia, pero considerando al aire como tal. Los que hablan de átomos y moléculas lo hacen en forma ambigua, sin tener una clara noción de lo que son. Del mismo modo algunos alumnos consideran que las moléculas no se mueven en los sólidos, pero sí en líquidos y gases, o que los sólidos están llenos, por lo que son más pesados que los líquidos y los gases; y que son duros, por lo que no se rompen ni deforman.

Cambios de estado de la materia

Las concepciones de los estudiantes de los distintos niveles en torno a los cambios de fase conservan características relacionadas con sus concepciones de calor. En los niveles más elementales aparece la sustanciación del calor como una entidad que está en los cuerpos, de manera que las burbujas de una sustancia en ebullición pueden “estar hechas de calor”. También, para algunos alumnos de primaria, evaporación puede ser sinónimo de desaparición. Así, creen que los líquidos (agua) desaparecen al evaporarse, complementando lo mencionado por otros estudiantes que hablan de que el agua aparece cuando se condensa el vapor de agua; esta idea se relaciona con la concepción de que una característica de la materia es la visibilidad.

Otra idea que aparece de manera persistente a lo largo de todos los ciclos escolares es que el cambio de fase de una sustancia depende de su naturaleza, lo cual puede implicar que ciertas sustancias pueden cambiar, pero otras no.

Respecto a las temperaturas involucradas en los cambios de estado, incluso los estudiantes universitarios pueden cuestionar que la temperatura de ebullición del agua se mantenga constante si se está aplicando calor. Tienen dificultades para comprender que la temperatura es constante durante los procesos de cambios de estado.

En conjunto, podemos ver que los niños entienden más fácilmente el concepto de material, definido por sus propiedades observables, que el de materia a partir de la masa y el volumen, que son conceptos que generan mucha confusión. Aceptan la naturaleza corpuscular de la materia, pero adjudican a los átomos o moléculas las mismas propiedades observables en el mundo macroscópico. Los niños más mayores reconocen los cambios de estado del agua, pero tienen dificultades para aplicarlos al resto de materiales.

Meteorología

La meteorología es una de las Ciencias de la Tierra con más implicación en el medio escolar. La facilidad en la observación del tiempo atmosférico, los cambios a lo largo de las estaciones, o la construcción de sencillos aparatos meteorológicos favorecen su inclusión en las aulas. Sin embargo, para comprender los fenómenos meteorológicos y climáticos hay que entender previamente muchos conceptos puramente físicos, como los relativos al comportamiento de los gases o los cambios de estado del agua.

Henriques (2000), elabora una recopilación de las investigaciones realizadas hasta ese momento, destacando que es en este ámbito más físico en el que se ha trabajado preferentemente. Nosotros ya nos hemos referido a las concepciones iniciales de estos tópicos en otros apartados: materia, o ciclo del agua, que se arrastran en sus concepciones meteorológicas.

Por ejemplo, en la formación de nubes podemos pasar desde las ideas más animistas de los niños más pequeños, como “las nubes van a cargarse de agua al mar y luego se vacían”, o “la lluvia viene de agujeros en las nubes”, a marcos conceptuales en los que se invocan cambios de fase pero no siempre bien entendidos, como por ejemplo confundir los fenómenos de la evaporación y la ebullición, o la fusión con la condensación: “la lluvia se produce cuando las nubes se funden”.

Es también frecuente que para un fenómeno tan común como la lluvia se produzcan gran variedad de explicaciones, desde las animistas o egocéntricas de los pequeños (llueve cuando hace falta, o cuando las nubes están gordas) a aquellas en los que intervienen otros factores climáticos: llueve cuando no hay sol, cuando sopla el viento y empuja las nubes, cuando se vuelven muy pesada... La mayoría de los niños mayores, así como estudiantes de cualquier nivel, incluidos universitarios, creen que las nubes están hechas de vapor de agua, lo que muestra

un conocimiento muy fragmentado de los procesos que se involucran en la formación de las nubes. Por ello, difícilmente pueden explicar correctamente otros fenómenos como la niebla, el rocío o la escarcha⁴².

En cuanto a los aspectos meteorológicos más espectaculares, tormentas, rayos, huracanes, tornados etc., sólo en el caso de las tormentas se ha hecho alguna investigación, revelando que los niños presentan concepciones pseudomitológicas derivadas de lo que se les dice para que no pasen miedo, o bien explicaciones referidas a mecanismos como choques de nubes.

Respecto al comportamiento de la atmósfera, todas las ideas que poseen sobre los gases y su comportamiento generan concepciones alternativas que tienen que ver mucho con otros aspectos del clima, como ocurre en el caso de la presión atmosférica (“se ejerce de arriba hacia abajo”), el calentamiento de las masas de aire (“el sol calienta el aire”) sa y volumen del aire, (“el aire caliente pesa menos”), viento (“la atmósfera ~~solo~~ ejerce presión cuando hay viento”), etc.

Y, por supuesto, las concepciones sobre las estaciones anuales interfieren en la comprensión de los climas del planeta.

Ciencias ambientales

Algunos problemas ambientales tienen especial relevancia social, se oye hablar constantemente sobre ellos y se opina desde distintos sectores sociales, económicos y políticos, muchas veces sin fundamento científico.

En la actualidad se ha generado un interés creciente por la educación ambiental como respuesta y alternativa a los graves problemas que nos afectan  este modo, la problemática ambiental ha llegado al curriculum escolar, no ~~solo~~ transversalmente sino como parte de la formación científica de los escolares. Como consecuencia, se han llevado a cabo numerosas investigaciones en el ámbito de la educación ambiental con el propósito de mejorar los programas educativos.

Rickinson (2001), presenta un análisis de los estudios empíricos sobre el aprendizaje de niños de primaria y secundaria en el campo de la educación ambiental hasta ese momento. Este autor señala que existe una extensa, aunque no muy variada, producción en algunas áreas, como el conocimiento concreto de los estudiantes sobre determinados problemas ambientales, sus actitudes y comportamientos o los resultados del aprendizaje; mientras que otros aspectos, como las percepciones sobre la naturaleza, las experiencias educativas concretas o la influencia de los adultos, son todavía emergentes.

⁴² Rappaport, E. (2009). “What Undergraduates Think About Clouds and Fog”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 57, nº 2, pp. 145-151.

Es obvio que nosotros no podemos hacer aquí un análisis de las concepciones iniciales y las dificultades de aprendizaje en todos los tópicos y áreas que abarca la educación ambiental. Por ello nos centraremos en aquellos aspectos que se incluyen en el currículum de Primaria porque afectan globalmente al Sistema Tierra y tienen una gran relevancia social.

► El medio ambiente

Los niños, en general, muestran gran interés e implicación por los problemas ambientales relacionados con su experiencia, aunque presenten limitaciones y contradicciones en su comprensión de estas cuestiones. Pero para entender los problemas medioambientales, los estudiantes deben primero entender y conceptualizar lo que es el medio ambiente, los fenómenos y procesos que actúan recíprocamente para formarlo y caracterizarlo.

Las investigaciones sobre este tópico no son muy abundantes. Algunos de los trabajos más recientes categorizan distintas concepciones del término “medio ambiente”⁴³.

Uno de los principales modelos infantiles se basa en la consideración del medio ambiente como el lugar donde viven los animales y las plantas, identificando medio ambiente con “ambiente natural”, entendido como espacios no modificados por la acción negativa del hombre. La característica más importante es la exclusión del hombre y cualquier cosa construida por él. Es frecuente que los niños que presentan este modelo lo asocien a un lugar prístino y puro, salvaje y no contaminado.

Otro modelo frecuente es el que considera el medio ambiente como soporte de la vida, es decir, el medio ambiente como fuente de recursos para los seres vivos. Desde este punto de vista, el uso de los recursos no se percibe como algo que puede causar impacto ambiental. Algunos conciben el medio ambiente como el “mundo”, el conjunto de todo lo vivo y no vivo, incluido el hombre que comparte el espacio en armonía con el resto de seres vivos, sin evidencias de ningún impacto debido a la acción antrópica. Es un modelo parecido al primero pero con la inclusión del hombre. Sin embargo, en todos los casos se percibe un límite entre lo humano y el medio ambiente, y las interacciones del hombre y el medio no se

⁴³ Ver Shepardson, D.; Wee, B.; Priddy, M. y Harbor, J. (2007). “Students’ Mental models of the Environment”, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 44, nº 2, pp. 327-348; Littledyke, M. (2004). “Primary children’s views on science and environmental issues: examples of environmental cognitive and moral development”, *Environmental Education Research*, vol, 10, nº 2, pp. 217-235.

consideran. En menos ocasiones se asocia el medio ambiente a los lugares afectados por problemas de contaminación o por impactos derivados de la actividad humana.

Desde estas perspectivas que consideran lo medioambiental al margen de lo humano, o como una simple fuente de recursos, los comportamientos humanos no afectan en un grado importante al medio ambiente. Así, la mayoría de los niños se sienten preocupados preferentemente por los problemas que afectan a los animales, como la caza abusiva o especies en peligro de extinción, y sólo los niños más mayores se interesan también por la desaparición de bosques y selvas o por la contaminación, aunque muestren un conocimiento limitado o erróneo del término, y no asociado a su comportamiento diario.

► **Problemas ambientales globales: calentamiento global, efecto invernadero, agujero de la capa de ozono**

En general, los estudios realizados en distintos países sobre estos temas (Punter et al., 2011; Lee et al., 2007; Daskolia et al., 2006; Gautier y Rebich, 2005; Leighton y Bisanz, 2003; Andersson y Wallin, 2000; Koulaidis y Chrisidou, 1999; Mason y Santi, 1998; Rye et al., 1997; Boyes y Stanisstreet, 1993, 1997), y con población de distintas edades, desde escolares hasta adultos, muestran que tanto unos como otros funden y confunden las causas que generan el efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono, así como sus consecuencias sobre el calentamiento global. Particularmente, el trabajo de Lambert et al, (2012) señala el enorme desconocimiento que manifiestan, incluso los profesores en ejercicio, sobre estos aspectos y cómo, en la mayoría de los casos, sus principales fuentes de información provienen de los medios de comunicación. De esta manera, los ciudadanos siguen divididos respecto a la importancia del problema del calentamiento global.

Uno de los modelos más generalizados, puesto de manifiesto en los distintos estudios consultados, establece la siguiente relación: destrucción de la capa de ozono-----> mayor penetración de rayos solares-----> mayor calentamiento-----> aumento del efecto invernadero. En algunas concepciones el bucle se retroalimenta de manera que un aumento del efecto invernadero causa una mayor destrucción de la capa de ozono. Este modelo establece una relación estrecha entre el agujero de la capa de ozono y el calentamiento global. Es muy frecuente que se atribuya el aumento de la temperatura en la Tierra a la penetración de radiación solar “extra” por el “agujero de ozono”, involucrando diversas creencias como la “dificultad de que los rayos que han penetrado salgan”, “los agujeros dejan escapar sólo el aire frío”, o “los rayos ultravioleta son más calientes”.

La mayoría de los modelos consideran la contaminación, indiscriminadamente, como causa de ambos problemas y en general de todos los problemas ambientales. Se mezcla el papel de los gases de efecto invernadero con el de aerosoles y CFCs., y se les atribuye globalmente un efecto dañino sin considerar su importante papel como reguladores del clima del planeta. Es frecuente que tanto niños como adultos consideren el aumento de CO₂ como un factor de gran importancia en el efecto invernadero, pero también como destructor de la capa de ozono.

El calentamiento global aparece en dichos modelos como el resultado de la combinación del efecto invernadero y destrucción de la capa de ozono, de las que los humanos somos responsables en mayor o menor medida. Sin embargo, en el caso de los niños de Primaria es posible que se evoquen causas naturales como el vulcanismo o el aumento del calor solar con el tiempo.

En cuanto a las consecuencias del calentamiento global, aunque hay una aceptación generalizada de la subida del nivel del mar debida al deshielo de glaciares y casquetes polares, en los modelos infantiles no hay conexión entre el calentamiento global y otros aspectos del ciclo hidrológico u otros factores climáticos; así como con el bienestar o la salud.

Otros estudios, como el de Devine-Wright et al., (2004), investigan las creencias de los niños de entre 9 y 12 años y adultos sobre su papel como causa de los problemas ambientales y su capacidad de colaborar en las soluciones. Este trabajo muestra que hay una importante tendencia a minimizar la responsabilidad en las causas –tanto menor cuanto más global es el problema– y la eficacia de las respuestas personales, sobre todo en aquellos niños en los que sus conductas no son apoyadas por entornos como la familia o los amigos. Las acciones para paliar los efectos negativos del calentamiento global pasan por alternativas “ecológicas” genéricas, como contaminar menos, reciclar o recoger basuras, usar menos los coches, no talar árboles, etc., de manera que cualquier acción positiva sobre el medio ambiente podría resolver todos los problemas.

► Recursos naturales y fuentes de energía

Las fuentes de energía y las materias primas, las energías renovables y no renovables y el desarrollo sostenible, son aspectos que se abordan actualmente en el currículum de primaria.

Dada la escasa investigación en ciencias de la Tierra, no son frecuentes los estudios que aborden las concepciones sobre los recursos naturales o las materias primas. Quizá lo más destacado sea precisamente la escasa consideración de los materiales terrestres como recursos imprescindibles y cotidianos en nuestra

vida, con la excepción del agua y los combustibles fósiles. Hemos podido comprobar cómo nuestros estudiantes no relacionan en absoluto la extracción de los metales con los minerales, creyendo que muchos (Pb, Fe, Al, etc.) se encuentran tal cual en la naturaleza, y no son capaces de mencionar prácticamente ningún mineral o roca usados en su entorno inmediato, salvo en la joyería o la ornamentación.

Para nuestros alumnos, y para la mayoría de las personas, el suelo no entra en la categoría de depósito geológico ni de recurso natural, a pesar de la importancia que tiene el problema de la pérdida del suelo o la desertificación. Respecto a este tópico, en un estudio con estudiantes de secundaria de entre 12 y 17 años (Yus y Rebollo, 2007), se señala cómo los alumnos, a pesar de haber tenido contacto escolar con los procesos edafogénicos, mantienen ideas vagas y confusas sobre la edad, profundidad, composición o estructura de los suelos: muchos alumnos sólo disponen de una acepción cotidiana del concepto de suelo como “superficie inerte o de soporte para pisar, edificar, o simplemente estar”. En el mejor de los casos, el suelo aparece como “producto del acarreo y sedimentación de productos de diversa índole, suelo, materia orgánica (generalmente cadáveres y restos), en virtud de diversos agentes”.

De un modo similar, los combustibles fósiles no entran en la categoría de rocas, y la mayoría de las personas tiene ideas confusas sobre su origen y distribución en el mundo, a pesar de la importancia económica y política de los mismos.

Rule (2005), realizó un estudio sobre las concepciones relativas a las energías fósiles entre niños de una escuela rural en el sur de EEUU, precisamente en un área geográfica donde gran parte de la población trabaja en este sector. El catálogo de ideas inadecuadas relativas al origen, usos, distribución e importancia del petróleo, carbón y gas natural es muy variado. Desde la concepción de que el petróleo se forma a partir de restos de dinosaurios –existe una marca de gasolina cuyo logotipo es un dinosaurio– o de huesos de ballena, a la idea de que el carbón proviene del petróleo o viceversa, o que el petróleo se acumula en grandes lagos o cuevas bajo la superficie, como las aguas subterráneas.

Dado que la mayoría de los estudiantes no entienden el origen del petróleo y el carbón, no pueden comprender la desigual distribución de los combustibles fósiles en el mundo. Si, además, añadimos la creencia de la mayoría de los niños de una Tierra inmutable, y se asume que las condiciones superficiales han existido siempre, muchos estudiantes expresan la duda de poder encontrar petróleo en áreas como desiertos o bosques. Respecto a los usos, la mayoría se centraron en su función como lubricante, desconociendo su refinado y la gran cantidad de productos derivados de uso común. Es destacable cómo algunos niños tenían la particular opinión de que la gasolina sale de debajo de las gasolineras, quizá

considerando que las gasolineras se instalan allí donde hay acumulaciones subterráneas de gasolina.

Este mismo estudio se extendió a estudiantes universitarios (futuros maestros de la escuela elemental), encontrando que los adultos abrigan muchas de las concepciones de los niños. Es destacable que tanto unos como otros no tienen en cuenta el papel crítico del petróleo como fuente de energía, su importancia como recurso estratégico y su impacto económico-político o ambiental.

Bodzin (2012), además de analizar el estado de la cuestión en investigaciones de las últimas décadas, demuestra la baja comprensión de los estudiantes de octavo grado en Pensilvania sobre la adquisición de recursos energéticos, la generación de energía, el almacenamiento y transporte, y el consumo de energía y la conservación. Un problema que, dado que dichos contenidos forman parte de los estándares de educación en EEUU, puede ser común en todos los estados.

Por otra parte, el agua es considerada, en la mayor parte de los casos, como un recurso renovable e inagotable, aunque está claro que, hoy por hoy, necesitamos cambiar o modificar esta idea. Son igualmente escasos los trabajos relacionados con la concepción del agua como recurso, pero Jaén y Palop (2011), en un estudio más general sobre gestión del agua, energía y recursos, realizado entre alumnos y profesorado de la ESO, señalan varias conclusiones importantes: se mantienen ideas incorrectas sobre la localización y disponibilidad del agua dulce en el planeta; se cree en la capacidad depuradora de mares y océanos; se desconoce el destino final del agua que consumimos y no se es consciente de la cantidad diaria de agua que utilizamos en nuestras actividades cotidianas; se confunde depuración y potabilización; y se desconoce la cantidad de población mundial sin acceso a este recurso. Pereira y Morerira (2010), ponen de manifiesto que estudiantes de sexto nivel de primaria de Río de Janeiro relacionan la calidad del agua con la presencia de “suciedad”, entendida como turbidez (es decir, que agua clara es agua limpia), y sólo cuestionan su relación con las enfermedades en el caso de situaciones de pobreza. De la misma manera, minimizan nuestro papel como contaminadores del agua en nuestros usos cotidianos. No es difícil imaginar que en ambos casos hablamos de modelos extensibles a otros contextos y edades.

Es discutible que únicamente el adecuado acercamiento científico a los problemas del medio ambiente genere actitudes y comportamientos comprometidos con su cuidado y protección, pero en cualquier caso una educación ambiental debe pasar por una adecuada comprensión sobre los problemas que afectan al medio ambiente.

Todos los estudios demuestran que, además de la formación escolar, y en mucho mayor grado que ésta, otras fuentes no formales como la televisión y

otros medios de comunicación tienen una gran influencia y son la principal fuente de información sobre los problemas ambientales para la mayor parte de los niños y adultos. Aunque no de modo concluyente, se apunta que gran parte de los problemas de aprendizaje se deben al tratamiento acientífico y poco riguroso de estas fuentes de información. Está claro que el uso de analogías coloquiales al denominar estos conceptos, tales como “efecto invernadero” o “agujero de ozono”, por ejemplo, genera confusión y una comprensión basada “al pie de la letra” en estas analogías. En algunos casos se ha señalado también cómo la introducción de los contenidos ambientales en los currículos científicos de primaria y secundaria ha generado textos “precipitados”, que tratan los problemas poco claramente o desconectados de otros aspectos científicos necesarios para una adecuada comprensión de estos conceptos. Por otra parte, un sector importante del profesorado se encuentra a su vez desinformado o poco preparado en estos temas.

Sin embargo, los niños se interesan enormemente por los problemas ambientales, sobre todo en aquellos que forman parte de su experiencia vital, y se sienten implicados en todo lo relativo a la conservación y protección del medio ambiente, por lo que abordar con rigurosidad estos temas proporciona una ocasión única de conectar las ciencias de la Tierra y la sociedad.

Los estudios sobre suelo o combustibles fósiles hablan por sí solos y muestran que sin una adecuada conceptualización sobre la naturaleza no renovable de los recursos geológicos, o su desigual distribución mundial, no se puede valorar el problema que supone su pérdida o escasez, y no se perciben las importantes consecuencias económicas y políticas que se derivan de este hecho. La escuela tiene un papel fundamental en formar futuros ciudadanos conscientes y consecuentes en sus decisiones y prácticas ambientales.

LAS POSIBLES FUENTES DE LAS IDEAS ALTERNATIVAS

A primera vista puede parecer que la lista de concepciones alternativas en Ciencias de la Tierra es muy extensa y variada. Sin embargo, un análisis más detallado puede mostrar que en muchos casos, el marco conceptual en el que se generan dichos conceptos, independientemente de la forma concreta que adopten, es similar para la mayoría de los niños, y puede responder a diversas causas, que nosotros dividimos en tres categorías: a) causas circunstanciales, es decir, debidas a problemas derivados del entorno y medios de aprendizaje; b) causas debidas a los sistemas de pensamiento propios de los estudiantes; y c) dificultades intrínsecas del aprendizaje de las Ciencias de la Tierra.

Causas circunstanciales: Los errores en los propios libros de texto, el lenguaje, gráficos, analogías, medios de comunicación...

Los errores en los propios libros de texto

El libro de texto sigue siendo, para bien y para mal, uno de los elementos didácticos más utilizados en las aulas; particularmente en el caso de las Ciencias de la Tierra viene a ser el soporte de información más utilizado por los maestros y profesores. Sin embargo, algunos estudios sobre textos escolares en diversas áreas científicas, los escasos realizados en nuestro ámbito⁴⁴ y nuestra propia experiencia sobre libros de texto de primaria y secundaria, ponen de manifiesto que existen gran cantidad de errores que pasan directamente del libro al pensamiento de niños y profesores. Sirva como muestra el siguiente ejemplo del libro DEMOS, Ciencias sociales, Geografía e Historia, 1º ESO:

“Según la teoría de la deriva de los continentes, hace 200 M.d.a. la corteza de la Tierra estaba formada por un único continente denominado Pangea, que flotaba sobre el manto.

Debido al movimiento de rotación de la Tierra, este conjunto único de tierras empezó a desplazarse y a romperse en grandes piezas o bloques de roca, llamados placas tectónicas, hasta formar un especie de inmenso puzzle.

A pesar de que los movimientos de estas placas tectónicas son extremadamente lentos, cuando dos placas chocan una de ellas puede elevarse formando grandes cordilleras, mientras que la otra puede hundirse hasta crear profundas fosas marinas”.

El lenguaje

Hemos visto a lo largo de algunos de los análisis efectuados cómo el lenguaje que utilizamos en el aula puede dar lugar a ideas o concepciones falsas. Cuando usamos palabras que tienen un significado común, y otro desde el punto de vista científico o técnico, hay que ser especialmente cuidadoso y deben estar muy claros los significados con que las usamos. Si no atendemos a este paralelismo, los estudiantes pueden construir conocimientos alrededor de conceptos incorrectos, con resultados impredecibles. En el campo de las Ciencias de la Tierra, existen muchas palabras con doble significado: desde la propia palabra *Tierra*, que desig-

⁴⁴ Ver: Pérez, U.; Álvarez, M. y Serrallé, J. F. (2009). “Los errores de los libros de texto de primer curso de ESO sobre la evolución histórica del conocimiento del Universo”, *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), pp. 109-107; King, C. (2010). “An Analysis of Misconceptions in Science Textbooks: Earth science in England and Wales”, *International Journal of Science Education*, 32:5, pp. 565-601.

na igualmente al planeta que al material suelto que pisamos...; *suelo*, que puede referirse al piso sobre el que nos asentamos pero que tiene un significado geológico muy concreto; *crystal*, que se refiere coloquialmente al vidrio, pero que geológicamente significa todo lo contrario; *roca*, *agujero de ozono*, *efecto invernadero*, etc. Igualmente ocurre con algunas expresiones como: que el sol “sale y se pone”; subir para referirnos a viajes hacia el N; las placas que se separan y que chocan, etc., tan habituales tanto en el lenguaje coloquial como en el ámbito escolar y que refuerzan constantemente estas ideas.

Algunas de las concepciones alternativas que hemos visto pueden tener este origen, o estar fomentadas por el uso incorrecto del lenguaje.

El valor de los gráficos en las Ciencias de la Tierra

Dado que los profesores en ejercicio utilizan abusivamente el libro de texto o el libro del profesor como fuente de información, no hay que olvidar las posibles fuentes de errores conceptuales o ideas inadecuadas derivadas de la redacción de los textos y de las imágenes utilizadas.

Puesto que se abordan temas, u objetos de estudio, que en la mayoría de las ocasiones no pueden ser observados a simple vista, es frecuente el uso de esquemas, diagramas o representaciones gráficas que apoyan los textos. Estos esquemas, lejos de facilitar la comprensión, pueden constituir en sí mismos una fuente de ideas alternativas, e incluso un obstáculo para el aprendizaje. Sirvan de ejemplo los diagramas sin escala y sin perspectiva tridimensional del Sol y los planetas, que derivan en la imposibilidad de comprender las relaciones entre la Tierra, el Sol y la Luna; la representación excesivamente elíptica de la órbita de la Tierra alrededor del Sol, que asienta la concepción universalmente establecida de que es verano cuando pasamos más cerca del Sol; los gráficos de las capas del interior terrestre sin escala, que nos hacen pensar en un núcleo pequeño en relación con una gran corteza o la posibilidad de que los magmas se generen en el núcleo terrestre y accedan fácilmente al exterior; los cortes geológicos simplificados, que si no se explicitan dan una imagen totalmente falsa de la realidad; las representaciones de tectónica de placas, pocas veces sobre un planeta esférico, etc.

En conjunto, se pueden considerar varias fuentes de error a las que es necesario prestar atención:

- Falta de escala.
- Problemas de visión espacial o geométricos.
- Uso de términos o simplificaciones gráficas no siempre conocidas por los estudiantes.

Por nuestra parte, proponemos un apoyo decidido al uso de gráficos, pero siempre incidiendo en los problemas mencionados anteriormente, y sobre todo a que los estudiantes generen sus propios gráficos, esquemas y diagramas como un instrumento fundamental en la construcción de nuevos conocimientos y en la detección de problemas de aprendizaje.

Las analogías

Es muy frecuente que en la enseñanza de las ciencias de la Tierra recurramos a analogías, sobre todo en aquellos aspectos que no son directamente observables. Las analogías pueden ser herramientas muy efectivas para introducir conceptos nuevos, sobre todo en dominios abstractos del conocimiento. Las analogías tienen la ventaja de relacionar y activar el conocimiento anterior del niño, haciendo la nueva información más significativa⁴⁵. En el campo de las ciencias de la Tierra, son muy conocidas y usadas las analogías para la comprensión del tiempo geológico, como la que presenta la historia de la Tierra en un calendario de un año, o la estratificación y la deformación mediante la composición de las capas de una tarta, por ejemplo.

Pero ha sido puesto de manifiesto que el uso de este recurso no está exento de problemas y limitaciones en algunos casos: si la analogía elegida es pobre; si el tópico se podía entender fácilmente sin su uso; o, particularmente, si el estudiante usa mal la analogía, sobreextendiendo o atribuyendo cualidades o aspectos del modelo que son inapropiados en el nuevo dominio⁴⁶. Así, en algunos casos, las transferencias directas de las analogías a los conceptos que pretenden apoyar generan a veces más concepciones alternativas que resultados positivos. Ya hemos visto anteriormente el caso particular del problema ambiental del “efecto invernadero”, cuyo modelo puede generar ideas erróneas muy arraigadas.

Por nuestra parte, creemos que discutir todos los aspectos de las analogías empleadas con los alumnos, y sobre todo promover el uso de analogías por parte de los niños, analizando en el conjunto de la clase su validez como modelos, puede ser de gran utilidad en el aprendizaje de numerosos aspectos de las Ciencias de la Tierra.

⁴⁵ Blake, A. (2004). “Helping young children to see what is relevant and why: supporting cognitive change in earth science using analogy”, *International Journal of Science Education*, 26:15, pp. 1855-1873.

⁴⁶ Ver: Newton, L. D. (2003). “The occurrence of analogies in elementary school science books”, *Instructional Science*, 31, pp. 353-375; y Newton, D. P. and Newton, L. D. (1995). “Using analogy to help young children understand”, *Educational Studies*, 21(3), pp. 379-393.

Los medios de comunicación y otras vías de información no formales

En un momento en que los niños pasan tantas horas diarias frente a la televisión, y dado el enorme mercado cinematográfico infantil, es imposible obviar la influencia de los medios de comunicación en la construcción del pensamiento. En muy poco tiempo, el profesor y el libro de texto han pasado de ser la única fuente de información científica a compartir protagonismo con muchos otros medios, la mayoría de ellos, desde Internet hasta la televisión, con impacto global. Es, pues, ineludible tomar en consideración su papel como generadores de concepciones sobre la realidad, entre las que las ciencias y los científicos, en general, y las Ciencias de la Tierra y el Espacio, en particular, no quedan ajenas.

Los medios de comunicación pueden tener un importante papel como generadores de ideas falsas y errores conceptuales, ya que la información se suele presentar sesgada y simplificada por personas no cualificadas; las abrumadoras posibilidades de Internet llevan, las más de las veces, a confusión, tanto a los estudiantes como a los profesores; pero, a la vez, los medios de comunicación pueden utilizarse como un importante recurso didáctico, bien desde el punto de vista de la motivación, como del uso de estrategias didácticas. Sin olvidar que marcan la relación de la Ciencia y Tecnología con la sociedad.

Aunque entre las vías de información no formales los medios de comunicación presentan el más alto impacto, no debemos olvidar que, tratándose de alumnos de Primaria, la influencia familiar y el ámbito de desarrollo cultural y religioso pueden constituir asimismo obstáculos de aprendizaje científico que el maestro no puede ignorar.

Relativas al sistema de pensamiento de los estudiantes y las geociencias

El pensamiento antropocéntrico

Los estudiantes tienen dificultades para imaginar un mundo que existe y evoluciona independientemente de la presencia humana. Aun cuando posean formación geológica, manifiestan una enorme resistencia a concebir un planeta sin humanidad.

En las edades más tempranas el antropocentrismo conlleva explicaciones animistas, personificando las acciones geológicas, “La Tierra tiembla porque necesita eliminar sus gases y liberarse de lo que tiene”, “llueve cuando las nubes están llenas”... En los estudiantes mayores el antropocentrismo se manifiesta de otras maneras. O bien todo en la naturaleza está al servicio del hombre y ocurre o existe para nuestro beneficio, o bien el hombre es capaz de causar cualquier reacción

sobre el planeta: “las enormes construcciones pueden causar los terremotos”, “una explosión nuclear o incluso un problema de contaminación destruirían el planeta”. Algunos estudiantes, que se niegan a aceptar la acción natural, creen que los paisajes naturales son hechos por la mano del hombre, de la misma manera que es capaz de construir grandes obras como las pirámides.

En cualquier caso, el antropocentrismo se encuentra muy arraigado. En algunos casos, la educación ambiental favorece esta visión. Es importante que los niños comprendan que las acciones del hombre afectan fundamentalmente al hábitat de los seres vivos, pero poco a la evolución global de la Tierra. La consideración de que somos unos recién llegados al planeta, pasajeros temporales, y que, igual que la Tierra ha evolucionado desde hace 4.500 Millones de años sin nosotros, lo hará aunque la humanidad desaparezca, debe ser un motor científico para valorar nuestra posición en el mundo y mejorar su comprensión.

Dificultad para mantener una visión holística

Los niños, y en general todos los estudiantes, tienen problemas para comprender sistemas dinámicos complejos, considerándolos en términos estáticos y aislando el comportamiento de cada uno de sus componentes. Para explicar los fenómenos naturales suelen identificar una única causa simple, o una cadena causal lineal⁴⁷. Se presenta así una seria dificultad para comprender la Tierra como un sistema activo integrado, en la que una serie de procesos interconectados da lugar a cambios en los materiales. Por ejemplo, resulta muy difícil asociar un fenómeno local como un seísmo con una causa general derivada del comportamiento del planeta.

Además la mayoría de los niños, pero también los adultos, tienen una perspectiva simplista de los aspectos relacionados con las Ciencias de la Tierra. Se percibe el planeta como un ente material en el que sólo se observan transformaciones puntuales de las que normalmente se desconocen o no se comprenden las causas.

Posiciones catastrofistas o estáticas

El catastrofismo es un paradigma que se mantuvo durante los siglos XVII y XVIII sobre el origen de la Tierra y los fenómenos que en ella ocurren frente al gradualismo, que implicaba aceptar una enorme cantidad de tiempo para la exis-

⁴⁷ Raia, F. (2005). “Understanding Complex Dynamic Systems”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 53, nº 3, pp. 297-308.

tencia del planeta. Hoy podemos hablar del Neocatastrofismo, ya que tenemos que aceptar que algunos eventos importantes en la Historia de la Tierra han ocurrido de forma esporádica y “catastrófica”; de la misma manera que tenemos que aceptar que en el pasado se produjeron fenómenos que ya no tienen precedente en el presente, o que no pueden volver a ocurrir de la misma manera en el futuro, ya que la energía, la configuración terrestre y las interacciones entre las distintas capas del sistema Tierra se han modificado.

La epistemología y la Historia de la Geología permiten comprobar la dificultad que ha existido, entre otros aspectos, para superar el catastrofismo precientífico, para comprender el tiempo geológico, o para alcanzar una perspectiva dinámica de la superficie sólida de la Tierra. De la misma forma, los niños muestran marcos conceptuales catastrofistas o estáticos.

Como ya hemos visto, en la mayoría de los niños, como en general todas las personas, conviven perfectamente la concepción de una Tierra estable, con un paisaje inmutable, junto con la de un planeta con un interior con mucha energía que puede causar fenómenos catastróficos. Incluso aquellos estudiantes que conocen la Teoría de la Tectónica de placas y que no han mostrado ninguna resistencia a aceptarla tienden a ser fijistas y catastrofistas en la aplicación del modelo a problemas concretos. El catastrofismo acientífico, además, está inducido por la falta de una adecuada comprensión del tiempo geológico y la duración de los procesos. Esta perspectiva funciona como obstáculo para el desarrollo de interpretaciones sobre los fenómenos y procesos que actúan sobre el sistema Tierra.

Dificultades propias de las Ciencias de la Tierra

La visión espacial

La comprensión de las Ciencias de la Tierra está ligada a muchas tareas que requieren un buen desarrollo de la visión espacial. Algunas de las capacidades espaciales básicas empleadas en las Ciencias de la Tierra son el reconocimiento de patrones y formas; la comprensión de los sistemas de referencia horizontal y vertical; la capacidad de concebir espacios que no se pueden percibir en su totalidad desde un solo punto de vista; la integración y síntesis de observaciones hechas separadamente en un conjunto; la capacidad de manipulación mental de superficies y volúmenes; etc.⁴⁸ Es preciso tener en cuenta que los niños necesitan

⁴⁸ Ishikawa, T & Kastens, K. (2005). “Why Some Students Have Trouble with Maps and Other Spatial Representations”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 53, nº 2, pp. 184-197.

una adecuada comprensión espacial de los procesos terrestres y de sus representaciones, y que no siempre en la escuela se tiene suficientemente en cuenta la limitación que supone la falta de un adecuado desarrollo de la visión espacial.

Por otra parte, el uso de los mapas constituye una herramienta fundamental en la enseñanza y aprendizaje, no sólo de las Ciencias de la Tierra, sino en muchas otras áreas de conocimiento, por lo que es fundamental su estudio y comprensión. Los mapas, además de formar parte de la experiencia diaria de todos los niños –por ejemplo, los mapas de carreteras–, forman parte del bagaje escolar, se muestran en pósters en la clase y continuamente en los libros, asumiendo que los niños interpretan y reconocen la correspondencia entre el mapa y el mundo real. Sin embargo, los resultados de diversas investigaciones ponen de manifiesto que muchos adultos tienen dificultades para hacer esa misma correspondencia y localizarse y orientarse con un mapa. En cualquier caso, la introducción de las Ciencias de la Tierra en la escuela debe servir para abordar y mejorar la educación en estos aspectos.

La escala espacial de los fenómenos geológicos

Los objetos de conocimiento en el ámbito de las Ciencias de la Tierra varían drásticamente de escala, desde la naturaleza corpuscular de la materia a la escala planetaria o astronómica. Pero, además, muchos fenómenos locales, incluso de escala microscópica, tienen causas globales, por lo que los estudiantes necesitan representar mentalmente procesos que afectan a diferentes escalas, desde pocos milímetros a cientos de kilómetros. Además, la dificultad de conectar los cambios superficiales con procesos del interior terrestre inaccesibles a nuestra observación, y la lentitud de dichos cambios, se presenta como un obstáculo importante en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra.

La escala temporal. El tiempo geológico

El tiempo geológico profundo está tan fuera de nuestra experiencia ordinaria, que necesariamente tenemos dificultad para concebirlo. Además, el tiempo geológico es un concepto complejo que entraña diferentes nociones básicas como la sucesión causal o la duración y cronología⁴⁹. La primera no presenta especiales dificultades de conceptualización; es la relación temporal más simple y sirve de base para entender muchos conceptos relativos al tiempo, como el orden, la

⁴⁹ Pedrinaci, E. (2001). *Los procesos geológicos internos*. Síntesis Educación. Madrid.

simultaneidad o la duración. La sucesión y ordenamiento de acontecimientos geológicos en el tiempo, es decir, la comprensión de la datación relativa, mucho mejor que la memorización de dataciones absolutas, puede ser animada en las aulas de Primaria, como instrumento de aprendizaje. El trabajo y familiarización con la escala del tiempo geológico debe realizarse a partir de comparaciones con escalas de referencia conocidas y familiares –en la bibliografía didáctica hay múltiples analogías y propuestas para abordar este tema con los niños–, introduciendo eventos geológicos que despierten interés para los alumnos, en un esquema básico que pueda ser ampliado progresivamente. Comprender que cada momento de la Historia de la Tierra es único e irrepetible, y conocer y representar algunas “escenas” importantes en esa evolución, constituye un aprendizaje que genera gran expectación en los niños.

Por otra parte, la base del trabajo geológico se fundamenta en poder establecer conexiones entre el pasado y el presente, es decir, en la aplicación del Principio del Actualismo. Percibir los cambios y comprenderlos como una respuesta a fenómenos con dimensión histórica se encuentra en la base del conocimiento de la evolución del Planeta. Trabajar el Actualismo desde el nivel escolar permite hacer una adecuada conceptualización de la mayoría de los aspectos de las Ciencias de la Tierra y de muchos otros relativos a las Ciencias Sociales. Y hoy es más necesario que nunca, si queremos hacer una adecuada valoración de los problemas ambientales, del uso de los recursos y de la posibilidad de un futuro sostenible.

Conocer las ideas previas y las dificultades de aprendizaje en sí mismas no da respuesta a cómo superarlas. ¿Y ahora qué? es la pregunta más habitual de los profesionales de la enseñanza. Sin embargo, aunque no hay soluciones mágicas, ser conscientes de estos problemas nos ayudará a reflexionar sobre nuestra enseñanza y a buscar estrategias didácticas que nos permitan provocar y mejorar los aprendizajes.

5. ¿QUÉ CONOCIMIENTO ESCOLAR SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO ES PRIORITARIO Y QUÉ PROBLEMAS INVESTIGAR AL RESPECTO?

Es obvio que hay que hacer una selección de los conocimientos científicos que podemos trabajar en Primaria, sea cual sea el aspecto de la realidad que queramos estudiar. En general, la selección de contenidos se realiza desde la consideración de la lógica de las disciplinas implicadas, junto con la didáctica correspondiente y las características evolutivas y de desarrollo de los niños de esta etapa.

Sin olvidar ninguna de dichas consideraciones, la perspectiva del proyecto INM (6-12) establece una serie de prioridades para la selección de contenidos en Primaria que, además de atender a los objetivos generales del proyecto, tiene en cuenta la consecución de aprendizajes significativos y funcionales que favorezcan la comprensión de la realidad. Lo que se pretende es impulsar la construcción, por parte de los alumnos, de un tipo de conocimientos que les permita explicar el mundo que les rodea, interactuando y trabajando en contacto directo con los aspectos más inmediatos de su entorno natural, para progresivamente pasar a esquemas interpretativos de carácter más general.

Por ello, habrá que partir de la identificación y planteamiento de problemas relativos a aspectos concretos de las Ciencias de la Tierra que sean relevantes para los niños de esta edad, que propicien la formulación de preguntas, la realización de observaciones, el análisis de información, la sugerencia de predicciones, etc., y que permitan ir superando las concepciones previas dentro del marco teórico e interpretativo general que rige dichas ciencias.

No hay que olvidar que las tecnologías de la información y comunicación han abierto una ventana al mundo que permite que muchos de los conocimientos de este ámbito, aunque no formen parte de la experiencia directa de los alum-

nos, constituyan objeto de su interés; por lo que, cuando hablamos de trabajar en contacto con la realidad, no nos referimos sólo a su entorno físico inmediato, sino a lo que ellos perciben como más interesante o problemático. Sirvan de ejemplo, desde la exploración del espacio a todo lo relativo al pasado geológico de la Tierra —que imaginan más dinámico y fascinante que nuestro “inmutable” presente—, pasando por los fenómenos geológicos catastróficos, tanto del pasado, como del presente y futuro, o algunos de los procesos ambientales actuales que tienen implicaciones directas para el futuro de la humanidad.

LA CONSTRUCCIÓN PROGRESIVA DE LOS CONOCIMIENTOS

La noción de sistema es compleja, y particularmente la de los sistemas Tierra y Universo. Por ello, independientemente del nivel de organización que consideremos, deberemos partir de una aproximación de carácter más descriptivo, considerando los distintos elementos que componen los sistemas y sus relaciones más evidentes, para ir avanzando hacia la comprensión de relaciones más complicadas. Las dificultades de los niños más pequeños para considerar distintos aspectos y perspectivas de una misma realidad incide en la idea de empezar a trabajar sobre identificación y diferenciación de elementos simples y el reconocimiento de sus relaciones más básicas.

El sistema Tierra, como cualquier otro, es un sistema dinámico y cambiante en el tiempo, y existe una gran diversidad de fenómenos y manifestaciones de estos cambios y de sus ritmos. Sin embargo, ya ha sido comentado que la noción de cambio resulta, a veces, difícil para los alumnos de esta etapa, así como las nociones temporales que implican relaciones de causalidad, simultaneidad, sucesión o duración. Por ello, también la dinámica del sistema deberá abordarse de un modo progresivo, empezando por los cambios más evidentes, como los atmosféricos o los ciclos del día y noche, para pasar a cambios de mayor escala como los climáticos y estacionales, el ciclo del agua, o los cambios del relieve. Finalmente, se podrá iniciar la comprensión de fenómenos geológicos, muy lentos para ser perceptibles, pero que pueden tener manifestaciones externas esporádicas como el volcanismo o la sismicidad.

Por último, podremos abordar la Tierra como sistema en el que los distintos elementos interactúan entre sí causando modificaciones y procesos de transformación; es decir, como sistema en evolución que desde su origen ha mantenido distintas configuraciones. El hombre, aun recién llegado, forma parte de este sistema en evolución, por lo que tiene capacidad y posibilidad de intervenir tanto en su degradación como en su organización y gestión.

PROBLEMAS GENERALES SOBRE EL PLANETA TIERRA EN EL UNIVERSO

Al final de la etapa de Primaria, esperamos que los estudiantes hayan conseguido un conocimiento significativo sobre el planeta Tierra y el Universo. Sin embargo, los contenidos concretos pueden parecer demasiado numerosos o inabordables si se presentan desorganizados o desconectados entre sí. Nosotros, en el marco del proyecto INM (6-12), proponemos que este conocimiento se aborde en torno a unas grandes preguntas o problemas, a partir de los cuales se pueden estructurar y conectar entre sí los conocimientos que aprenderán los alumnos.

Estos problemas o cuestiones generales son básicos y fundamentales, guardando relación con algunos de los grandes interrogantes que las Ciencias de la Tierra y del Espacio se han ido formulando a lo largo de la Historia; es decir, cuestiones que han despertado el interés de la Ciencia y de los científicos desde antiguo, o bien cuestiones que se encuentran en la frontera de nuestro conocimiento actual. En cualquier caso, cuestiones siempre abiertas, ya que el conocimiento científico no se puede considerar nunca acabado, y las nuevas técnicas de investigación siguen aportando datos que perfilan y mejoran nuestros modelos científicos actuales.

Estos grandes interrogantes, que exponemos seguidamente, se pueden desglosar en diversos subproblemas que hacen referencia a aspectos concretos de los mismos.

1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?

- ¿Qué astros forman el Sistema Solar?
- ¿En qué se diferencian unos tipos de otros?
- ¿Cómo conocemos qué hay en el Universo?
- ¿Cómo se han formado los astros del Universo?

2. ¿Qué ocurre en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?

- ¿Cómo se mueven la Tierra y la Luna?
- ¿Por qué se producen el día y la noche?
- ¿Por qué se producen las estaciones del planeta?
- ¿Por qué se producen los eclipses?
- ¿Qué causa las mareas?
- ¿Cómo definimos los puntos cardinales y cómo nos orientamos?

3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?

- ¿Por qué hay unos planetas grandes y otros pequeños?
- ¿Por qué los planetas se estructuran en capas superpuestas?
- ¿Qué capas componen nuestro planeta?
- ¿Por qué unos cuerpos tienen atmósfera y otros no? ¿Por qué unos tienen hidrosfera y otros no? ¿Por qué unos tienen biosfera y otros no?
- ¿Cómo podemos saber cómo es la Tierra por dentro?
- ¿Por qué la Tierra posee energía propia y otros astros no?

4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?

- ¿Qué gases componen la atmósfera?
- ¿Cómo se reparte el agua en la hidrosfera y qué características tiene en cada caso?
- ¿Qué son las rocas y los minerales?
- ¿Cuáles son los componentes fundamentales de la biosfera?

5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?

- ¿Por qué se producen los principales fenómenos atmosféricos?
- ¿Por qué se producen las corrientes oceánicas y el oleaje?
- ¿Qué es y cómo se produce el ciclo del agua?
- ¿Cómo circula el agua superficial y en qué emplea su energía?
- ¿Cómo se concentra y circula el agua subterránea?
- ¿Cómo se manifiesta el calor interno terrestre?

6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?

- ¿Qué es el clima y qué climas hay en la Tierra?
- ¿Qué es el suelo?
- ¿Cómo se genera y se modela el relieve?
- ¿Qué paisajes son característicos de la Tierra?

7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?

- ¿Qué son los volcanes?
- ¿Qué son los terremotos?
- ¿Cómo se forman las rocas?
- ¿Cómo se forman las montañas?

8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?

- ¿Qué recursos posee el planeta?
- ¿Qué son las materias primas?
- ¿Qué son los recursos renovables y no renovables?
- ¿Qué problemas causa la sobreexplotación de los recursos?
- ¿Qué es el patrimonio natural y cómo podemos protegerlo?

9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?

- ¿Ha sido siempre igual el planeta?
- ¿Cómo podemos conocer los cambios que ha sufrido la Tierra?
- ¿Qué cambios importantes ha sufrido cada una de las capas terrestres?
- ¿Sigue cambiando nuestro planeta?
- ¿Se puede contar la historia del planeta Tierra?

A partir de estas preguntas y problemas podemos estructurar los contenidos que queremos abordar, y nos sirven para seleccionar el conjunto de “conceptos clave” necesarios para poder construir una respuesta adecuada a cada uno de esos interrogantes.

El resultado de este análisis, se refleja en la tabla siguiente:

Nº	Problema general	Conceptos	
1	¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo?	UNIVERSO GALAXIA NEBULOSA ESTRELLA SISTEMA PLANETARIO SISTEMA SOLAR CUERPO PLANETARIO PLANETA SATÉLITE	SOL LUNA TIERRA COMETA METEORITO ASTEROIDE TELESCOPIO NAVE ESPACIAL ESTACIÓN ESPACIAL CONSTELACIONES

2	¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?	DÍA/NOCHE AÑO EJE TERRESTRE ESTACIONES ORBITA ROTACIÓN TRASLACIÓN	ECLIPSE FASES LUNARES MAREAS PUNTO CARDINAL ORIENTACIÓN
3	¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?	CAPAS TERRESTRES ATMÓSFERA HIDROSFERA OCÉANO AGUA SUPERFICIAL AGUA SUBTERRÁNEA	GEOSFERA CORTEZA MANTO NÚCLEO CONTINENTE BIOSFERA
4	¿Cuál es la constitución fundamental de cada una de las capas terrestres?	MATERIA MATERIALES ÁTOMO SUBSTANCIA ESTADOS DE LA MATERIA GASES AIRE	OXÍGENO OZONO AGUA AGUA SALADA AGUA DULCE ROCA MINERAL MATERIA ORGÁNICA
5	¿Cuál es la energía y dinámica propia de cada una de estas capas?	ENERGÍA SOLAR ENERGÍA INTERNA CLIMA FENOM. ATMOSFÉRICOS VIENTO LLUVIA NUBE OCÉANO GLACIAR AGUA SUPERFICIAL RÍO LAGO AGUA SUBTERRÁNEA	CICLO DEL AGUA MOVIMIENTOS TECTÓNICOS RELIEVE MONTAÑAS

6	¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?	CLIMA CLIMAS DE LA TIERRA EROSIÓN TRANSPORTE SEDIMENTACIÓN	RELIEVE MODELADO DEL RELIEVE FORMAS DEL RELIEVE PAISAJE SUELO COSTA PLAYA ECOSISTEMA
7	¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?	ENERGÍA INTERNA CORTEZA MANTO NÚCLEO LITOSFERA PLACA TECTÓNICA CICLO DE LAS ROCAS	VOLCANISMO TERREMOTO TSUNAMI MONTAÑAS CORDILLERAS FORMACIÓN DE MONTAÑAS
8	¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?	RECURSO MATERIA PRIMA RECURSO RENOVABLE RECURSO NO RENOV. MINA YACIMIENTO MINERAL	SOBREEXPLOTACIÓN PROBLEMAS AMBIENTALES PATRIMONIO NATURAL
9	¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?	VIDA ORIGEN DE LA VIDA OXÍGENO OZONO	FÓSIL CLIMAS HISTORIA DE LA TIERRA CALENDARIO GEOLÓGICO

PROBLEMAS ESPECÍFICOS Y PROBLEMAS GENERALES

Hay que tener en cuenta que los grandes interrogantes que hemos señalado no constituyen en sí mismos cuestiones que interesen especialmente a los alumnos de Primaria. Las preguntas o problemas específicos que se plantean los niños suelen ser muy concretos y, frecuentemente, traspasan las fronteras entre los ámbitos sobre los que trabajamos. Por ejemplo: ¿existe vida en otros planetas?, ¿cómo llega el agua a nuestra casa?, ¿cuándo puede haber un terremoto?, etc.

Estas cuestiones concretas se pueden plantear en clase y constituyen el inicio de los procesos de investigación, cuyo desarrollo llevará a abordar las cuestiones generales que estructuran los conocimientos y aprendizajes del ámbito.

Sin ánimo de ser exhaustivos, señalamos aquí algunas preguntas específicas que forman parte del interés de los niños y que pueden constituir un punto de partida para el desarrollo de unidades didácticas concretas; así como algunos ejemplos de su conexión con los problemas generales que hemos planteado.

Sobre la Tierra en el Espacio

1. ¿Podemos viajar a una estrella?
2. ¿Cómo es la vida de un astronauta?
3. ¿Hay vida en otros planetas?
4. ¿Qué son las estrellas fugaces?
5. ¿Qué pasaría si no hubiera Sol?
6. ¿Puede apagarse el Sol?
7. ¿El Sol se mueve?
8. ¿Se puede vivir en una estrella?
9. ¿Vemos siempre las mismas estrellas?
10. ¿Por qué parece que las estrellas parpadean?
11. ¿Qué son los anillos de Saturno?
12. ¿Por qué todos los planetas son redondos?
13. ¿Por qué vemos los planetas con diferentes colores?
14. ¿Por qué la Luna cambia de forma?
15. ¿Cómo veríamos la Tierra si viviésemos en la Luna?
16. ¿Por qué no hay vida en otros planetas?
17. ¿Cómo sería nuestra vida si colonizásemos otro planeta?
18. ¿Qué es un eclipse? ¿Podemos ver algún eclipse en nuestra vida?
19. ¿Qué son los meteoritos?
20. ¿Puede impactarnos un gran meteorito? ¿Puede impactarnos un cometa?
21. ¿Hasta dónde podemos viajar con una nave espacial?
22. ¿Cómo viven los astronautas en una nave espacial?
23. ¿Cómo nos orientamos de día?
24. ¿Cómo nos orientamos de noche?
25. ¿Por qué existen los signos del zodiaco?

Sobre la Tierra como ente material

26. ¿Se puede acabar el oxígeno de la atmósfera?
27. ¿Se puede acabar el agua del planeta?

28. ¿Por qué el agua del mar es salada?
29. ¿Por qué el agua de la lluvia no es salada?
30. ¿Dónde se va el agua de los charcos?
31. ¿Cuántos tipos de rocas existen?
32. ¿Por qué algunos minerales tienen formas bonitas?
33. ¿Todas las piedras transparentes son minerales?
34. ¿Por qué son tan valiosos los diamantes y otras piedras preciosas?
35. ¿El control del petróleo u otros recursos puede ocasionar guerras?
36. ¿Cómo se encuentra una mina?
37. ¿Por qué unos países tienen petróleo y otros no?
38. ¿Por qué los hombres primitivos vivían en cavernas?
39. ¿De qué están hechas las casas?
40. ¿Podrían haberse desarrollado las civilizaciones sin los recursos minerales?

Sobre la dinámica de la Tierra

41. ¿Cómo se forman las nubes?
42. ¿Por qué llueve en unos sitios más que en otros?
43. ¿Qué son los truenos y los relámpagos?
44. ¿Son peligrosos los rayos?
45. ¿Por qué las nubes de tormenta son negras?
46. ¿Para qué sirven las veletas?
47. ¿Por qué en los polos hace siempre frío?
48. ¿Por qué en el Ecuador hace siempre calor?
49. ¿Por qué se desbordan los ríos?
50. ¿Por qué los ríos a veces tienen el agua de color chocolate?
51. ¿Por qué los ríos a veces no llevan agua?
52. ¿Por qué algunas rocas tienen formas raras?
53. ¿Por qué en los ríos las piedras son redondeadas?
54. ¿Por qué hay piedras de tantos colores?
55. ¿De dónde sale la arena de la playa?
56. ¿Cómo se forma una cueva? ¿Cuánta profundidad puede tener?
57. ¿Podemos llegar al centro de la Tierra?
58. ¿Qué pasa cuando la tierra tiembla?
59. ¿Es lo mismo un terremoto que un tsunami?
60. ¿Por qué los volcanes echan humo?
61. ¿De dónde sale la lava?
62. ¿Puede haber un terremoto en mi ciudad?
63. ¿Puede haber un volcán en mi ciudad?
64. ¿Podemos usar toda el agua que queramos?

65. ¿Dónde nacen los ríos? ¿Cómo crecen hasta hacerse tan grandes?
66. ¿Quién desgasta las rocas?
67. ¿Cómo se forman las montañas?
68. ¿Es verdad que los continentes se mueven?

Las personas y el planeta

69. ¿De dónde viene el agua que consumimos?
70. ¿Se puede beber agua de cualquier sitio?
71. ¿Se puede acabar el agua en mi ciudad?
72. ¿Podemos prevenir las catástrofes naturales?
73. ¿Podemos vivir sin petróleo?
74. ¿De qué está hecha mi casa?
75. ¿Podemos vivir sin los minerales?
76. ¿Se puede encontrar agua en el desierto?
77. ¿Qué es el agujero de la capa de ozono?
78. ¿Por qué nos tenemos que poner crema para protegernos del sol?
79. ¿Qué es el efecto invernadero?
80. ¿Qué es el cambio climático?
81. ¿Es verdad que se calienta el planeta?
82. ¿Es verdad que se deshielan los polos?
83. ¿Qué nos pasaría si cambia el clima?
84. ¿Hay que conservar el paisaje?

Historia del planeta

85. ¿Cómo eran los animales que vivían en el planeta en otras épocas?
86. ¿Cómo sabemos qué animales o plantas vivieron en otras épocas?
87. ¿Por qué se extinguieron los dinosaurios? ¿Podemos revivirlos?
88. ¿Cómo era la Tierra cuando vivían los dinosaurios?
89. ¿Qué son los fósiles? ¿Dónde hay fósiles?
90. ¿Puedo encontrar huesos de dinosaurio?
91. ¿Va a desaparecer la especie humana?
92. ¿Cómo se formaron las montañas que vemos?
93. ¿Hemos chocado alguna vez con otro continente?
94. ¿Por qué ha habido glaciaciones?
95. ¿Ha sido siempre igual el clima?
96. ¿Los continentes se han roto?
97. ¿Por qué se parecen tanto las costas de América del Sur y las de África?

En los cinco ejemplos que vemos seguidamente podemos comprobar cómo cada problema específico, siendo más simple y próximo a la realidad e intereses de los alumnos, pone en relación varios de los problemas generales mencionados anteriormente. Señalamos en negrita y cursiva aquellos problemas generales especialmente relacionados con cada uno de estos problemas específicos.

Problemas específicos	Problemas generales
<p>¿Por qué no hay vida en otros planetas?</p> <p>¿Cómo sería nuestra vida si colonizásemos otro planeta?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?</i> 2. <i>¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?</i> 3. <i>¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?</i> 4. <i>¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?</i> 5. <i>¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</i> 6. <i>¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</i> 7. <i>¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</i> 8. <i>¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</i> 9. <i>¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</i>
<p>¿Por qué el agua del mar es salada?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?</i> 2. <i>¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?</i> 3. <i>¿Qué diferencia a nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?</i> 4. <i>¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?</i> 5. <i>¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</i> 6. <i>¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</i> 7. <i>¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</i> 8. <i>¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</i> 9. <i>¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</i>

<p>¿Qué pasa cuando la tierra tiembla?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. <i>¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?</i>2. <i>¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?</i>3. <i>¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?</i>4. <i>¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?</i>5. <i>¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</i>6. <i>¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</i>7. <i>¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</i>8. <i>¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</i>9. <i>¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</i>
<p>¿De qué está hecha mi casa?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. <i>¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?</i>2. <i>¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?</i>3. <i>¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?</i>4. <i>¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?</i>5. <i>¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</i>6. <i>¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</i>7. <i>¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</i>8. <i>¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</i>9. <i>¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</i>

<p>¿Qué son los fósiles? ¿Dónde hay fósiles?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?</i> 2. <i>¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?</i> 3. <i>¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?</i> 4. <i>¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?</i> 5. <i>¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</i> 6. <i>¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</i> 7. <i>¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</i> 8. <i>¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</i> 9. <i>¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</i>
---	--

NIVELES DE PROGRESIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LOS CONCEPTOS

Cada uno de los conceptos antes reseñados se irá construyendo progresivamente, desde formulaciones iniciales sencillas hacia otras más complejas. Abordamos aquí una hipótesis de progresión sobre las formulaciones que podrían ser adecuadas en cada ciclo de primaria, pero siempre teniendo en cuenta que no son más que posibles referentes y que es la práctica y la experiencia de cada profesor la que mejorará su formulación y determinará su utilidad o viabilidad.

La Tierra como planeta en el Universo

Primer nivel

En general, en primer ciclo deberemos partir de aprendizajes cualitativos, pero podremos ya iniciar observaciones y descripciones sobre los objetos de nuestro cielo visible, tanto diurno como nocturno. Paulatinamente iremos aumentando sus conocimientos sobre la diversidad de cuerpos celestes y las magnitudes y escalas del Universo.

En cuanto a las relaciones astronómicas como el día y la noche, la hora, las estaciones etc., es demasiado pronto para entenderlas, pero podemos partir de sus

experiencias cotidianas sobre la formación y cambio de las sombras y su relación con los movimientos del Sol, la distinta duración de los días, la forma cambiante de la Luna, etc., y sistematizar sus periodos, duraciones y ciclos.

La curiosidad del alumnado por la exploración espacial permite abordar problemas relativos a la vida de los astronautas, o a cómo se verá nuestro planeta desde el espacio.

Segundo nivel

En este nivel ya se puede trabajar la idea de que el Universo es mucho más del cielo que vemos. Existen miles de millones de estrellas, que se agrupan en galaxias. El Sol no es más que una estrella pequeña de la galaxia denominada Vía Láctea. En el cielo nocturno se pueden reconocer los distintos tipos de estrellas y las constelaciones más fundamentales, así como sus movimientos. Las magnitudes y escala del Universo pueden ir introduciéndose paulatinamente.

Podemos iniciar el conocimiento del Sistema Solar a partir de las experiencias personales y mediante el estudio de documentales y fotografías. La Tierra sólo es uno más de los planetas que giran alrededor del Sol. Los planetas son distintos de las estrellas en características físicas y en sus movimientos. Se han descubierto muchos otros planetas girando alrededor de las estrellas. La Luna es nuestro satélite y gira a nuestro alrededor. Otros planetas del Sistema Solar también tienen “lunas” o satélites.

Respecto a las relaciones astronómicas, el conocimiento de la esfericidad de la Tierra y de sus movimientos de rotación y traslación permite trabajar las relaciones del sistema Tierra/Sol, fundamentalmente en la sucesión del día y la noche y la hora. Es imprescindible observar los movimientos de los astros en el cielo y avanzar en las explicaciones de los mismos. Esto incluye, además de los movimientos del Sol, observaciones sobre los cambios de la Luna a lo largo de un mes, y durante una misma noche; así como los movimientos de estrellas y la aparición y desaparición de constelaciones a lo largo del año.

Es importante conocer el uso de instrumentos, como los telescopios, en la observación del cielo y cómo mejoran nuestra comprensión del Universo.

Tercer nivel

En el tercer nivel se amplía el concepto del Universo a todo lo que existe físicamente, incluyendo materia y energía. La materia se acumula en diferentes cuerpos o astros, mayoritariamente estrellas, que pueden contener otros cuerpos menores girando a su alrededor.

Los alumnos ya pueden entender el Universo como un sistema en evolución, que el hombre empieza a comprender gracias a instrumentos cada vez más precisos. Pueden asimismo conocer la organización básica de la materia en el Universo en galaxias que encierran gran cantidad de estrellas, una de las cuales es la Vía Láctea dónde se encuentra nuestro Sol.

Se puede profundizar en la estructura del Sistema Solar, el conjunto de cuerpos planetarios que orbitan alrededor del sol y sus movimientos alrededor de sus órbitas. Se pueden trabajar las semejanzas y diferencias de nuestro planeta con el resto de los del Sistema Solar, avanzar en el hecho de que todos los planetas tienen días, noches y años, aunque de distinta duración que los terrestres, u observar dónde se ha registrado actividad geológica y de qué tipo. Comprender fenómenos comunes como las lluvias de estrellas, o la presencia de cometas. El trabajo a partir de experiencias, fotografías y la construcción de modelos a escala permitirá una aproximación adecuada a la familia solar.

En cuanto al cielo nocturno, se puede empezar a trabajar con mapas del cielo, y experiencias de orientación nocturna a partir del reconocimiento de la estrella polar, así como de otras constelaciones importantes.

En referencia a las relaciones astronómicas, se debe abordar el conjunto de interacciones del sistema Tierra-Sol-Luna como el conocimiento de las estaciones, el clima, las fases de la luna, los eclipses, etc., siempre a partir de experiencias y observaciones reales, y el trabajo con modelos a escala y en tres dimensiones. Se pueden construir aparatos astronómicos sencillos y realizar medidas sobre la posición de la salida y puesta del sol en el horizonte, la altura aparente de los astros en el cielo, el cálculo de distancias astronómicas, etc. Es muy importante trabajar adecuadamente escalas y magnitudes. A partir de la comprensión de las relaciones astronómicas básicas, se pueden reconocer los puntos cardinales e iniciarse en el manejo de la brújula.

Como ya se ha indicado desde el primer nivel, la curiosidad de los niños sobre la exploración del espacio, la vida extraterrestre, objetos desconocidos como los “agujeros negros”, etc., puede dar lugar a abordar distintos aspectos astronómicos y a la realización de diversos proyectos de investigación relativos a estos temas, que conectan directamente con muchos otros aspectos de la ciencia.

Desarrollamos aquí algunos de los conceptos fundamentales relativos a este nivel de organización.

Concepto	Niveles de formulación
Universo	<p>I. El Universo no tiene referencia para los niños más pequeños, que lo restringen al concepto del cielo. En el cielo visible se encuentran unos astros perfectamente observables e identificables, el Sol, la Luna y las estrellas. Pero el cielo ha dejado de ser exclusivamente la cúpula observable, ya que los medios de comunicación y, sobre todo, la televisión y las series de animación han familiarizado a los niños desde muy temprana edad con conceptos y terminología astronómica. Por ello es posible trabajar aspectos relativos al Sistema Solar y a los diversos planetas, y entender nuestro planeta como parte de una familia de astros que le acompaña en el cielo.</p> <p>II. Se trata de comprender que el Universo es mucho más del cielo que vemos. Las estrellas y galaxias son los entes materiales más comunes del Universo. Existen miles de millones de estrellas en cada galaxia, algunas de las cuales, como el Sol, presentan cuerpos menores girando a su alrededor.</p> <p>III. El Universo hace referencia a todo lo que existe físicamente. Incluye todas las formas de materia y energía. La materia se acumula en diferentes cuerpos o astros, mayoritariamente estrellas, que por su masa y tamaño pueden emitir energía. Las estrellas se organizan en galaxias, una de las cuales, la Vía Láctea, es dónde se encuentra nuestro Sol. Además existen otros astros o cuerpos poco conocidos como los agujeros negros o la materia oscura. El Universo se encuentra en expansión, y estamos en proceso de comprender su origen y su evolución.</p>
Estrella	<p>I. Astros brillantes que podemos ver en el cielo durante la noche. Hay muchas más de las que podemos contar. Se encuentran a enormes distancias, por eso, aunque son muy grandes, las vemos como puntitos. Varias estrellas juntas forman dibujos que llamamos constelaciones y que nos permiten identificarlas. El Sol es una estrella.</p> <p>II. Las estrellas son los astros más comunes del Universo. Existen miles de millones de estrellas sólo en nuestra galaxia. Son astros que emiten luz propia. Algunas, como el Sol, tienen una corte de astros menores (planetas, satélites,...) que giran a su alrededor. Pueden tener distintos tamaños, brillos y colores.</p> <p>III. Las estrellas son astros, formados mayoritariamente por hidrógeno, que emiten energía generada en su interior a partir de reacciones termonucleares de fusión. Durante estas reacciones, en el interior de una estrella se van formando distintos elementos químicos que son expulsados al espacio cuando la estrella muere y formarán parte de nuevas estrellas y planetas. Son, por lo tanto, cuerpos en evolución, que nacen en el interior de las nebulosas, quemando su energía y mueren. Su color, tamaño y brillo tienen que ver con la fase evolutiva en que se encuentran.</p>

Sol	<p>I. El Sol es el único astro que vemos habitualmente en el cielo cuando es de día. Es una estrella que nos proporciona luz y calor. Es mucho más grande que la Tierra, aunque nos parezca menor porque está muy lejos.</p> <p>II. El Sol es una estrella que tiene una serie de cuerpos girando a su alrededor que constituyen el Sistema Solar. Emite gran cantidad de energía que nos proporciona luz y calor.</p> <p>III. El Sol es una estrella amarilla de tamaño medio, que se encuentra aproximadamente en la mitad de su vida. Actualmente se encuentra en la fase de fusionar H para formar He. Cuando muera, dentro de unos 5.000 millones de años, será una gigante roja.</p>
Sistema solar	<p>I. Todos los astros que giran alrededor del Sol forman el Sistema Solar. Además de los planetas existen otros cuerpos, como la Luna que gira alrededor de la Tierra.</p> <p>II. Es el conjunto de astros que giran alrededor del Sol. Se incluyen además de los planetas, los asteroides, los cometas y los satélites que orbitan alrededor de algunos de los planetas. La Luna es nuestro satélite.</p> <p>III. Es el conjunto formado por el Sol y todos los cuerpos que orbitan a su alrededor: los ocho planetas, entre los que se incluye la Tierra, los satélites de alguno de ellos, cometas, asteroides y polvo y gas interplanetario. Todos los cuerpos del Sistema Solar se formaron en un mismo proceso, a partir de una nebulosa de gas y polvo. Algunos de estos cuerpos son esencialmente rocosos: planetas interiores, satélites, asteroides y cometas; sin embargo, otros son esencialmente gaseosos, como los planetas exteriores o gigantes. La Tierra pertenece al grupo de los planetas interiores.</p>
Planetas	<p>I. Los planetas son astros mucho más pequeños que las estrellas y que giran alrededor de las mismas. Algunos tienen lunas.</p> <p>II. Los planetas son astros esféricos pequeños que giran alrededor de las estrellas y que se diferencian de ellas en que no emiten energía propia. El conjunto de planetas que gira alrededor del Sol constituye el Sistema Solar.</p> <p>III. Los planetas son cuerpos mayoritariamente constituidos por roca y gas que giran alrededor de las estrellas, originados durante el mismo proceso. Tienen menor masa y tamaño que las estrellas por lo que no pueden generar reacciones nucleares de fusión y no emiten energía. Se originan a partir de la unión de polvo y fragmentos rocosos (planetesimales) en una nebulosa. Están estructurados en capas como consecuencia de su evolución. Ya se han descubierto en nuestra galaxia otras estrellas que poseen sistemas planetarios, por lo que podemos pensar que son cuerpos frecuentes en el Universo.</p>

<p style="text-align: center;">Planeta Tierra</p>	<p>La Tierra es el lugar donde vivimos. Es nuestro planeta, que gira alrededor del Sol, de la misma manera que otros giran alrededor de otras estrellas. Está hecho de roca, agua y aire y tiene vida.</p> <p>La Tierra es nuestro planeta. Es esférico, gira sobre sí mismo y alrededor del Sol y posee un satélite que le acompaña. Está dividido en capas: atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera. A su vez, la geosfera se divide en otras capas. Recibe la energía del sol que permite la movilidad y relación de las capas externas terrestres.</p> <p>La Tierra es uno de los planetas del Sistema Solar. Sus características físicas (masa, densidad, campo gravitatorio y magnético, flujo térmico, estructuración en capas, etc.) son consecuencia de su origen y evolución en el Sistema Solar. Además de interactuar con la energía solar, que causa gran parte de los fenómenos que podemos observar en superficie, la Tierra posee energía interna que genera el relieve y desencadena fenómenos como los volcanes o los terremotos.</p>
<p style="text-align: center;">Satélite</p>	<p>Los satélites son cuerpos que giran alrededor de los planetas. La Tierra tiene un satélite, que es la Luna.</p> <p>Los satélites son cuerpos rocosos menores que orbitan alrededor de los planetas. Acompañan al planeta en su giro alrededor de las estrellas. Son esféricos y están animados de movimientos de rotación y traslación. La mayoría de los planetas del Sistema Solar poseen satélites, aunque su número es variable. Muchos de ellos tienen energía que se manifiesta en volcanes y terremotos, aunque no la Luna.</p> <p>Los satélites son astros que giran alrededor de los planetas. Como todos los cuerpos del espacio poseen movimientos variables de rotación y traslación, en función de sus diferentes órbitas. Su origen puede ser similar al de los planetas o bien como resultado de impactos. Como todos los cuerpos del Sistema Solar, están estructurados en capas y muchos de ellos poseen atmósferas. Se ha comprobado la existencia de actividad geológica –volcanes y sismos– en algunos de ellos.</p>
<p style="text-align: center;">Luna</p>	<p>La Luna es el objeto más visible de nuestro cielo nocturno, aunque también puede verse durante el día. Es un satélite de la Tierra. Cambia de forma cada día.</p> <p>La Luna es el satélite de la Tierra. Es esférico y lo vemos gracias a que lo ilumina el Sol. Gira sobre sí mismo y alrededor de la Tierra. La vemos de distinta forma debido a la diferente iluminación del Sol. La luna es el único astro del espacio al que ha llegado el hombre. Si la observamos con prismáticos o telescopio podemos ver que tiene muchos cráteres.</p> <p>La Luna es nuestro satélite. Es un cuerpo rocoso cuya formación está relacionada con la evolución de la Tierra en sus orígenes. No posee atmósfera ni hidrosfera pero está dividida en capas en su interior. Actualmente no posee energía interna, pero en otras etapas ha tenido fenómenos geológicos como vulcanismo. Como todo en el Universo, está animada de movimientos de rotación y traslación. Sus relaciones con respecto a la Luna y el Sol causan las fases lunares, los eclipses y las mareas. La llegada de humanos a la Luna fue uno de los hitos más significativos de la exploración espacial.</p>

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Rotación de los astros</p>	<p>I. El giro de los astros sobre sí mismos se denomina rotación. La Tierra gira sobre sí misma y como consecuencia se produce la sucesión del día y la noche.</p> <p>II. Todos los astros giran sobre sí mismos. La duración del periodo de rotación se denomina día. Cada astro tiene una duración del día diferente. En la Tierra es aproximadamente 24h. El eje de rotación en la Tierra determina la posición del Polo N y el Polo S. Debido al movimiento de rotación se produce la sucesión del día y la noche y percibimos que el Sol y la Luna salen por el E y se ponen por el W.</p> <p>III. Los astros giran sobre sí mismos como consecuencia de su origen. La duración del periodo de rotación se denomina día. Cada astro tiene una duración del día diferente, en función de la velocidad de rotación. En la Tierra es aproximadamente 24h. En la mayoría de los casos el movimiento se produce de W a E en sentido contrario de las agujas del reloj, lo que determina que todos los astros que se observan en el cielo desde cada planeta (en nuestro caso, el Sol, la Luna, y las estrellas) salgan por el E y se pongan por el W. El eje de rotación de cada planeta tiene una inclinación diferente respecto a la perpendicular al plano de la eclíptica. La inclinación del eje terrestre es de $23^{\circ}27'$.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Día / noche</p>	<p>I. La Tierra gira sobre sí misma. En la cara iluminada por el Sol decimos que es de día; en la otra cara es de noche. Durante el día vemos el Sol y durante la noche vemos la Luna (aunque también puede verse durante la tarde o la mañana). Ambos se mueven describiendo un arco en el cielo.</p> <p>II. Todos los cuerpos del Sistema Solar giran sobre sí mismos. El tiempo que pasan iluminados por el Sol decimos que es de día y el resto la noche. La duración depende del periodo de rotación. En la Tierra, y en el resto de astros que giran en el mismo sentido, durante el día se ve salir el Sol por el horizonte E, levantarse en el cielo y desaparecer por el horizonte W. De la misma manera, la Luna y las estrellas salen por el E, describen un arco en el cielo, y se ponen por el W.</p> <p>III. La rotación de los planetas permite que parte de su superficie se encuentre iluminada por el Sol (día) y parte no (noche). La duración depende del periodo de rotación. La inclinación del eje de rotación hace que el tiempo de iluminación sea diferente en cada punto del planeta. En cada punto del planeta los astros observables salen y se ponen a horas diferentes.</p>

<p>Traslación de los astros</p>	<p>I. Algunos cuerpos giran alrededor de otros. La Tierra gira alrededor del Sol y la Luna alrededor de la Tierra.</p> <p>II. El giro de los cuerpos planetarios alrededor de astros mayores se denomina traslación. Los planetas giran alrededor de las estrellas y los satélites alrededor de los planetas. La duración del periodo de traslación de los planetas se denomina año. Cada astro tiene una duración del año diferente. En la Tierra es de aproximadamente 365 días. Debido al movimiento de traslación en combinación con la inclinación del eje terrestre se produce la sucesión de las estaciones y vemos distintos movimientos del Sol, así como distintas estrellas y constelaciones a lo largo del año.</p> <p>III. La duración del periodo de traslación de los planetas se denomina año y en la Tierra es de 365 días + 6 horas, lo que da lugar a los años bisieptos. Cada planeta tiene un periodo de traslación diferente en función de la distancia al Sol y la velocidad en su órbita. La mayoría de los planetas del Sistema Solar giran alrededor del Sol aproximadamente en el mismo plano, denominado eclíptica. El eje de rotación de cada planeta tiene una inclinación diferente respecto a la perpendicular al plano de la eclíptica. La traslación y el ángulo de inclinación del eje de rotación determinan la posible sucesión de estaciones en cada planeta. La inclinación del eje terrestre y la eclíptica determinan posiciones importantes en el Planeta, como son el Ecuador, los Trópicos y los Círculos polares, a partir de los cuales delimitamos nuestras zonas climáticas</p>
<p>Estaciones</p>	<p>I. A lo largo del año tenemos distinta temperatura y clima. Son las estaciones climáticas: primavera, verano, otoño e invierno.</p> <p>II. El movimiento de traslación alrededor del Sol provoca las estaciones. Las características de cada estación vienen definidas por distintos estados del tiempo atmosférico: temperatura, precipitaciones, humedad, vientos, etc. Las plantas y los animales (incluyendo a los humanos) se adaptan a las diferentes situaciones climáticas de cada estación.</p> <p>III. El movimiento de traslación, junto con la inclinación del eje terrestre, causa las estaciones. La sucesión de las estaciones viene marcada, no sólo por los distintos estados del tiempo atmosférico, sino también por la distinta duración del día y la noche, y los distintos movimientos del sol en el cielo, tanto de salida y orto, como de altura.</p>

Sobre la Tierra como ente material

Primer nivel

Mucho antes de comprender la estructura de la materia, los niños tienen que familiarizarse con las propiedades físicas y químicas de los distintos materiales que componen el planeta y reconocerlos como parte del mismo.

Una primera comprensión intuitiva del concepto de materia puede derivarse de la distinción entre los objetos y las sustancias de las que están hechos, caracterizadas por sus propiedades físicas (color, tamaño, forma, peso, textura, flexibilidad, etc.).

Se trata de manipular materiales diversos que forman parte del sistema Tierra: madera, hojas, animales, piedras, arena, tierra, agua y aire, que se puede evidenciar a partir de realidades concretas como el viento. Todas las cosas sólidas, líquidas o gaseosas, incluyendo los seres vivos, están formadas por materia. Así, todo lo que podemos ver, tocar o sentir está hecho de materia.

Segundo nivel

Se puede considerar la materia como todo aquello que tiene masa y ocupa un lugar. Todos los cuerpos del Universo están hechos de materia. Es posible iniciarse en la complejidad de la estructura de la materia y considerar que está constituida por átomos, que pueden agruparse en moléculas. Los distintos tipos de átomos y moléculas dan lugar a los distintos materiales. Átomos y moléculas no pueden observarse ni con microscopio.

Se pueden empezar a trabajar propiedades físicas y químicas menos evidentes (solubilidad, transparencia, dureza, ...) y continuar con la descripción de materiales a partir de observaciones más precisas realizadas con instrumentos como lupas o microscopios. Deben ejercitarse en la medida de dimensiones y pesos. Se puede hacer que cambien algunas de las propiedades de los materiales, comprobando que no todos ellos tienen la misma respuesta al tratamiento a que se les somete.

Se deben iniciar en la comprensión de los cambios de estado a partir de la temperatura. El ciclo del agua en la naturaleza es uno de los procesos más fácilmente abordable.

También se debe poner en evidencia el uso que damos a los materiales que nos rodean y cómo los modificamos. Son recursos naturales, se usan cotidianamente y su explotación genera un impacto. El agua y el aire también son recursos que son indispensables para los seres vivos. Su contaminación y mala gestión genera problemas ambientales de gran repercusión.

Tercer nivel

La materia se organiza en sustancias puras, que pueden ser elementos o compuestos, y mezclas, que pueden ser homogéneas (disoluciones) o heterogéneas. Puede presentarse en distintos estados físicos: sólido, líquido o gaseoso.

En nuestro planeta encontramos los distintos tipos de organización y estados de la materia:

- Estado sólido: geosfera, rocas y minerales (sustancias simples o mezclas en estado sólido).
- Estado líquido: hidrosfera (agua, sustancias o mezclas en estado líquido).
- Estado gaseoso: atmósfera (mezcla de gases que rodea el planeta).

Cada cuerpo material presenta unas propiedades, que dependen de su estado y organización, y que permiten su identificación. Es el momento de distinguir distintos tipos de minerales y rocas a partir de propiedades relevantes para su identificación y determinación de su origen.

Es también importante conocer algunas materias primas, sus usos y transformaciones. Reconocer algunos de los yacimientos minerales y rocas importantes de su entorno próximo o su región. Profundizar en los conceptos anteriores de recurso, impacto y contaminación.

Una de las ideas más importante es consolidar el conocimiento de conservación y reciclado de la materia. La materia más común en el Universo (H, He) se va diferenciando en los distintos cuerpos según su evolución. La distinta organización y estados de la materia en el planeta son consecuencia de su evolución. Las estrellas funcionan como auténticos hornos donde se generan los distintos elementos químicos, es decir, materia. Cuando la estrella muere toda esa materia se expulsa al espacio formando nebulosas, donde se combinará nuevamente para dar lugar al nacimiento de nuevas estrellas y cuerpos planetarios. Sólo nuestro Sol ha recogido materia de diversas generaciones de estrellas. En los distintos planetas, según la temperatura de formación y la proximidad o lejanía a la estrella, se producirá la combinación de diferentes sustancias que se encuentran en distintos estados según su estabilidad.

Desarrollamos aquí algunos de los conceptos fundamentales relativos a este nivel de organización.

Concepto	Niveles de formulación
Átomo	<p>I. Todo lo que existe en la realidad (los seres vivos, las montañas, los mares, el aire, las cosas artificiales, etc.), está formado por átomos. Los átomos son tan pequeños que no pueden verse ni con los microscopios más potentes.</p> <p>II. Hay diversos tipos de átomos. Cada tipo de átomo constituye un elemento químico distinto (ej.: hidrógeno, oxígeno, carbono, etc.). Átomos del mismo o distinto tipo pueden unirse entre sí formando moléculas (ejemplos: la molécula de agua tiene dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno; la molécula de oxígeno está formada por dos átomos de oxígeno).</p> <p>III. Los átomos tienen un núcleo central (con protones y neutrones) y una corteza con electrones que giran en torno al núcleo.</p>
Materia	<p>I. Todo lo que podemos ver o tocar está hecho de materia. Todas las cosas sólidas, líquidas o gaseosas, incluyendo los seres vivos, están formadas por materia. La materia está formada por átomos.</p> <p>II. La materia pesa y ocupa un lugar. Puede cambiar y transformarse, pero no se destruye, no deja de existir. La materia está compuesta por átomos, que pueden agruparse en moléculas. Hay muchos tipos de átomos (elementos químicos) y de moléculas.</p> <p>III. Todas las sustancias están formadas por materia y se distinguen unas de otras por los elementos químicos que las componen y por la forma en que éstos se unen o enlazan entre sí, lo que determina las propiedades físicas y químicas de cada sustancia.</p>

Substancia	<p>I. La materia está formada por sustancias o mezclas de sustancias distintas. Hay muchas sustancias distintas que nos dan los distintos materiales.</p> <p>II. Las sustancias pueden ser puras o mezclas. Las sustancias puras tienen una composición fija y un conjunto único de propiedades. Cada sustancia se presenta a temperatura ambiente en uno de los tres estados: sólido, líquido o gaseoso. En la Tierra algunas sustancias como el agua se pueden encontrar en sus tres estados. Diferenciamos unas sustancias de otras por sus propiedades.</p> <p>III. Las sustancias puras son elementos químicos formados por un único tipo de átomos o compuestos químicos formados por diversos tipos de átomos. Las mezclas pueden ser homogéneas, que presentan las mismas propiedades en todos sus puntos, o heterogéneas. Una mezcla se puede separar por procesos de cambio físico, mientras que para separar los elementos de un compuesto se precisa un cambio químico.</p>
Agua	<p>I. El agua es una sustancia muy abundante en la superficie del planeta. En estado líquido se encuentra en continentes y mares. El agua de los continentes es dulce y la del mar salada. Los seres vivos necesitan el agua para vivir.</p> <p>II. El agua es la sustancia que compone la hidrosfera terrestre. El agua pura está formada por una combinación de hidrógeno y oxígeno. Se puede presentar en el planeta en sus tres estados. En estado sólido, en forma de hielo tanto en continentes como en océanos, y también formando parte de las nubes en la atmósfera. En estado líquido, como agua salada en los océanos y dulce en los continentes, y en la atmósfera constituyendo las nubes. Y en estado gaseoso preferentemente en la atmósfera. El agua es un recurso imprescindible para la vida.</p> <p>III. La molécula de agua está formada por un átomo de Hidrógeno y dos de Oxígeno. De las características de su molécula se derivan algunas de sus propiedades fundamentales, como su poder disolvente o que su densidad en estado sólido sea menor que en estado líquido (por lo que el hielo flota en el agua líquida). El agua en la naturaleza no es pura, ya que incluso el agua de lluvia contiene sustancias en disolución. La cantidad de sustancias en disolución le confiere el carácter dulce o salado. Su distribución en el planeta es muy irregular y constituye un recurso muy valioso por ser imprescindible para la vida.</p>

Aire	<p>I. El aire es la mezcla de gases que rodea la superficie del planeta. Es materia aunque no lo veamos, pero lo podemos sentir cuando hace viento. Los seres vivos que estamos sobre la superficie del planeta necesitamos el aire para vivir.</p> <p>II. El aire es la mezcla de gases que compone la atmósfera. El oxígeno es uno de sus componentes fundamentales y es fundamental para la respiración de muchos de los seres vivos. El aire se desplaza y su movimiento origina el viento.</p> <p>III. Los componentes fundamentales del aire son Nitrógeno, Oxígeno, y, en menor proporción, vapor de agua y CO₂. Su composición cambia con la altura. El aire se comporta como cualquier gas, pesa y hace presión. El movimiento del aire es el viento y en el conjunto del planeta se produce una circulación atmosférica general. Podemos utilizar la fuerza del aire en movimiento para producir energía.</p>
Mineral	<p>I. Los minerales son sustancias naturales en estado sólido. Algunos presentan colores y aspectos muy llamativos. Los usamos cotidianamente (por ejemplo, el grafito de los lápices o los polvos de talco) y algunos son muy valiosos. Juntos forman las rocas.</p> <p>II. Los minerales son sustancias naturales puras en estado sólido. Sus propiedades físicas, como color, dureza, brillo o densidad sirven para identificarlos. Son recursos que utilizamos cotidianamente, bien para extraer metales o como productos industriales o de joyería.</p> <p>III. Los minerales son cristales naturales, es decir, que poseen una estructura interna ordenada que les confiere gran parte de sus propiedades y permite que puedan crecer con formas geométricas y caras pulidas. Se clasifican a partir de sus propiedades físicas y químicas y algunos se pueden reconocer fácilmente. Sus propiedades determinan su uso. Pueden ser minerales mena o minerales industriales. Nuestra tecnología y sociedad depende de su uso y consumo.</p>

Roca	<p>I. Las piedras son el primer contacto de los niños con las rocas. En algunas se puede observar que están hechas de otros componentes que son los minerales. Son de origen natural y hay de muchos tipos. Muchas de las cosas que usamos están hechas de rocas, por ejemplo, las encimeras de la cocina en muchas casas son de granito, o las solerías de mármol.</p> <p>II. La parte sólida del planeta está formada por rocas. Las rocas son agregados de minerales de origen natural. Se pueden formar de distintas maneras, y se clasifican según su origen en ígneas, sedimentarias y metamórficas. Las rocas presentan propiedades que condicionan su uso y son recursos muy utilizados.</p> <p>III. Las rocas componen la parte sólida de la geosfera. Tienen distintos orígenes y evolucionan dentro de la Litosfera, relacionándose entre sí a partir del “Ciclo de las rocas”. Se caracterizan por presentar distintas texturas y estructuras que nos permiten clasificarlas a simple vista. Las rocas conservan huellas de su formación y evolución que nos permite contar su historia y en general la historia de la Tierra. Algunas contienen fósiles, a partir de los que podemos reconstruir la evolución de la vida y las distintas biosferas del planeta.</p>
Recurso natural	<p>I. Todo lo que el hombre usa de la naturaleza es un recurso natural. Usamos constantemente recursos naturales y algunos se agotan o los contaminamos y ya no los podemos usar.</p> <p>II. Todo componente de la naturaleza que podemos usar en su estado natural, es decir, sin ser modificado por el hombre, es un recurso natural. El agua, el aire, el suelo, la madera, las rocas o minerales son recursos naturales. Se clasifican en renovables o no renovables según su tasa de regeneración a escala humana. El hombre depende completamente de los recursos naturales.</p> <p>III. Los recursos naturales están constituidos por materias primas y fuentes de energía que requieren una intervención del hombre para su extracción y explotación. Estas actividades generan impactos ambientales, que pueden ser desde locales, como los paisajísticos, a globales, como el cambio climático, además de ser fuente de desequilibrios sociales y abusos humanos en el tercer mundo. Nuestro modo de vida conduce a la sobreexplotación o incluso eliminación de muchos de ellos. El uso y consumo responsable de estos recursos se encuentran en la base de la solución de estos problemas.</p>

Materia prima	<p>I. Son todas las sustancias que usamos para hacer cosas.</p> <p>II. Las materias primas son todas las sustancias naturales que se usan en la elaboración de un producto. Pueden usarse tal cual se obtienen de la Naturaleza o pueden requerir transformaciones.</p> <p>III. Las materias primas pueden ser de origen animal, vegetal o mineral y su extracción y transformación generan a veces impactos ambientales. En muchas ocasiones el reciclado de productos es fundamental para minimizar los impactos que genera el uso de materias primas, como el reciclado del papel, vidrio, aluminio, plásticos etc.</p>
Energía	<p>I. La energía es aquello que provoca cambios en los materiales.</p> <p>II. La Tierra posee energía. Esta energía puede ser de dos tipos: externa, debida a la acción del Sol, e interna, que es la que posee el planeta en su interior desde su formación. En ambos casos, la energía provoca cambios en el Sistema Tierra y permite la interacción de las distintas capas terrestres, así como la formación de minerales y rocas.</p> <p>III. La Tierra, como la mayoría de los cuerpos del Sistema Solar, posee energía. La energía externa o solar provoca intercambios entre las capas externas del planeta y tiene como consecuencia los movimientos atmosféricos, hidrológicos, cambios climáticos, formación del suelo, formación de rocas sedimentarias y modificación del paisaje. La energía interna proviene de la energía gravitatoria acumulada durante la formación del planeta y de la desintegración de elementos radiactivos de larga vida media. Gracias a ella, se genera el relieve, es el motor del movimiento de las placas tectónicas, se forman las rocas ígneas y metamórficas y se manifiesta externamente en la formación de volcanes y la sismicidad.</p>

Sobre la La Tierra como sistema geológico

Primer nivel

Como ya hemos señalado, para llegar a tener una concepción integrada de la Tierra como sistema habrá que partir de la observación de los fenómenos superficiales e interacciones terrestres más sencillas.

Los cambios meteorológicos permiten a los más pequeños iniciarse en la observación, medida y control de fenómenos físicos y nos permiten evidenciar la existencia de las capas terrestres superficiales.

Trabajar sobre los cambios de estado del agua, y la interacción del agua con materiales de la geosfera, nos dará la oportunidad de construir más adelante la idea global del ciclo del agua. En relación con el agua y el aire podemos abordar

su acción como agentes geológicos y su importancia en la formación de paisajes: acción del viento, del oleaje, de los ríos, etc.

Los volcanes son elementos atractivos para los niños más pequeños que nos permiten conectar con la idea de la energía interna terrestre.

La utilización de recursos, la acción del hombre sobre el medio y las consecuencias ambientales en sus aspectos más simples son también abordables desde este primer nivel: aprovechamiento del viento, uso responsable del recurso agua, contaminación del agua o suelo, etc.

Segundo nivel

En este nivel, los fenómenos meteorológicos pueden ser abordados como cambios cíclicos en relación con las estaciones y como conjunto de procesos que definen el clima de una zona.

Se pueden estudiar otros cambios cíclicos, como el ciclo del agua o el ciclo de las rocas con sus interacciones básicas.

A partir del análisis de entornos naturales en el medio próximo, podemos hacer una primera aproximación a los distintos paisajes como resultado de la interacción entre las capas fluidas y la geosfera. Debemos hacer hincapié en la importancia de mantener una actitud responsable de cuidado y respeto por los valores geológicos y biológicos de nuestro entorno natural.

El estudio de volcanes y terremotos nos puede llevar a la idea de riesgo natural y la importancia de la investigación en la prevención de los mismos. Podemos ahondar en la idea no sólo de la utilización de los recursos, sino de su irregular distribución en el planeta y sus consecuencias sobre las sociedades humanas.

Tercer nivel

Es el momento de ir integrando la idea del sistema Tierra como un conjunto de capas externas e internas que interactúan entre sí y que evolucionan en el tiempo.

Se pueden analizar interacciones más complejas que las que se han visto hasta ahora. Por ejemplo, en el caso del clima, se puede analizar la participación de la hidrosfera en la distribución climática, o cómo cualquier cambio en la hidrosfera o geosfera puede influir en el clima. Incluso cómo un impacto meteorítico puede provocar cambios drásticos en el clima de la Tierra. Aunque los cambios climáticos han sido un proceso relativamente frecuente en la historia del planeta, el impacto del hombre sobre el clima se produce a una velocidad inusitada que puede ocasionar cambios drásticos sobre la biosfera.

La profundización en el estudio de los ciclos del agua y las rocas puede conducir a interpretar flujos de energía y materia entre las distintas capas del sistema Tierra. El paisaje se puede entender como resultado de la combinación de energía interna que genera los relieves y la externa que los modela, y valorar la importancia de otros factores como el litológico, es decir, la influencia que tiene la composición de las rocas sobre las formas de modelado que pueden producirse. El caso más espectacular es el del relieve kárstico, donde la caliza se comporta ante la acción del agua cargada de CO_2 como una roca soluble que genera un paisaje externo y subterráneo espectacular.

Es el momento de abordar la evolución de las distintas capas terrestres. Se puede partir del estudio concreto de la evolución de la biosfera y su implicación en la evolución sufrida en el resto de capas terrestres, así como iniciarse en el conocimiento del registro fósil y el calendario geológico.

Desarrollamos aquí algunos de los conceptos fundamentales relativos a este nivel de organización.

Concepto	Niveles de formulación
Atmósfera	<p>I. Todo el aire que rodea la Tierra es la atmósfera. Existe, aunque no la vemos porque es un gas, pero podemos sentir los movimientos del aire. Vivimos rodeados de atmósfera por todas partes.</p> <p>II. La atmósfera es la capa de gases que rodea la Tierra. Entre sus componentes, además del oxígeno que respiramos, se encuentran otros gases importantes como el CO_2 y el vapor de agua. Se mueve gracias a la energía solar y por eso la contaminación de la atmósfera puede tener consecuencias globales.</p> <p>III. La atmósfera es la capa de gases que rodea a los cuerpos planetarios. La atmósfera terrestre se divide en capas con distinta composición y temperatura. Su movimiento, a partir de la energía solar, determina las zonas climáticas del planeta. La atmósfera actúa como filtro frente a la radiación perjudicial del sol y regula la temperatura del planeta. Interactúa con la hidrosfera a través del ciclo del agua o causando el oleaje; y también con la geosfera, meteorizando las rocas y como agente erosivo. La contaminación atmosférica tiene consecuencias a escala planetaria. Evoluciona desde su origen, a partir de los gases liberados del interior de la Tierra, hasta la atmósfera actual condicionada por la presencia de la biosfera.</p>

Hidrosfera	<p>I. Todo el agua del planeta forma la hidrosfera. Se reparte en mares y continentes. Para beber tomamos agua dulce de los continentes.</p> <p>II. La hidrosfera es el conjunto de agua del planeta, repartida en océanos, continentes y atmósfera. Incluye el agua en sus tres estados y se compone de agua dulce y agua salada que forma los océanos. Somos el único planeta del sistema solar con agua en sus tres estados. La energía solar moviliza el agua del planeta en el ciclo del agua. El agua superficial es un importante agente geológico de erosión, transporte y sedimentación. Es un recurso fundamental para la vida y debemos hacer un uso y consumo responsable.</p> <p>III. La hidrosfera es el conjunto de agua del planeta. La mayoría (=97%) es el agua salada que forma los océanos; el resto se reparte mayoritariamente entre hielos y agua subterránea, y solo una pequeñísima parte se encuentra líquida en la superficie, en ríos o lagos. Por ello el conjunto de aguas subterráneas del planeta es tan importante. La energía solar y gravitatoria controlan los movimientos de la hidrosfera, cuya dinámica influye en el clima y en el modelado del paisaje. La hidrosfera ha evolucionado desde su origen, a partir de la precipitación del agua atmosférica, hasta la actual disolución salina. El uso y consumo responsable del agua es fundamental en la supervivencia de los seres vivos.</p>
Geosfera	<p>I. Las rocas del planeta forman la geosfera. La geosfera situada encima del nivel del mar forma los continentes y las montañas.</p> <p>II. La parte sólida del planeta se denomina geosfera. Está compuesta por minerales y rocas. Parte de la geosfera se encuentra por encima del nivel del mar formando los continentes y parte bajo el mar formando las cuencas oceánicas. En los continentes podemos encontrar desde cadenas montañosas muy elevadas hasta grandes y extensas llanuras. El ciclo de las rocas se produce gracias a la dinámica de la geosfera.</p> <p>III. La parte sólida del planeta se denomina geosfera. El interior de la geosfera está dividido en capas: corteza, manto y núcleo. Todas, salvo el núcleo externo, se encuentran en estado sólido, por lo que somos un planeta esencialmente rocoso. Una nueva división considera la existencia de la Litósfera que forma las placas tectónicas. La combinación de la energía interna del planeta y la externa generan la dinámica de la geosfera: la energía interna genera el relieve, el magmatismo y el metamorfismo, mientras que la relación con las capas fluidas produce la meteorización, la erosión, transporte y sedimentación, y configura los paisajes. La geosfera ha cambiado desde el origen del planeta y las masas continentales en otras épocas geológicas han estado unidas.</p>

Biosfera	<p>I. Los animales y plantas del planeta forman la biosfera. Los seres vivos viven y se alimentan en relación con las otras capas del planeta.</p> <p>II. La biosfera es el conjunto de seres vivos del planeta y el medio en el que se desarrollan. Su existencia es la principal singularidad de nuestro planeta en el Sistema Solar. Los seres vivos están en relación constante con las otras capas del planeta. La aparición del ser humano ha introducido numerosos cambios no sólo en la biosfera, sino en el conjunto del planeta.</p> <p>III. La materia viva del planeta en su interacción con la atmósfera, hidrosfera y geosfera, forma la biosfera. La aparición de la vida cambió radicalmente el planeta, influyendo notablemente en la conformación actual de las capas terrestres, sobre todo las superficiales. La vida ha evolucionado notablemente desde su origen a la actualidad, diversificándose y colonizando todos los hábitats terrestres, hasta los más extremos. El registro fósil contenido en las rocas es el testimonio de la actividad de los seres vivos del pasado y de las antiguas biosferas terrestres.</p>
Clima	<p>I. El tiempo que hace en cada época del año indica nuestro clima. Distintos lugares del mundo tienen climas diferentes.</p> <p>II. El estado del tiempo atmosférico a lo largo del año define el clima de una zona. Nosotros tenemos un clima templado con cuatro estaciones, pero en otros lugares del planeta tienen otros climas. Todos los seres vivos nos adaptamos a las distintas situaciones climáticas.</p> <p>III. La distinta insolación de la superficie terrestre genera la circulación atmosférica general que condiciona los climas de la Tierra: polar, templado, tropical y ecuatorial. En nuestra latitud el clima es templado, con cuatro estaciones, pero la cercanía o lejanía del mar o la existencia de relieves, provoca modificaciones locales del clima. A lo largo de la historia de la Tierra ha habido distintos climas, algunos extremos, como los largos periodos de glaciación. Los seres vivos nos adaptamos a nuestras condiciones climáticas, pero las actividades humanas están introduciendo cambios que modifican el clima con consecuencias imprevisibles.</p>

Viento	<p>I. Cuando el aire se mueve produce el viento. El viento puede ser muy suave y agradable, pero también puede tener mucha fuerza. El viento puede mover y desplazar los objetos.</p> <p>II. El viento se produce por el movimiento del aire. Podemos medir su dirección, el lugar desde donde sopla y su velocidad, que nos da una idea de su fuerza. El viento es un agente geológico que puede mover y levantar polvo y granos de arena. Podemos aprovechar su fuerza como recurso energético, por ejemplo en los molinos eólicos.</p> <p>III. Los movimientos horizontales del aire originan el viento. Estos movimientos se deben al diferente calentamiento del aire en distintas zonas terrestres. Su dirección se mide con la veleta y su velocidad con el anemómetro. Como agente geológico, destaca su efecto abrasivo y de transporte. Es el principal modelador de paisajes como el desierto. La energía eólica es un importante recurso renovable.</p>
Lluvia	<p>I. La lluvia está formada por gotitas de agua que caen de las nubes. Hay lluvias muy suaves y otras muy fuertes que pueden causar catástrofes. La falta de lluvia provoca consecuencias importantes en los seres vivos.</p> <p>II. La lluvia es la precipitación de agua líquida de las nubes. La cantidad de lluvia depende del origen y tipo de nubes. La lluvia forma parte del ciclo del agua; gran parte se infiltra en el suelo y una parte discurre por la superficie alimentando los cursos superficiales de agua. La cantidad de agua caída se mide con el pluviómetro. La ausencia de lluvias provoca sequía con graves consecuencias tanto para los humanos, como para el resto de seres vivos.</p> <p>III. La precipitación de agua líquida se origina cuando aumenta el tamaño de las gotas de agua dentro de la nube y caen por la acción de la gravedad. Pero la lluvia no se produce exclusivamente a partir del agua de la nube, sino por la condensación del vapor de agua que hay entre el suelo y la nube. La lluvia forma parte del ciclo del agua. Parte del agua que se precipita queda retenida por las plantas y el suelo, parte se infiltra hacia las aguas subterráneas y parte alimenta los cursos superficiales de agua. En cada zona climática la cantidad de precipitaciones es diferente, influyendo en la cubierta vegetal. La sequía provoca graves problemas de consumo, así como la desertización y pérdida del suelo.</p>

<p style="text-align: center;">Nube</p>	<p>I. Las nubes están formadas por gotitas de agua y por cristaliticos de hielo. Pueden tener distintas formas y las mueve el viento. Cuando son muy bajas y grises pueden producir lluvia.</p> <p>II. Las nubes son acumulaciones de gotitas de agua y hielo que pesan poquísimas y quedan suspendidas en la atmósfera. Según su altitud en el cielo adoptan distintas formas y son impulsadas por el viento. A veces están aisladas y otras cubren completamente el cielo, indicando distintas condiciones del tiempo atmosférico. Las nubes participan en el ciclo del agua, pero no todas las nubes producen lluvia.</p> <p>III. Las nubes se originan por la condensación del vapor de agua de la atmósfera, originando masas de gotas de agua y hielo que quedan suspendidas en la atmósfera, gracias a las corrientes de aire ascendente, sin contacto con el suelo. Se presentan en formas, extensiones y espesores distintos. Su forma, color y altura en el cielo son indicadores meteorológicos. Participan en el ciclo del agua, causando la precipitación en los continentes.</p>
<p style="text-align: center;">Río</p>	<p>I. Los ríos son corrientes de agua que van al mar. Algunos animales viven en los ríos y en sus orillas crecen árboles y plantas. Los ríos nos proporcionan agua dulce para beber.</p> <p>II. Los ríos forman parte del ciclo del agua. Nacen a partir del agua subterránea y se alimentan de las lluvias y otras aguas superficiales. Causan erosión en las rocas y transportan gran cantidad de material al mar. Hay muchos seres vivos en los ríos y son un recurso fundamental para la agricultura y el consumo humano.</p> <p>III. Los ríos son corrientes superficiales jerarquizadas de agua, que mantienen conexión con las aguas subterráneas a lo largo de todo su recorrido. Fluyen a favor de la gravedad y presentan diferentes configuraciones del valle y curso según la pendiente. Son agentes erosivos, de transporte y sedimentación, y causan el modelado del paisaje de la superficie terrestre en las zonas templadas. El agua de los ríos transporta numerosas sales en disolución, aunque se considera dulce en relación con la salinidad acumulada del mar. Cada tramo del río tiene su ecosistema característico. El agua de los ríos puede aprovecharse como recurso energético, agrícola o de consumo.</p>

Agua subterránea	<p>I. En el interior de las rocas puede haber agua; forman las aguas subterráneas que muchas veces necesitamos para consumir.</p> <p>II. Las aguas subterráneas se producen por infiltración durante el ciclo del agua. Se mueven muy lentamente hacia el mar, pero muchas veces afloran a la superficie dando manantiales que originan cursos de agua superficiales. Es agua más difícil de ensuciar y contaminar que la superficial, por lo que constituye un recurso fundamental para el consumo. El hombre la extrae mediante pozos.</p> <p>III. Las aguas subterráneas constituyen, junto con el hielo, la principal reserva de agua dulce del planeta. Circulan por las rocas en función de la porosidad y permeabilidad de las mismas. Una roca porosa y permeable que permite el flujo del agua es un acuífero. Los afloramientos del agua subterránea originan manantiales que participan del ciclo externo del agua. En algunas ocasiones las aguas subterráneas se calientan por la presencia de magmas cercanos y dan manantiales de aguas termales. Dependemos de las aguas subterráneas para vivir, pero la acción humana las somete a agresiones constantes: contaminación agrícola, sobreexplotación, salinización etc.</p>
Relieve	<p>I. En el planeta hay unas zonas montañosas y otras llanas. Esto ocurre tanto en los continentes como en los fondos oceánicos.</p> <p>II. Nuestro planeta es un planeta activo. En él se combinan dos energías fundamentales, la energía interna y la externa. La energía interna provoca el movimiento de las placas y crea cadenas montañosas, tanto en los continentes como en los océanos. En el planeta hay cadenas montañosas jóvenes, como las Cordilleras Béticas o el Himalaya, y cordilleras antiguas, como el Macizo Ibérico o los Urales. Los relieves en contacto con la atmósfera se desgastan y destruyen.</p> <p>III. El relieve en el planeta se recicla. La combinación de energías planetarias permite la generación y destrucción del relieve. Esto hace que, en épocas pasadas, la configuración planetaria fuera completamente diferente. Cuando consumamos nuestra energía interna nos convertiremos en una enorme llanura. Los relieves submarinos son volcánicos en su totalidad. Algunas zonas más elevadas emergen formando islas. En la constitución de las distintas formas del relieve continental intervienen diversos factores: clima, acción de la gravedad y litología o tipo de rocas. La acción de la gravedad, aunque generalmente pasa desapercibida, es universal, ya que permite que los fragmentos rocosos rueden y se deslicen hacia las zonas más bajas.</p>

Suelo	<p>I. Los seres vivos vivimos sobre el suelo del planeta. El suelo es muy importante para las plantas y por lo tanto para el resto de seres vivos.</p> <p>II. El suelo es una delgada capa que cubre los continentes, formada por fragmentos de rocas y minerales, agua, aire y materia orgánica. En él viven muchos microorganismos, se asienta la vegetación y se desarrolla la vida sobre los continentes. El hombre cultiva los suelos y los modifica. El suelo tarda mucho tiempo en formarse y debemos evitar su pérdida.</p> <p>III. El suelo se forma a partir de la meteorización de las rocas por los agentes externos. En él participan todas las capas terrestres. Puede haber distintos tipos de suelo y alcanzar distinto desarrollo según la roca original, el clima, el relieve y el tiempo. Los microorganismos ayudan a degradar la materia orgánica de plantas y animales y enriquecen el suelo. El hombre utiliza el suelo como recurso agrícola, pero la tala abusiva, el sobrepastoreo o los incendios pueden hacer desaparecer los suelos naturales, perdiéndose un recurso natural fundamental para nuestra vida.</p>
Paisaje natural	<p>I. El aspecto que presenta el entorno natural donde vivimos es el paisaje. El hombre lo modifica con sus cultivos y construyendo ciudades y pueblos. Los paisajes naturales cambian con las estaciones.</p> <p>II. Un paisaje está formado por un conjunto de elementos de la superficie de la Tierra: las rocas que lo integran y los seres vivos que lo habitan. Los paisajes se forman muy lentamente, pero los seres vivos sufren cambios que hacen que el aspecto del paisaje sea diferente según las estaciones. El hombre introduce modificaciones en los paisajes naturales y provoca contaminación, acumulación de residuos e impactos visuales.</p> <p>III. Un paisaje natural es el resultado del modelado de los agentes externos, movidos por la energía solar, sobre el relieve, que es creado por la energía interna. Cada paisaje queda determinado por un conjunto de factores: el agente principal de modelado, el tipo de roca que lo forma, la estructura de las rocas, así como el conjunto de elementos bióticos que lo integran. Es un sistema dinámico que presenta cambios, unos muy lentos, referidos a los elementos abióticos, y otros rápidos y estacionales, referidos a los elementos bióticos. La acción humana introduce elementos y cambios en el paisaje que pueden generar importantes impactos ambientales, como el visual. El paisaje, como otros elementos del entorno natural, necesita protección.</p>

Volcán	<p>I. Un volcán es una montaña de la que sale roca fundida que llamamos lava.</p> <p>II. Un volcán no es una montaña, es un edificio construido a base de distintas emisiones de lava y piroclastos. Tras millones de años se genera un relieve que en general tiene la forma de un cono. En el caso del vulcanismo submarino, los volcanes pueden llegar a ser tan altos que superan el nivel del mar, dando lugar a islas como las Canarias. Los volcanes no se dan aisladamente, sino que se asocian y se encuentran en relación con fracturas. No se pueden producir en cualquier lugar del planeta.</p> <p>III. Un volcán es la consecuencia directa de los movimientos de las placas. Se producen tanto en los límites divergentes formando cordilleras volcánicas submarinas (dorsales), como en los límites convergentes, dando lugar a cadenas montañosas volcánicas en los continentes. El magma se encuentra próximo a la superficie, en ningún caso proviene del núcleo. Según la cantidad de gas acumulado en la cámara magmática el fenómeno será más o menos explosivo, dando lugar a distintos tipos de vulcanismo. Los materiales expulsados son tanto gases, como lavas, cenizas o piroclastos. Se conocen los principales lugares del planeta con riesgo volcánico y en algunos casos se puede predecir su actividad a partir de pequeños sismos a los que se asocian.</p>
Terremoto	<p>I. Un terremoto es un movimiento de tierra que puede causar grandes catástrofes en superficie.</p> <p>II. Las rocas pueden acumular energía durante millones de años, debido a procesos de compresión o estiramiento. Cuando se supera el límite de rotura de las rocas, se produce una fractura y se libera toda la energía en forma de ondas que se propagan en todas las direcciones. Es lo que llamamos un terremoto. Las ondas se transmiten tanto por el interior terrestre como por la superficie, causando graves daños, principalmente en las construcciones. Un maremoto o tsunami es causado por un sismo que se produce en el océano. No se puede producir un terremoto en cualquier lugar del planeta.</p> <p>III. Un terremoto es consecuencia directa de los movimientos de las placas. Se asocian a todos los límites de placas, por lo tanto se conoce perfectamente cuáles son los lugares del planeta con principal riesgo sísmico. Las ondas sísmicas se producen en un punto denominado hipocentro (aunque en realidad es a lo largo de toda la fractura) y se transmiten por todo el planeta, recogándose en todos los sismógrafos del mundo. Es por ello que el estudio de la sismicidad ha proporcionado la información más importante sobre el interior de la Tierra y también sobre la distribución de las placas en el planeta. Los principales parámetros que definen un terremoto son su magnitud, indicador de la cantidad de energía que se ha liberado, que se mide en la escala de Richter, y su intensidad, que se mide a partir de los efectos que produce y varía con la distancia al foco del terremoto. Es un riesgo geológico importante, que actualmente no podemos predecir.</p>

Fósil	<p>I. Los restos de animales o vegetales de otra época son los fósiles. Pueden ser grandes, como los huesos de enormes dinosaurios, o pequeñísimos, que se pueden ver con lupas y microscopios.</p> <p>II. Los fósiles son los restos o evidencias de la actividad de los seres vivos. Suelen formarse a partir de partes duras, como huesos, dientes o conchas, pero también son fósiles las huellas de pisadas o los hábitats de algunos animales. Tardan millones de años en formarse.</p> <p>III. Los fósiles se conservan en las rocas sedimentarias. Se forman durante la transformación de un sedimento que contiene restos fósiles en roca, en un proceso que tarda millones de años. La mayoría se destruyen en ese proceso, por lo que conservamos fosilizados una mínima parte de los seres vivos que han existido. Con su estudio se puede interpretar el modo de vida de cada organismo y se puede analizar la evolución de la vida. También sirven para datar las rocas.</p>
--------------	--

En definitiva, esperamos que al final de la Etapa Primaria los niños hayan construido un modelo de la Tierra basado en las siguientes ideas clave:

La Tierra es un cuerpo planetario

- Como otros que se pueden encontrar en el Sistema Solar, en otras estrellas de nuestra galaxia o en otras galaxias del Universo.
- Es un planeta porque gira alrededor de una estrella, el Sol. Como consecuencia de ocupar una situación concreta en el espacio se producen interacciones con otros astros:
 - El sistema Tierra-Sol (rotación: día/noche, la hora; traslación: calendario, estaciones, clima).
 - El sistema Tierra-Luna (fases de la luna y calendario mensual).
 - El sistema Tierra-Luna-Sol (eclipses; interacciones gravitatorias: las mareas).

La Tierra es un cuerpo material

- Como todos los cuerpos conocidos del Universo está compuesta por materia.
- La materia se organiza en sustancias puras que pueden ser elementos o compuestos, y mezclas que pueden ser homogéneas (disoluciones) o heterogéneas. Puede presentarse en distintos estados físicos: sólido, líquido, gaseoso. En el planeta encontramos los distintos tipos de organización y estados de la materia.

- Estado sólido: geosfera, rocas y minerales (sustancias simples o mezclas en estado sólido).
- Estado líquido: hidrosfera (agua, sustancia o mezcla en estado líquido).
- Estado gaseoso: atmósfera (mezcla de gases que rodea el planeta).
- Cada cuerpo material presenta unas propiedades que dependen de su estado y organización, y que permite su identificación.
- La Humanidad utiliza y transforma la materia. Toda sustancia que aprovechamos del planeta es un recurso natural. La explotación de los recursos y la transformación de las materias primas provoca modificaciones en el medio, algunas negativas como la contaminación o la sobreexplotación y eliminación de recursos.
- La materia se recicla. La materia más común en el Universo (H, He) se va diferenciando en los distintos cuerpos según su evolución.
- La distinta organización y estados de la materia en el planeta son consecuencia de su evolución. La materia se genera en el horno estelar y se expulsa al espacio al morir la estrella, combinándose sucesivamente para generar nuevas estrellas o cuerpos planetarios. En cada uno de ellos las sustancias aparecen en distinta proporción y estado, según la temperatura de formación y la proximidad o lejanía a la estrella.

La Tierra, un planeta activo

- Las distintas capas que forman la Tierra se relacionan entre sí constantemente.
- Las energías que controlan estas relaciones son:
 - Solar:
 - * Los movimientos de la atmósfera y la hidrosfera provocan los climas.
 - * La relación de las capas fluidas con la geosfera provoca la meteorización y la erosión, así como ciertos riesgos naturales.
 - * En relación con la biosfera se forma el suelo.
 - Interna:
 - * El planeta desde su formación se estructura en capas y guarda energía.
 - * Esta energía llega a la superficie y se manifiesta en:
 - * Fenómenos instantáneos como terremotos o volcanes. Riesgos naturales.
 - * Fenómenos lentos como la formación de cadenas montañosas.
- La combinación de procesos externos e internos modela la superficie.
 - Se generan los paisajes de la Tierra.
 - Podemos estudiar la superficie terrestre a partir de sus representaciones en imágenes y mapas.

La Tierra es un planeta en evolución

- La Tierra ha sufrido un proceso de evolución desde su formación. Ha tenido distintos paisajes y climas, distintas configuraciones continentales, y en consecuencia alberga distintas formas de vida que también han evolucionado con el planeta.
- El registro de estos cambios se encuentra en las rocas. Son la memoria de la Tierra.
- Para no perder la memoria de la Tierra debemos comprender el patrimonio de la Tierra y protegerlo. Es la herencia de la Tierra para posteriores generaciones.
(Ver el mapa conceptual de las páginas siguientes).

CONOCIMIENTOS RELATIVOS A PROCEDIMIENTOS Y ACTITUDES

El desarrollo del ámbito de la Tierra y el Universo pone en juego una serie de habilidades, destrezas, técnicas y estrategias que, aunque de carácter particular, contribuyen al conjunto de conocimientos procedimentales que se promueven en el Proyecto INM.

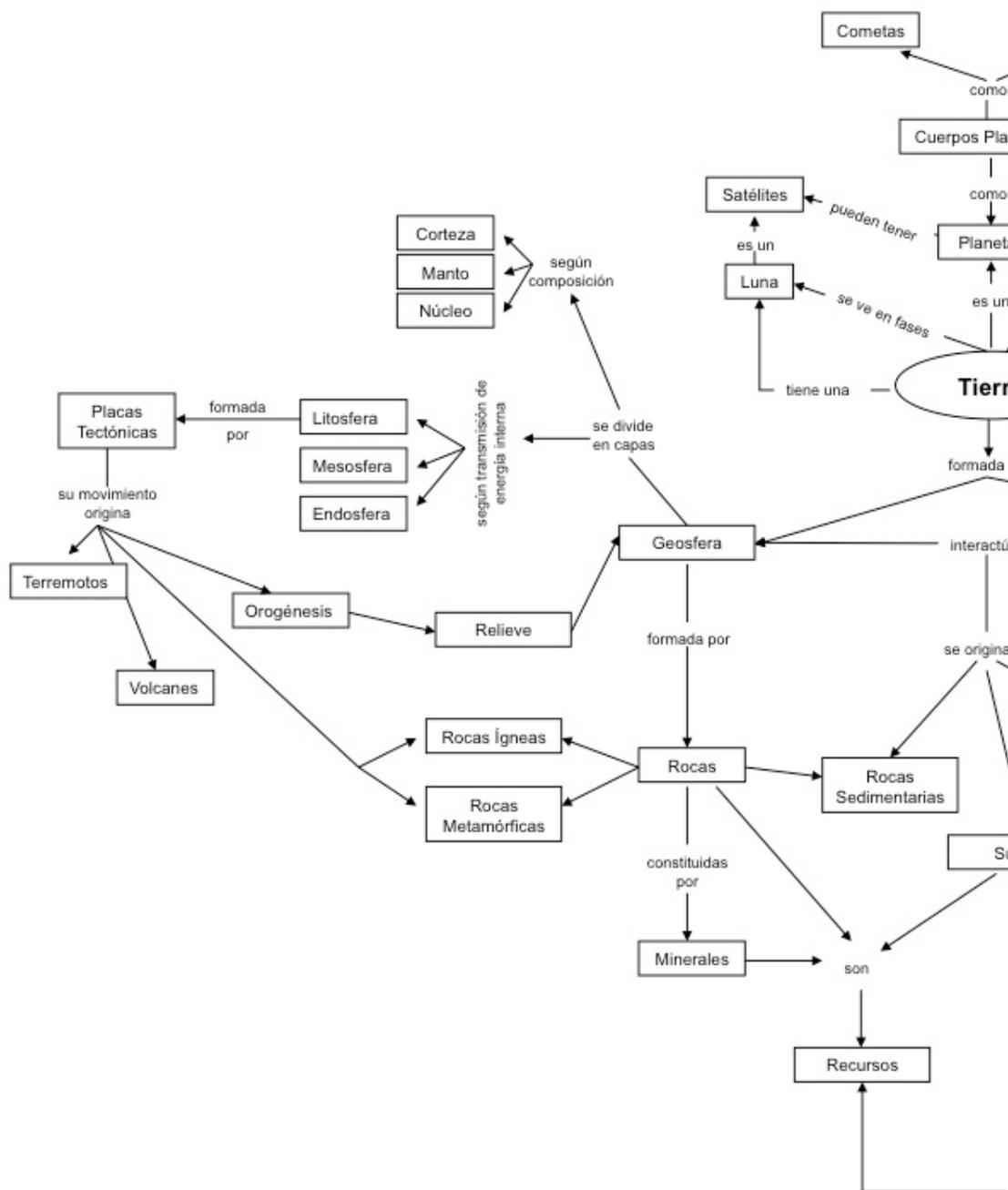
Las actividades investigadoras de nuestro ámbito requieren, como cualquier otra de estas características, el empleo de procedimientos de observación, al natural o con instrumentos; procedimientos de toma, registro y expresión de datos; descripción de las observaciones en formato escrito, gráfico o audiovisual; uso de claves de clasificación e identificación; elaboración de informes, presentaciones o exposiciones para comunicar resultados... Es decir, todas aquellas técnicas relativas a la planificación, realización y comunicación de pequeñas investigaciones.

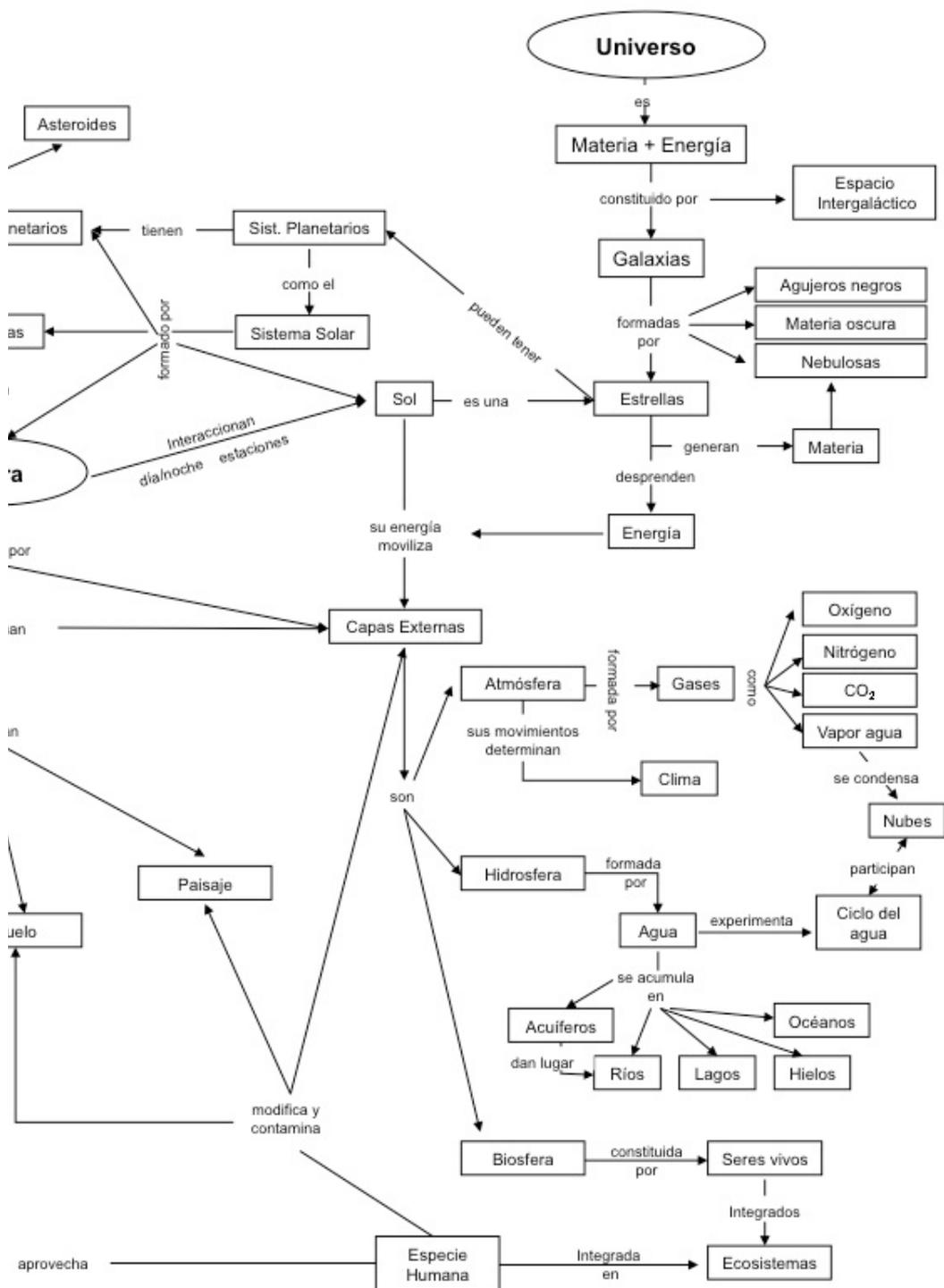
Además de éstas, como técnicas específicas del ámbito de la Tierra y el Universo podemos señalar:

- Utilización e interpretación de planos y mapas sencillos, conociendo los signos convencionales más usados y aplicando nociones básicas de escala.
- Procedimientos y técnicas básicas de orientación en el espacio, manejo de brújula, seguimiento de rutas simples, etc.
- Análisis e interpretación de gráficas de datos climáticos básicos, como la temperatura o las precipitaciones.

En cuanto a las actitudes, podemos señalar como más importantes de nuestro ámbito las que señalamos a continuación.

Relaciones Conceptuales Prioritarias





- Valoración de los recursos naturales, promoviendo una actitud responsable de uso y consumo.
- Valoración y respeto del patrimonio natural, incluido el geológico, tomando conciencia de su importancia como fuente de información de la historia del Planeta.
- Sensibilización estética frente a los paisajes naturales, valorando el impacto de las acciones humanas y la degradación de los mismos.

En definitiva, favorecer una comprensión de la Tierra como nuestro hábitat, compartido con otros seres vivos, y del que sólo somos pasajeros temporales.

6. ¿QUÉ EXPERIENCIAS PONER EN JUEGO EN LA ENSEÑANZA SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO?

En otros libros de este proyecto curricular se ofrece un catálogo de posibles tipos de actividades que podrían desarrollarse en clase en el curso de las investigaciones¹. El factor común de todas ellas es el de constituir un reto para los alumnos, que les haga pensar, reflexionar y continuar investigando y explorando el entorno que les rodea. Se diseñan como actividades para realizar preferentemente en grupo, favoreciendo las relaciones interpersonales y las competencias de comunicación.

A título de ejemplo, sugerimos una serie de experiencias básicas sobre los problemas generales de este ámbito, que puedan servir de base para empezar a trabajar. Son experiencias seleccionadas de la múltiple bibliografía didáctica (consultar bibliografía y recursos web del capítulo), en algunos casos propias, y deberán adaptarse al nivel en que se vayan a implementar.

Aquí se presentan con un enfoque investigador, en respuesta a preguntas relevantes para los niños y con posibilidad de seguir avanzando en otros interrogantes o investigaciones. Pueden adaptarse a distintas situaciones escolares y distintas edades. Algunas son para realizar en el aula, mientras que otras son de observación de fenómenos en el entorno natural; pueden constituir pequeñas modelizaciones o diseños experimentales que permiten el estudio de distintas variables; y también pueden ser actividades de discusión a partir de películas, novelas o documentales. Para cada experiencia se indican los materiales necesarios y su posible desarrollo, así como preguntas para reflexionar, y algunas sugerencias para completar o variar las actividades.

Dada la relevancia en este ámbito de las salidas fuera del aula, al campo, a Museos o Planetarios, dedicaremos un apartado al análisis de este tipo de experiencias.

¹ Estas aportaciones pueden encontrarse en los libros de Travé, G. (2006). *Investigando las Actividades Económicas. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada y de Estepa, J. (2007). *Investigando las Sociedades Actuales e Históricas. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada. También aporta un listado completo el trabajo de Cañal, P. (2000a). "Las actividades de enseñanza. Un esquema de clasificación", *Investigación en la Escuela*, 40, 5-21.

Para organizar la información hemos optado por estructurar las actividades que vamos a presentar en función de las grandes áreas temáticas en que se desarrolla nuestro ámbito:

- La Tierra en el Universo.
- La Tierra como ente material. Los materiales terrestres.
- La dinámica de las capas terrestres.
- Las interacciones entre las capas planetarias.
- Las relaciones Humanidad-planeta.
- La historia del planeta.

LA TIERRA EN EL UNIVERSO

Experiencia 1	Investigamos sobre cuerpos planetarios del Sistema Solar ¿Iguales o Diferentes?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Composiciones fotográficas o esquemas a escala del Sistema Solar. • Fotografías de los distintos cuerpos del Sistema Solar. • Ordenador y cañón de diapositivas.
Desarrollo	<p>En clase nos planteamos las semejanzas y diferencias que tiene nuestro planeta con respecto a su familia solar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación de fotografías de los cuerpos del Sistema Solar a escala. Determinar las semejanzas y diferencias en cuanto a tamaño, forma, color y otros rasgos observables. • A partir de la observación de fotografías de la superficie de los cuerpos del Sistema Solar, a distintas escalas, comparamos con los rasgos superficiales de nuestro planeta. Se realizan hipótesis y discusión sobre las causas de las mismas. • Completar el estudio con la elaboración por grupos de una tabla de características físicas de los distintos planetas.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué unos cuerpos son grandes y otros pequeños? • ¿Cuáles son los que tienen anillos? • ¿Qué hace a la Tierra diferente? • ¿Por qué en la Tierra no vemos cráteres de impacto?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede trabajar por grupos con fotografías impresas, pero es más conveniente proyectar las fotografías para toda la clase. • Posteriormente se pueden realizar móviles, o maquetas a escala.

Experiencia 2	¿Cómo es de grande el Sistema Solar?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Plastilina, canicas. • Cinta métrica.
Desarrollo	<p>Nos planteamos en clase por qué son tan largos los viajes a otros planetas o nuestras posibilidades de viajar fuera del Sistema Solar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajamos sobre las magnitudes en el Universo: <ul style="list-style-type: none"> – Elaboramos una escala representativa de las distancias en el Sistema Solar. 1cm = 1000000 Km. (A esa escala Plutón se encuentra a 49 m del Sol). – Salimos al patio y desde un punto donde colocamos el Sol (a esta escala puede ser una canica), vamos midiendo las distancias a las que se encuentran cada uno de los planetas, hasta construir un modelo a escala del sistema Solar. – En cada punto colocamos una etiqueta y un trocito de plastilina representativo de cada planeta.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Está el Sistema Solar tan vacío? • ¿Cuánto tardaríamos en viajar a algunos de los planetas?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Esta experiencia permite interiorizar realmente las distancias en el Sistema Solar y visualizar el vacío interplanetario. • Si se quiere visualizar el tamaño relativo de los planetas se puede cambiar la escala, advirtiendo a los niños de la proporción en que se está exagerando el tamaño real.

Experiencia 3	¿Cómo se han formado los cráteres de la Luna?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Harina, cacao o cualquier otra sustancia similar. • Una bandeja, una cucharilla, una regla, periódicos viejos.
<p>Desarrollo</p>	<p>La Tierra apenas presenta cráteres, mientras que la Luna y otros cuerpos planetarios muestran su superficie llena de ellos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nos preguntamos sobre los posibles orígenes de estos cráteres y planteamos una experiencia para realizar por grupos en el patio. <ul style="list-style-type: none"> – Llenar una bandeja con la harina hasta el borde y alisar su superficie con la regla. – Subir a un taburete y desde la mayor altura posible dejar caer harina con una cuchara sobre la bandeja. – Se formarán cráteres muy similares a los cráteres de impacto que presentan algunos cuerpos del Sistema Solar. – Observar la forma de dichos cráteres. Compararlos con fotografías de cráteres auténticos. – Discutir (Figura 15) cómo podemos distinguir estos de los cráteres volcánicos. <div data-bbox="571 877 986 1175" data-label="Image"> </div> <p>Fig. 15, http://www.espacioprofundo.com.ar/verarticulo/Formacion_de_crateres.html</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Todos los cráteres de la Luna o de otros cuerpos son de impacto? • ¿Por qué en la Tierra no tenemos cráteres de impacto y en la Luna sí? • ¿Puede impactarnos un gran meteorito? • ¿Qué pasaría si nos impacta un gran meteorito?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • También pueden hacerse con arcilla y canicas. • Esta experiencia puede completarse con la elaboración de un modelo de un paisaje craterizado como el de la Luna o Mercurio.

Experiencia 4	<p align="center">¿Qué tipo de medidas hacen los astrónomos? Construcción de un cuadrante</p>
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Transportador de ángulos. • Hilo o cordón fino. • Peso o plomada. • Pajita.
<p>Desarrollo</p>	<p>Los astrónomos estudian el cielo y necesitan definir las posiciones de los astros. Una de las coordenadas que se utilizan es la altura de los astros sobre nuestro horizonte.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nos planteamos realizar esa medida y para ello cada niño (o por grupos) construye su propio cuadrante. <ul style="list-style-type: none"> – Para ello se ata el hilo o cordón al transportador y se le cuelga el peso que actúa de plomada. – Se pega la pajita a la parte plana del transportador que hace de mira. – Se sale al patio y se orienta hacia el Sol (nunca mirar directamente). Cuando se vean los rayos del sol proyectarse a través de la pajita es que está el cuadrante perfectamente alineado. Se lee el ángulo. • En algunos casos se puede observar la Luna de día o por la tarde en horario escolar. Los alumnos pueden hacer esta experiencia de noche para medir la altura de las estrellas. Para observar la Luna y las estrellas se puede mirar directamente por la pajita (Figura 16). <div data-bbox="873 869 1112 1059" style="text-align: right;"> </div> <p align="right">Figura 16. Imagen extraída de http://www.pipoclub.com/</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Las estrellas están siempre a la misma altura durante la noche? • ¿Y la Luna y el Sol? (Nunca mirar directamente al Sol). • ¿Si viviésemos en la Luna, veríamos a la Tierra a diferentes alturas sobre el horizonte a lo largo de una noche? • ¿Qué otros movimientos de los astros podemos medir?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El cuadrante puede servir para estudiar los cambios de la altura del Sol en el horizonte (nunca mirar directamente al Sol) a lo largo de unos meses, y para observar los cambios del Sol y la Luna a lo largo de la día y la noche respectivamente. • También podemos calcular nuestra latitud a partir de la altura sobre nuestro horizonte de la estrella polar. • Se pueden construir otros instrumentos astronómicos sencillos, como un gnomon portátil, una ballestilla, sextante, un reloj de sol...

Experiencia 5	¿Cómo se impulsan los cohetes?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Globo (preferentemente alargado). • Hilo de nylon (9m). • Pajita. • Tijeras, goma elástica, clip.
<p>Desarrollo</p>	<p>La “exploración del espacio” se puede abordar en clase desde distintas perspectivas. Una de ellas es averiguar cómo funcionan los cohetes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cada grupo de niños construye un modelo de cohete: <ul style="list-style-type: none"> – Se hincha el globo y se cierra con el clip para que no salga el aire . – Se sujeta la pajita al globo con la goma elástica.  <p>Figura 17. Imagen extraída de: http://www.sciencebob.com/experiments/balloonrocket.php</p> <ul style="list-style-type: none"> – Se pasa el hilo a través de la pajita. Se tensa el hilo y dos niños sujetan el hilo, cada uno de un extremo. – Se mueve el globo hacia el extremo del lado del clip y se suelta el aire. – Se observa cómo se mueve el globo hacia el otro extremo del hilo . <ul style="list-style-type: none"> • Previamente a soltar el aire se discute sobre lo que creen que va a pasar, y posteriormente se comprueban las hipótesis y se aclaran las dudas: ¿qué provoca el movimiento del globo? ¿cómo se para? ¿cómo podemos hacerlo avanzar más lejos?
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué los cohetes son tan grandes? • ¿Dónde viajan los astronautas en el cohete? • ¿Qué gases se emplean para hacer mover los cohetes?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden hacer modelos a escala de auténticos cohetes espaciales. • Esta experiencia se puede completar con pequeñas investigaciones sobre la exploración del espacio y la vida de los astronautas en las estaciones espaciales.

La web está repleta de páginas educativas sobre Astronomía; cualquiera de los organismos oficiales como la NASA, INTA, ESA, IAC, etc., poseen recursos educativos, experiencias, imágenes, películas y documentales y enlaces a otras páginas de interés. Recomendamos particularmente las páginas del CSIC: http://sac.csic.es/unawe/actividades_observacion.html y <http://sac.csic.es/astrosecundaria/atrevete/>

Experiencia 6	¿Cómo cambian las sombras a lo largo del día?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Gnomon (una palo recto o una regla larga). • Nuestro cuerpo es el gnomon.
Desarrollo	<p>Nos preguntamos cómo se hacen las sombras y cómo las podemos hacer cambiar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se forman equipos y salimos al patio a primera hora de la mañana. Se les indica que uno de los niños de cada grupo (que actuará como gnomon) se coloque en un sitio determinado del patio que se deja marcado. Se les pide que dibujen la sombra con tiza de colores y midan su longitud. Deben observar dónde está el Sol en relación con la sombra. • Volvemos al aula y discutimos qué creen que pasará si volvemos a repetir la experiencia al cabo de un rato. • Volvemos a hacer el mismo proceso sucesivamente cada 1 o 2 horas. • Después se hará una puesta en común y se debatirán las distintas hipótesis. • Nos plantearemos cómo mejorar la experiencia y otras formas de hacerla. • Podemos hacer la misma experiencia con un gnomon.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Ocurrirá todos los días lo mismo? • ¿Si me coloco en otro sitio del patio ocurrirá lo mismo? • ¿Les ocurre a todos los objetos lo mismo? • ¿Podemos medir la orientación de las sucesivas sombras? • ¿Podemos deducir el movimiento del Sol a partir del de la sombra?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Esta experiencia puede realizarse después de haber trabajado previamente con sombras y haber discutido sobre cómo se forman, su relación con la luz y las posibilidades de modificar la forma de la sombra en relación con el foco.

Experiencia 7	¿Por qué no siempre entra el Sol por la ventana de la clase?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lápiz y papel. • Brújula (no es imprescindible).
<p>Desarrollo</p>	<p>Habremos observado que, a veces, dependiendo de la hora o de la estación en la que nos encontremos, entra el sol por la ventana de la clase o no. También hemos podido observar ese fenómeno en las habitaciones de casa. Se discute sobre cuál es la causa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el patio, orientados hacia el E, se dibuja por grupos el horizonte que vemos. Si tenemos en clase ventanas orientadas hacia el E, podemos hacerlo desde el aula. Podemos fotocopiar el dibujo tantas veces como días vayamos a hacer la observación. Con la brújula podemos buscar con precisión el horizonte E. • Situamos sobre nuestro dibujo dónde se encuentra aproximadamente el Sol (nunca mirar de frente). Anotamos la hora de la observación. • Dos o tres días más tarde volvemos a repetir la observación, exactamente desde el mismo sitio a la misma hora. Dibujamos de nuevo su situación • Repetimos la operación por lo menos a lo largo de un mes. • Observamos los cambios y discutimos sobre su causa. Comprobamos nuestras hipótesis. <div data-bbox="439 1033 1117 1284" style="text-align: center;"> </div> <p>Figura 18. Esquema extraído de Earth science and the environment. THOMPSON & TURK (1993). Dibujo realizado por un estudiante de Educación Primaria desde su casa.</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Pasará lo mismo si miramos el horizonte oeste a la puesta del Sol? • ¿Ocurrirá lo mismo en todas las estaciones?

Sugerencias

- Esta experiencia se puede completar midiendo la altura que alcanza el Sol en el cielo al mediodía. Para ello se utiliza el cuadrante (experiencia 4). Se puede establecer la regularidad de los cambios.
- También se puede hacer pegando un sol en una ventana orientada hacia el E marcando el lugar donde se proyecta la sombra en el suelo, en sucesivos días y a la misma hora.
- Se puede realizar la misma experiencia con la Luna, siguiéndola durante una noche y a lo largo de un mes. En este caso, en vez de dibujos también pueden tomarse fotografías:



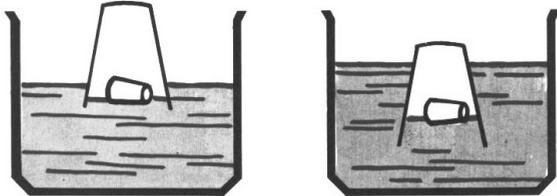
Figura 19. Observación de la Luna menguante al amanecer. 19/10/05, 08:15 (19a) y 21/10/05, 08:15 (19b) (Fotografías propias).

<p>Experiencia 8</p>	<p>¿Por qué hace más calor en verano que en invierno?</p>
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna o flexo. • Termómetro.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute cuál es la causa de que existan las estaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por grupos, orientamos la linterna o el flexo perpendicularmente sobre un papel oscuro y dibujamos el cerco iluminado. • Cambiamos la orientación con distintos ángulos y comprobamos cómo la superficie del cerco iluminado cambia. Discutimos cuándo se hace más grande. • Planteamos dónde llegará más calor si el foco es el mismo y la superficie iluminada es mayor. Realizamos hipótesis. • Comprobamos con un termómetro. <div data-bbox="453 720 1102 1002" style="text-align: center;"> </div> <p>Figura. 20. Dibujo procedente de Interrogando a la atmósfera. EMA 1 (1975)</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Tiene esto algo que ver con la inclinación del eje terrestre? • ¿Podemos saber en qué lugar de la Tierra caen los rayos más perpendiculares en un determinado día? • ¿Cambia ese lugar a lo largo del año?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Esta experiencia se puede completar con un modelo de simulación. En la bibliografía didáctica existen muchos ejemplos, con flexos, linternas, balones o globos. • Con los modelos de simulación podemos experimentar no sólo los cambios estacionales, sino también la distinta duración del día y la noche a lo largo de cada estación.

Experiencia 9	¿Por qué algunas veces vemos la Luna tan grande?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Una varilla de madera de 60 cm. de largo y 1 cm. de grosor. • Una hembrilla o cáncamo de 0,6 cm. de diámetro interior. • Lápiz, un metro y una pequeña barrena.
<p>Desarrollo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les pedimos a los niños que una noche de luna llena observen la Luna cuando acaba de salir sobre el horizonte (muy grande) y que la vuelvan a observar unas horas después cuando está alta en el cielo. ¿Qué ha pasado? • Se discute por qué ocurre este fenómeno. • Construimos un instrumento para medir el tamaño aparente de la Luna: <ol style="list-style-type: none"> 1. Se mide desde un extremo de la varilla 57,3 cm. y se marca con un lápiz. 2. Se hace un agujero en el centro de la marca con la barrena. 3. Se introduce la hembrilla en el agujero tal y como se indica en el dibujo. <div data-bbox="525 820 956 997" data-label="Image"> </div> <p>Figura 21. Imagen extraída de http://semanadelaciencia2003.fecyt.es</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elegir una noche de luna llena. A la salida de la luna por el horizonte E se orienta el instrumento hacia la luna hasta centrarla en el interior de la hembrilla. • Repetir la observación cuando está alta en el horizonte. • Al día siguiente en clase se presentan las observaciones y se discute sobre el fenómeno.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿A qué distancia se encuentra la Luna de la Tierra? ¿Está siempre la Luna a la misma distancia de la Tierra? • ¿Influye la distancia a la que se encuentra en el tamaño aparente de la Luna? • ¿Cuánto cuesta llegar a la Luna con nuestros cohetes? ¿Cuándo se lanzan los cohetes?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es más difícil hacer las observaciones de la Luna en horario escolar, durante el día, por lo que debe explicarse muy bien a los niños lo que tienen que hacer en casa y discutirlo al día siguiente.

Experiencia 10	¿Por qué la Luna cambia de forma?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Habitación oscurecida. • Flexo o retroproyector o cualquier otro foco de luz. • Bola de corcho blanco (o papel) de unos 5 o 6 cm. de diámetro. • Lápiz o un palillo de los que se usan para preparar pinchitos.
<p>Desarrollo</p>	<p>Previamente habremos observado a lo largo de las noches de un mes la forma cambiante de la luna. Discutimos cuál es la causa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oscurecemos la habitación y colocamos un foco de luz en el centro de la clase que se encuentre más o menos a la altura media de los niños. • Cada niño se sitúa alrededor del foco en un círculo y sujeta la bola sobre un lápiz. • Se extiende el brazo con la bola justo delante del foco de luz (Sol) y un poco por encima de la cabeza. La cabeza del niño es la Tierra y la bola la Luna. • Se mueve un poco la bola en sentido antihorario hasta que se vea una rajita iluminada. Se realizan sucesivas observaciones haciendo girar la bola un círculo completo. • Se repite el movimiento haciendo subir la luna sobre las cabezas. • Posteriormente se discute sobre lo que hemos observado. <div data-bbox="857 778 1156 1001" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">Figura 22. Experimentos de Astronomía. Biblioteca de Recursos Didácticos Alhambra.</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuánto tiempo pasa entre dos lunas llenas? • ¿Podemos ver dos lunas llenas en el mismo mes? • ¿Por qué no hay eclipses de luna todos los meses?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El modelo permite hacer observaciones sobre los eclipses. • Se puede hacer un modelo de simulación con personas. Un niño es la Tierra y otro la Luna. La Tierra hace un giro completo mientras la Luna se mueve sólo unos pocos grados. De esta manera se puede trabajar sobre la distinta hora a la que se ve salir y ponerse la Luna y por qué vemos siempre la misma cara de la Luna. • Se debe completar la experiencia con observaciones reales de la Luna a lo largo de un ciclo completo. Se pueden realizar fotografías y hacer exposiciones.

LA TIERRA COMO ENTE MATERIAL

Experiencia II	¿Cómo podemos comprobar que existe el aire?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Barreño con agua. • Vaso. • Pañuelo de papel.
Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • Se forman grupos. Se explica la experiencia y se pregunta qué creen que va a pasar. • Se realiza la experiencia: se introduce el pañuelo arrugado en el fondo del vaso bien apretado. • Se introduce el vaso completamente recto dentro del barreño hasta que quede completamente sumergido. • Se extrae de nuevo cuidando de no inclinar el vaso. El pañuelo sale seco. • Se discute por qué el pañuelo no se ha mojado. ¿Qué hay dentro del vaso que impide que entre el agua?
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué habría pasado si hubiésemos inclinado el vaso? • El aire existe aunque no lo vemos, ¿pero es materia? • ¿Qué gases componen el aire?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden proponer otras experiencias que ponen en evidencia la existencia del aire. Pueden sugerirlas los propios alumnos. <div style="text-align: center;">  </div> <p>Figura 23. Dibujo procedente de Interrogando a la atmósfera. EMA 1. (1975)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Podemos completar la experiencia con otras que nos permitan descubrir que el aire no sólo ocupa un volumen sino que también pesa.

Experiencia 12	¿El aire es materia?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Regla. • 2 globos. • Hilo o cordel fino.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre si el aire es materia o no, si pesa y ocupa volumen. ¿Cómo podemos saber si el aire pesa?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se hinchan los dos globos procurando que queden del mismo tamaño y se atan a los extremos de la regla. • Se ata otro cordel al centro de la regla y se procura que quede equilibrada. • Se pincha uno de los globos. • ¿Qué ha ocurrido? Aunque muy poquito el aire pesa. <div data-bbox="606 698 945 1008" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Figura 24. Dibujo procedente de Meteorología Práctica. Biblioteca de Recursos Didácticos Alhambra</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es el aire? ¿Qué componentes tiene? • ¿Todos los gases se comportan igual que el aire? • ¿Qué propiedades caracterizan el estado gaseoso?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede hacer al revés, partiendo de los globos deshinchados y luego inflando uno de ellos.

Experiencia 13	¿Disoluciones o mezclas?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Distintos líquidos y sólidos comunes: agua, vinagre, aceite, leche, azúcar, sal, arroz, harina, café soluble, etc. • Vasos y cucharillas.
Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • Se discute sobre si todos los líquidos se mezclan entre sí. • Por grupos se experimenta con los distintos líquidos. Se observa si todas las mezclas son posibles. • Se discuten los resultados en gran grupo. • Se realizan experiencias similares con diversos sólidos en agua y en otros líquidos. • Se discuten los resultados.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué unos líquidos se mezclan y otros no? • ¿Por qué unos sólidos se disuelven y otros no? • ¿Por qué algunas sustancias se disuelven en agua y no en otros líquidos? • ¿Por qué la agitación o la temperatura pueden favorecer el proceso de disolución o mezcla?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • También se puede intentar la desmezcla o la precipitación de las sustancias disueltas. • Se pueden tomar medidas de cómo influyen factores como la temperatura, o la agitación, calcular la sobresaturación, etc.

Experiencia 14	¿De dónde provienen las cosas que usamos?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Madera, rocas, minerales, conchas, vidrio, cerámica, plásticos de distintos tipos, hilo de cobre, monedas, otros objetos de metales, papel de aluminio, latas, telas, aceite, jabón, papel, etc.
Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • Observamos distintos objetos o fragmentos de materiales de distinta naturaleza. • Por grupos les pedimos que clasifiquen los que consideren naturales y los que no. Deben ser capaces de explicar las razones por las que colocan unos u otros en cada grupo y exponerlo al resto de la clase. (Conviene utilizar fragmentos de materiales mejor que objetos concretos). • Se discute entre todos sobre los criterios de cada grupo en particular. Es importante distinguir entre el material y el objeto en particular. • Se discute sobre cómo se obtienen algunos materiales no naturales y se puede profundizar sobre aquellos sobre los que muestren mayor interés: vidrios, cerámicas, etc.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Todo lo que se elabora proviene de un recurso natural? • ¿Cómo sería nuestra vida sin esos recursos? • ¿Cómo debería ser la explotación de los recursos?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Podemos concluir la actividad elaborando algún material de uso común: jabón, papel, o cerámica.

Experiencia 15	¿Por qué algunos minerales tienen formas geométricas? Obtención de cristales
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Agua. • Sal. • Calentador. • Recipiente plano o vasito, cucharilla. • Lupa.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute por qué algunos minerales tienen formas bonitas y si son naturales o talladas. Se pueden mostrar ejemplares cristalizados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por grupos en el aula, o individualmente en casa, se realiza una experiencia de cristalización de sal común: <ol style="list-style-type: none"> 1. Disolver sal en agua caliente. 2. Tomar un poco de la disolución y pasarlo a un recipiente plano. 3. Dejar evaporar. Observar con lupa. • Discutir el resultado con los alumnos. Pensar cómo podemos obtener cristales de mayor tamaño. <ol style="list-style-type: none"> 1. Recoger alguno de los cristallitos mejor formados e introducirlo aislado en un recipiente con la solución saturada. Dejarlo evaporar más lentamente (cubriendo con un papel).
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué se necesita para que los cristales se formen en la naturaleza? • ¿Todos los cristales de la misma sustancia son iguales? • ¿De dónde sale la sal que consumimos?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hay muchas sustancias que cristalizan fácilmente y que no tienen riesgo para los escolares: azúcar, alumbre, bórax, etc. • Se puede hacer la experiencia colocando una gota de la disolución en un plástico transparente y colocado sobre un retroproyector. El calor de la lámpara evaporará la gota y se proyectará sobre la pared el resultado.

Experiencia 16	¿Por qué los ladrones usan el diamante para cortar el vidrio?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Minerales comunes de distinta dureza: grafito, yeso, sal común, calcita, pirita, galena, cuarzo, etc. • Uña, moneda de cobre, clavo, llave, vidrio, porcelana.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre lo que es la dureza de un mineral.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para realizar por grupos: <ul style="list-style-type: none"> – Se presentan diversos minerales con distinta dureza. – En primer lugar se pide a los niños que los ordenen de más duro a más blando, rayándolos unos con otros. – Se observa el resultado obtenido en cada grupo y se discute cómo tener una referencia absoluta de la dureza de cada mineral. – Se clasifican los minerales comparando con sustancias de dureza conocida: uña (2,5), moneda de cobre (3,5), clavo (4,5), llave de acero (5), vidrio (5,5), porcelana (6,5), cuarzo (7). <div data-bbox="586 791 972 1106" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Figura 25. Probando la dureza. Colección comercial de minerales de la escala de Mohs. Fotos propias.</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Hay algo más duro que el diamante? • ¿Qué son las piedras preciosas? • ¿Se pueden obtener artificialmente?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De la misma manera que se trabaja con la dureza, se pueden estudiar otras propiedades de los minerales, haciendo un estudio comparativo entre distintos ejemplares.

Experiencia 17	¿Cómo distinguimos unos minerales de otros?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Colección de minerales. • Porcelana para obtener la raya. • Materiales comunes para comparar la dureza. • Imán.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute cómo se distinguen y clasifican los minerales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por grupos se observan propiedades físicas fácilmente identificables: hábito, color, brillo, transparencia, dureza, raya, exfoliación, peso específico, magnetismo, (olor, sabor)...y se realiza una ficha para cada mineral. • Se pueden hacer fotografías y construir un fichero de los minerales de la colección. <div data-bbox="396 720 1085 979" data-label="Image"> </div> <p>Figura 26. Probando la raya y observando brillo y hábito. Fotos propias.</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Dónde podemos encontrar minerales? • ¿Para qué se utiliza cada uno de los minerales que hemos observado? • ¿Dónde se encuentran en Andalucía los principales yacimientos minerales?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede completar la experiencia con la identificación de cada mineral a partir de claves identificativas sencillas. • Una vez que se ha usado una clave de identificación, los alumnos pueden realizar su propia clave para los minerales de su clase. • Se puede hacer un Museo de minerales e invitar a los niños de otras clases a verlo. Los alumnos son los monitores y guías de la visita.

Experiencia 18	¿Puedo ver rocas en la ciudad?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Cuaderno y lápiz. • Lupa. • Cámara fotográfica.
Desarrollo	<p>Se discute cómo ya desde la Prehistoria se han usado las rocas como materiales de construcción.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recorremos la escuela a la búsqueda de rocas (solerías, revestimientos, etc.). • Salimos a las calles del entorno próximo y por grupos se hacen observaciones sobre las rocas que encontramos. • En el aula realizamos una puesta en común y elaboramos una ficha de observaciones pertinentes. • Proponemos un itinerario en el que se incluya algún monumento histórico y por grupos se van elaborando las fichas de observación que hemos diseñado. Se completa con fotografías². • En clase se realiza un fichero.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Se puede usar cualquier roca como material de construcción? • ¿Cómo podemos distinguir materiales naturales y artificiales? • ¿Por qué algunas rocas están pulidas y otras no? • ¿Cómo se extraen las rocas?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de los edificios y monumentos históricos tienen rocas ornamentales, de las que se conoce la procedencia. Se pueden completar la experiencia con datos históricos y con datos sobre cómo y dónde se realizaban las explotaciones. • También se puede aprovechar para trabajar con mapas o planos de la ciudad. Sobre el itinerario realizado se van anotando números en aquellas estaciones donde se ha realizado la observación y que se corresponden con la numeración de la correspondiente ficha.

² En la página 220 se puede ver un ejemplo.

Experiencia 19	¿Podemos saber cómo se ha formado una roca? Observación de texturas
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Colección de rocas. • Lupas. • Cuaderno para anotar.
Desarrollo	<p>Se discute sobre los posibles orígenes de las rocas y nos planteamos si podemos averiguar cómo se ha formado una determinada roca a partir de su observación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se reparten por grupos ejemplares de cada tipo de rocas que sean muy representativos: granito u otras rocas graníticas, basaltos, obsidiana o escoria volcánica (magmáticas), arenisca, conglomerado y caliza (sedimentarias), y pizarra o esquisto y mármol (metamórficas). • Se les pide en primer lugar que las agrupen según algún criterio que a ellos se les ocurra. • Se discuten los criterios que ha usado cada grupo de niños y se matizan cuáles de esos criterios son realmente objetivos y qué interés científico pueden tener respecto al origen de las rocas. • Se discute entre todos cuáles son las observaciones y criterios que nos pueden servir y establecemos una tabla de rasgos observables. • Se intenta clasificar las rocas según su origen a partir de criterios observables.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué unas rocas tienen cristales o granos y otras no? ¿Por qué unas tienen fósiles y otras no?... • ¿Puedo encontrar todos los tipos de rocas en mi localidad? ¿Puedo saber la historia geológica de mi localidad a partir de los tipos de rocas que hay? • ¿Es posible que, aunque ahora estemos en tierra firme, en otro tiempo, la zona que ocupa mi localidad estuviera cubierta por el mar o hubiera volcanes?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede completar la experiencia con la elaboración de un mapa geológico básico de la localidad con afloramientos de rocas más importantes. • Se pueden realizar búsquedas bibliográficas o en Internet sobre otras rocas del mismo tipo.

DINÁMICA TERRESTRE

Experiencia 20	¿De dónde sopla el viento?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plato de cartón. • Cintas de colores de papel de seda. • Corcho blanco y pincho. • Brújula.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre cómo se produce el viento, y de qué manera se puede medir su dirección y su fuerza.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construimos un aparato para medir la dirección del viento y tener una idea aproximada de su fuerza. • Sobre un plato de cartón dibujamos una rosa de los vientos. Cortamos y pegamos tiras de papel de seda de colores a modo de flecos. • Clavamos el plato sobre el pincho y lo colocamos sobre la base de corcho. • Sacamos nuestro instrumento al patio y lo orientamos con la brújula. • Cuando sopla el viento las cintas se mueven y se orientan en la dirección contraria. El papel de seda se mueve por ligera que sea la brisa, dando una idea de la fuerza del viento. <div data-bbox="692 966 874 1203" data-label="Image"> </div> <p>Figura 27. Veleta. Material realizado por estudiantes de 3ª Educación Infantil. 2005 (fotografía propia)</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los efectos del viento? • ¿Para qué sirve saber de dónde viene el viento? • ¿Cómo podemos usar la fuerza del viento? • ¿Desde cuándo se usan las veletas?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden realizar muchos otros tipos de veletas. Cada grupo de niños puede diseñar y elaborar una veleta.

<p>Experiencia 21</p>	<p>¿Por qué la temperatura de los partes meteorológicos no coincide con lo que yo veo en los termómetros de mi localidad?</p>
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cajas de cartón, papel para forrar negro, blanco o de aluminio. • Termómetro. • Tijeras, celo.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute con los niños sobre las dificultades de medir la temperatura, las variables que influyen y la necesidad de tomar datos que puedan ser comparables entre sí en todo el mundo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se discuten los tipos de caseta meteorológica y las variables que influyen: color, tamaño de las rendijas, material del que está hecha, lugar de colocación de la caseta y del termómetro dentro de la caseta... <ul style="list-style-type: none"> – Se dividen los alumnos por equipos y cada uno investiga sobre una propiedad. – Cada equipo construye dos casetas a partir de cajas de zapatos, o de cereales, con la condición de que sean idénticas para poder medir otras variables. – Cada equipo debe tener asimismo dos termómetros idénticos para comparar las medidas. Se puede investigar sobre las propiedades de la caseta (blanca o negra, con o sin rendijas, de cartón o papel, etc.), sobre dónde colocarla (hierba o asfalto; suelo o en alto, bajo un edificio o lejos, bajo un árbol o lejos....), o sobre cómo poner el termómetro (apoyado en el suelo de la caseta o colgado). – Se toman las temperaturas a partir de los cinco minutos de haber colocado la caseta y, sucesivamente, cada cinco minutos, hasta que la temperatura se estabilice y no cambie en cada una de ellas. – De vuelta a clases se comentan los datos observados. Se realiza un pequeño informe.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál de los parámetros medidos es más importante? • ¿Cómo influyen otros parámetros climáticos como la presencia o no de viento o que llueva o esté nublado?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En relación con la temperatura también se puede construir un termómetro escolar. • Se puede usar la caseta para introducir otros instrumentos meteorológicos y comprobar la influencia sobre las medidas.

Experiencia 22	¿Cuánto ha llovido hoy?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rotulador, regla, tijeras. • Botellas de 2l o garrafas de plástico de las de agua de 5l. • Recipientes con embudos que tengan la misma sección. • Rotulador resistente al agua. • Regla o papel milimetrado.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre cómo medir la cantidad de lluvia caída en un lugar y la importancia de poder comparar las medidas. Hablamos sobre cómo lo hacen los meteorólogos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por grupos se construyen pluviómetros: <ul style="list-style-type: none"> – Se corta la parte superior de las botellas o garrafas con cuidado de que el corte sea horizontal. La parte superior cortada se utiliza de embudo. Si se utilizan otros recipientes, colocarlos con embudos que tengan la misma sección que la boca del recipiente. – Con la ayuda de la regla dibujamos sobre el pluviómetro una escala graduada. – Colocar los pluviómetros en distintos lugares para poder realizar comparaciones. – Tras la recogida cada día lluvioso, se pueden comparar los datos de los distintos pluviómetros y los datos meteorológicos oficiales.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué influencia tiene el agua de la lluvia en el caudal de los ríos? • ¿Qué consecuencias pueden traer las lluvias torrenciales? • ¿Por qué tarda algún tiempo en formarse charcos? • ¿Por qué unos terrenos se encharcan más que otros?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si se construyen pluviómetros con distintos recipientes se puede comprobar cómo la equivalencia es la misma. • También se puede medir el pH del agua de lluvia.

Experiencia 23	¿Por qué se arrugan los posters de mi habitación?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Un pelo largo. • Alcohol. • Algodón. • Un cartón o cartulina. • Una chincheta. • Cinta adhesiva o celo.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre la humedad del aire. El aire contiene vapor de agua aunque no lo vemos. Los meteorólogos la miden con un psicómetro o con un higrómetro de cabello.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por grupos construimos un higrómetro de cabello: <ul style="list-style-type: none"> – Se desengrasa el pelo con alcohol. – Sobre el cartón se pega con celo un extremo del cabello. – En el otro extremo se pega a una flechita realizada en cartulina. <div data-bbox="486 760 748 1039" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: right;">Figura 28. Higrómetro. Meteorología Práctica. Recursos Didácticos. Alhambra</p> <ul style="list-style-type: none"> – Sujetamos la flecha con una chincheta y con el cabello lo más tenso posible sobre la cartulina. – Realizamos una escala húmedo-seco para comprobar las variaciones relativas de humedad. – Tras varios días de observación, discutimos los resultados y comparamos los distintos higrómetros.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuánta humedad puede contener el aire? • ¿Pueden contener la misma cantidad de humedad el aire frío que el caliente? • ¿Cuándo se produce la condensación?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En lugar del cabello se puede usar una cuerda de guitarra. También se puede usar una piña madura que se abre y se cierra según la humedad. • Se puede aprovechar para explicar la razón de que algunas sustancias cambien de color con la humedad. • Con niños mayores se puede construir un psicómetro.

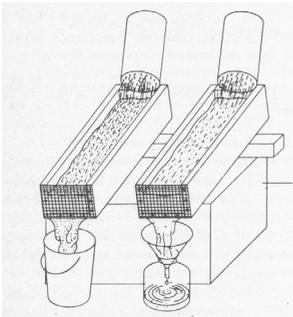
Experiencia 24	¿Puedo medir la presión atmosférica?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bote de cristal. • Plástico transparente (del de proteger alimentos). • Goma elástica. • Pajita. Cartulina.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre qué es un barómetro y para qué hace falta medir la presión del aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construimos un barómetro: <ul style="list-style-type: none"> – Se tapa el tarro de cristal con el plástico transparente y se sujeta bien con la goma elástica. – Se coloca la pajita horizontalmente sobre el plástico de manera que sobresalga bastante. – Sobre la cartulina se dibuja una escala y sujétala en un soporte por detrás de la pajita. – Anotamos las observaciones durante días sucesivos. <div data-bbox="587 817 994 1057" data-label="Image"> </div> <p>Figura 29. Barómetro realizado por una estudiante de 3º de Educación Infantil. 2005 (fotografía propia).</p> <ul style="list-style-type: none"> – Discutimos sobre el fenómeno observado y sobre las variables que influyen.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué cambia la presión atmosférica? • ¿Qué consecuencias tienen los cambios de presión sobre el clima? • ¿De qué fenómenos atmosféricos se suelen acompañar las bajas y altas presiones?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • También se pueden construir barómetros escolares con agua, que sirven de termómetro y altímetro.

Experiencia 25	<p align="center">¿Cuántos tipos de nubes hay? Observamos las nubes</p>
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Papel y lápiz. • Cámara fotográfica.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se pide a los niños que dibujen nubes. Suelen corresponder a la forma clásica de borreguitos. Discutimos sobre los dibujos y les pedimos que recuerden algún otro tipo de nubes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se forman grupos y salimos a observar nubes. Se debe hacer en aquellos días de condiciones más favorables y aprovechar cada día que se observen nubes diferentes o varios tipos de nubes juntas. • Los alumnos observan y describen la forma y la altitud de los distintos tipos de nubes. Realizan un dibujo de sus observaciones o bien hacen fotografías. • De vuelta a clase se ponen en común las descripciones de cada grupo y se comparan con fotografías y descripciones reales de los distintos tipos de nubes. • Se asocian las nubes observadas a la terminología científica correcta. • Se lleva un control de los cielos nubosos de distintos días. • Se puede realizar un álbum o atlas de fotos de nubes realizadas por los alumnos.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué indica la presencia de cada tipo de nubes? • ¿Qué relación existe entre la formación de nubes y la formación de niebla?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • También se puede estudiar la cobertera de nubes y la distribución que tienen en el cielo. • Se puede observar durante un tiempo en qué dirección se mueven. Analizar este fenómeno en días sucesivos en los que se presenten nubes. Puede observarse y fotografiar o grabar en vídeo cómo cambian las formas de las nubes en breves intervalos de tiempo. • A veces, pueden observarse las estelas que dejan los aviones que son también muy interesantes.

Experiencia 26	¿Por qué el agua de los ríos es, a veces, de color chocolate?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Tarro de cristal o botella de plástico. • Arena, arcilla y tierra de macetas.
Desarrollo	<p>Discutimos cómo el agua de un río arrastra materiales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducimos la arena, arcilla y tierra de macetas en un tarro de cristal (menos de la mitad). • Rellenamos con agua. Comprobamos el color y la transparencia del agua. • Agitamos el tarro. Nuevamente, comprobamos el color y la transparencia del agua. • Dejamos decantar durante un rato y observamos cómo el agua vuelve a estar clara.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué sustancias suele llevar el agua? • ¿Se puede beber el agua de un río si es transparente o parece limpia? • ¿Qué otros factores pueden causar el color del agua?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede realizar la experiencia sólo con arena y grava, sólo con arcilla, y con distintas proporciones y mezclas y comparar los resultados.

<p>Experiencia 27</p>	<p>¿Qué produce las olas? ¿Qué consecuencias tiene el oleaje sobre la playa?</p>
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acuario o recipiente de cristal grande. • Corcho o barquitos de papel. • Maceta pequeña de plástico. • Arena. • Agua.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre el oleaje, su origen y sus acciones sobre la costa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se llena el acuario con agua. Soplamos para producir olas. Con el corcho o el barquito podemos observar el movimiento ondulatorio. • Se sitúa boca abajo y en el centro la maceta. Se introduce una capa de agua poco profunda. Con una lámina de plástico impulsamos una ola hacia la maceta. Observaremos el fenómeno de la refracción. • Discutimos las experiencias y lo comparamos con los fenómenos observados en la playa. • En el acuario vacío colocamos arena en uno de los extremos de manera que forme una pendiente. Vertemos agua con cuidado de manera que no se deforme la pendiente hasta la mitad del recipiente. Originamos olas moviendo suavemente el acuario y observamos como se modela la arena. • De un modo similar, colocamos arena sobre el fondo, llenamos de agua y producimos oleaje. Podremos observar cómo se producen ondulaciones en la arena.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué a veces se producen olas más grandes que otras? • ¿Por qué “rompen” las olas en la playa? • ¿Cómo actúa el oleaje como agente geológico?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden hacer olas moviendo el fondo (tal y como ocurre con un tsunami). • Se pueden hacer distintas combinaciones de procesos.

Experiencia 28	¿Por qué hay corrientes marinas?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2 botellas de plástico iguales. • Agua dulce y agua salada. • Agua caliente y agua fría. • Colorante. • Cartulina.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre la existencia de las corrientes marinas y sus causas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprobamos que masas de agua de distinta densidad no se mezclan. Lo hacemos con agua fría y caliente y con agua dulce y salada. <ul style="list-style-type: none"> – Se divide la clase en grupos y cada grupo realiza la experiencia. – Llenamos una botella con agua fría y otra con agua caliente. – Echamos el colorante en una de ellas para distinguirlas. – Cubrimos con un trocito de cartulina la botella de agua caliente y la ponemos boca abajo. Con mucho cuidado la colocamos exactamente sobre la boca de la botella de agua fría. – Retiramos con cuidado la cartulina de manera que las dos bocas queden perfectamente enfrentadas. – Observamos y discutimos los resultados. – Repetimos la operación, ahora con agua fría sobre la caliente. – Realizamos la misma experiencia con agua dulce y salada. – Observamos y discutimos los resultados.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué influencia tienen las corrientes oceánicas sobre el clima? • ¿Qué consecuencias podrían tener los cambios en las corrientes marinas?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • También se pueden realizar mecanismos más sofisticados que permiten visualizar la circulación de las masas de agua. • Se puede ver la película de <i>El día de mañana</i> (2004, Roland Emmerich) y discutir sus fundamentos científicos.

Experiencia 29	¿Cuántas rocas puede arrastrar un río?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas de plástico de litro o 1,5 l. • Velcro. • Arena, grava, arcilla. • Pequeña manguera conectada a un grifo. • Cubo para recoger el agua.
<p>Desarrollo</p>	<p>Discutimos sobre la capacidad de transporte del agua cuando vemos cómo durante las inundaciones se arrastran coches y árboles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cortamos las botellas a lo largo y las dejamos convertidas en canales. Colocamos los canales pegados al panel de cartón con velcro, formando zig-zag, de manera que estén conectados entre sí. Echamos arena o grava en el fondo sobre los canales y dejamos correr el agua. • Modificamos distintas variables: fuerza de la corriente, pendiente y tamaño del material.  <p>Figura 30. Modelo simplificado sobre la misma experiencia. Nuevo manual de la Unesco para la enseñanza de las Ciencias. (1979).</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuánto material se transporta por los ríos al mar? • ¿Adónde va a parar ese material? • ¿Qué son las graveras de los ríos?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede elaborar una maqueta sencilla de la cuenca de un río y reproducir las mismas experiencias.

Experiencia 30	¿Descubrimos el planeta X?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bolas de corcho o canicas, arcilla, pelota de goma, de ping-pong. • Plastilina. • Agujas de lana. • Balanza. • Recipientes con agua.
<p>Desarrollo</p>	<p>Discutimos sobre cómo los científicos obtienen información sobre el interior terrestre.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nos proponemos averiguar información sobre un planeta desconocido: <ul style="list-style-type: none"> – El profesor realiza planetas del mismo tamaño a partir de arcilla cubierta por plastilina, canica o bola metálica cubierto por plastilina, bola de corcho cubierta por plastilina, etc. – Reparte un planeta a cada grupo. Los niños tienen que averiguar qué hay debajo de su corteza de plastilina y a qué profundidad más o menos. – Pueden comprobar si flota, cuánto pesa, clavar las agujas, etc. – Se expone al conjunto de la clase las averiguaciones de cada grupo sobre su planeta.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo sabemos de qué está formado el interior terrestre? • ¿Cómo sabemos cómo es el interior de otros planetas? • ¿De dónde provienen los meteoritos? • ¿Todos los meteoritos son iguales?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden pedir que representen la estructura de su planeta y hacer un esquema comparativo con todos.

Experiencia 31	¿Cómo se produce un volcán?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cartón, papel de periódico, cola y pintura para construir el volcán. También se puede hacer con barro, escayola o plastilina. • Botella de plástico. • Vinagre, bicarbonato sódico, pimentón, harina, jabón líquido y agua.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre el fenómeno volcánico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulamos la actividad volcánica. Es muy importante dejar claro que esta actividad no es más que una simulación: <ul style="list-style-type: none"> – Para hacer el volcán: con cartones se hace la estructura del cono alrededor de la botella y se forra con papeles de periódico. Se unta con cola para que se endurezca y se deja secar. Posteriormente, se pinta como se quiera. Si se hace con pintura plástica se puede volver a usar. – Con escayola o barro se puede prescindir de la botella. – Se introduce en la botella que ha quedado dentro del cono 1/3 de agua, y un poco más de otro tercio de vinagre. Se añade una cucharadita de pimentón para dar color rojo a la “lava”. – Se añaden dos cucharadas de bicarbonato sódico. – Se observan y discuten los resultados. – Se repite la experiencia añadiendo harina o jabón líquido para dar distinta viscosidad a la erupción. – Se pueden hacer variantes agujereando el tapón de la botella con agujeros de distintos tamaños para dar mayor o menor presión. <p>Aunque en realidad lo más importante que ocurre en esta experiencia es la reacción química que tiene lugar, el resultado es bastante espectacular y se puede realizar como motivación para iniciar una discusión u otro tipo de investigaciones sobre volcanes.</p> <div data-bbox="413 1261 1105 1439" style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div>

Figura 31. Secuencia de imágenes en la construcción de un volcán. Talleres del IGME.

Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none">• ¿Por qué no hay volcanes en cualquier lugar del planeta?• ¿Cuáles son los riesgos volcánicos?• ¿Una isla volcánica flota en el mar?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none">• También se pueden hacer experiencias sobre la viscosidad de la lava, con diferentes sustancias como miel, mermelada, aceite, gel etc., y sus mezclas.• Se puede elaborar un mapa del mundo en el que se sitúen los principales focos volcánicos actuales. <i>Google Earth</i> permite mostrar los volcanes del mundo.• Se puede construir un mapa de la región en el que se sitúen los focos volcánicos actuales o históricos.

Experiencia 32	¿Alguien ha sentido un terremoto?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Película o documental sobre terremotos. • Juego de rol.
Desarrollo	<p>Se discute sobre los terremotos y sus consecuencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nos planteamos posibles actuaciones antes, durante o después de los terremotos. • Repartimos papeles: geólogos, políticos, constructores, cuerpos de seguridad (bomberos, militares, etc.), organizaciones humanitarias, ciudadanos. • Cada grupo debe investigar su papel ante los terremotos. <ul style="list-style-type: none"> – Los científicos deben investigar todo lo que se sabe sobre los terremotos y su sistema de alerta. – El grupo de políticos debe investigar si existen leyes que obliguen a construir con normas antisísmicas o normas de actuación en caso de emergencia. – Los grupos de seguridad averiguarán si existen cuerpos especiales para ese tipo de actuaciones y cómo se preparan. – Las organizaciones humanitarias deberán saber qué necesidades pueden surgir ante una catástrofe de esas características: alimentos, ropas, campamentos de acogida, etc. – Los ciudadanos deberán averiguar cómo comportarse en caso de terremoto. – Cada grupo comunica a los demás sus conclusiones.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué se producen los terremotos? • ¿Hay riesgo de terremotos en mi localidad? • ¿En qué lugares del mundo es mayor el riesgo de terremotos? • ¿Hay países bien preparados frente al riesgo sísmico?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Existen actividades virtuales para hallar el epicentro y magnitud de los terremotos: http://www.sciencecourseware.com/eec/Earthquake_es/ • En la red se pueden encontrar muchas noticias y páginas relativas a la sismicidad, y se pueden hacer investigaciones históricas sobre terremotos de gran magnitud a lo largo de la Historia de la Humanidad. <i>Google Earth</i> permite ver los sismos en tiempo real.

Experiencia 33	¿Qué son las fallas?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planchas de corcho poliestireno. • Pintura. • Cuchillas o materiales para cortar.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute cómo durante la formación de las montañas las rocas se pliegan y se fracturan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulamos los distintos tipos de fallas. <ul style="list-style-type: none"> – Por grupos disponemos de 3 planchas de corcho. Se pinta cada una de un color para simular estratos. – Se cortan con planos de diferentes inclinaciones y se reproducen los movimientos de las fallas. Se puede fotografiar el resultado de cada movimiento. – Se realiza una mural con las fotos de cada grupo. – Se proyectan en clase fotografías reales de fallas y se comparan con los resultados que se han obtenido durante la experiencia. <div data-bbox="589 820 977 960" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="525 971 1044 997">Figura 32. Fallas. <i>La Tierra en tus manos</i>. Ciencia Viva.</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué magnitud pueden ser las fallas? • ¿De cuantos metros puede ser un salto de falla? • ¿Cuáles son las fallas más importantes del planeta? • ¿Qué ocurre cuando se mueve una falla?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede completar la actividad observando sobre un mapa del planeta dónde se encuentran las principales fracturas. • También se pueden hacer pliegues. <div data-bbox="638 1326 929 1521" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="515 1543 1057 1568">Figura 33. Pliegues. <i>La Tierra en tus manos</i>. Ciencia Viva.</p>

INTERACCIONES

Experiencia 34	¿Seguro que hay vapor de agua en la clase?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Latas de refresco o botellitas de agua. • Nevera portátil (si no la hay en el centro).
Desarrollo	<p>Discutimos sobre la existencia de vapor de agua en el aire. ¿Cómo podemos comprobarlo?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se sacan las latas o botellas de la nevera y se comprueba que se llenan por fuera y sin abrir de gotitas de agua. • Se analiza de dónde viene esa agua.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se forman las nubes, la niebla, o la escarcha? • ¿Por qué sale vaho cuando soplamos en los días de invierno? • ¿Por qué se empañan los cristales en invierno?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Probamos otras experiencias como echar el aliento sobre un espejo, condensar vapor de agua en la tapa de una olla...

Experiencia 35	¿Qué se calienta antes? Formación de brisas
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Platos con tierra y agua.
Desarrollo	<p>Se discute sobre cómo se produce el fenómeno de las brisas que todos hemos observado en la playa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se plantea la experiencia. Por grupos se toman dos platos que se llenan respectivamente de tierra y agua. Se toma la temperatura de cada uno de ellos. • Se colocan al sol durante el mismo tiempo y se toma nuevamente la temperatura. • Cada grupo expone al resto de la clase sus conclusiones.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Se forman también brisas en la montaña? • ¿Por qué el clima es más suave en las costas que en el interior?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede completar con experiencias simples que muestran cómo el aire caliente es más ligero y tiende a ascender, como molinillos de papel que giran sobre una estufa.

Experiencia 36	¿Cómo se saca agua de un pozo?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recipiente de cristal. • Grava y tierra. • Tela de mosquitera. • Pulverizador o atomizador.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre cómo se almacena el agua subterránea y cómo se puede extraer.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>Figura 34. Imagen extraída de http://laclasedejuani.wordpress.com/investigamos/el-agua-y-el-aire/</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se puede trabajar por grupos. Cada grupo realizará su pozo. <ul style="list-style-type: none"> – Se forma un cilindro con la tela de mosquitera y se sujeta con celo. Se introduce en el recipiente. Se añade grava y sobre la capa de grava se añade una capa de tierra. – Se añade agua con mucho cuidado por un lateral sin que llegue a sobrepasar el nivel de la grava. – Colocar el pulverizador dentro de la tela y accionarlo para que salga el agua. Observar el resultado.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Hasta qué profundidad llega un pozo? • ¿Puede brotar el agua sola? • ¿Cómo se forma un manantial?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Podemos hacer la misma experiencia y contaminar el agua con alguna sustancia coloreada. • Si en vez de un recipiente de cristal utilizamos una botella de plástico, podemos realizar una pequeña perforación que ilustrará la formación de un manantial.

Experiencia 37	¿Qué hay en el suelo?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Muestras de suelo (se pueden tomar de jardín, de macetas, de los árboles, de campo, etc.), preferentemente de distintos tipos. • Botes de vidrio con tapa. • Jarra graduada. • Cucharas.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre qué es un suelo y cómo debe contener, además de material rocoso disgregado, agua, aire y materia orgánica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nos planteamos la posibilidad de separar estos componentes para observarlos con detalle. (Previamente podremos haber hecho una actividad de recogida de suelos). • Por grupos repartimos nuestros suelos, mejor un tipo diferente para cada grupo. <ul style="list-style-type: none"> – Tomamos aproximadamente el mismo volumen de suelo con la jarra graduada y la introducimos en el recipiente de cristal. Añadimos el mismo volumen de agua y agitamos fuertemente. Dejamos en reposo. – Al cabo de un día podremos observar cómo la materia inorgánica más pesada se ha decantado en el fondo e incluso podremos ver la distinta granulometría. Por otra parte, la materia orgánica quedará flotando. Podemos recogerla y observarla por separado. – Cada grupo recopila y expone sus resultados. Hacemos una puesta en común sobre los distintos tipos de suelos.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el mejor suelo para cultivar? • ¿Qué hace que tengamos distintos tipos de suelo? • ¿Por qué hay que añadir fertilizantes? • ¿Qué seres vivos podemos encontrar en los suelos?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De la misma manera que hemos separado los componentes orgánicos e inorgánicos, podemos hacer actividades para medir la humedad del suelo, la porosidad o la permeabilidad de los distintos tipos de suelo.

LA HUMANIDAD Y EL PLANETA

Experiencia 38	¿De qué está hecha mi casa?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Lápiz y papel. • Cámara fotográfica.
Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • Realizamos un plano de la casa. • Hacemos un listado de los materiales que se han usado: ventanas, tabiques, fachadas, techo, suelo, tuberías, pintura, cal, antenas, vigas, cables, sanitarios, lavabos, fregaderos, etc. • Se hace una puesta en común. Se discute qué es natural y qué es artificial. • Se pueden hacer fotografías de los materiales de las casas y hacer una exposición.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Podemos vivir sin los recursos minerales? • ¿Cómo se han usado en otras épocas? • ¿Qué riesgos derivan de su explotación? • ¿Cómo debería ser un consumo razonable?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede realizar la búsqueda de otros materiales en el hogar: encimeras, cosméticos, latas, botellas, electrodomésticos, vasos, platos, cubiertos, etc. • Se puede completar con la investigación sobre la obtención y procesamiento de dichos materiales.

Experiencia 39	¿Podemos hacer trabajar el aire?
Materiales	<ul style="list-style-type: none">• Secador de pelo.• Pelota de ping-pong.
Desarrollo	<ul style="list-style-type: none">• Se construye un laberinto.• Se hace que la pelota recorra el laberinto con la ayuda del secador de pelo.• Se discute sobre cómo aprovechar la energía eólica.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none">• ¿Qué ventajas y qué inconvenientes tiene el uso de energía eólica?• ¿Cómo se utilizaba antiguamente la fuerza del aire?• ¿Hay otras energías naturales?• ¿Podemos idear algún juguete que funcione con la fuerza del viento?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none">• Se puede hacer trabajar el aire con otros instrumentos (soplidos, fuelles, etc.) y mover barquitos de papel en un barreño, bolas de papel, canicas.• Se puede visitar un parque eólico si se tiene cerca.

Experiencia 40	¿Podemos hacer trabajar el agua?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Una huevera de plástico. • Tijeras. • Cartulina plastificada. • Pegamento. • Alambre.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se plantea la discusión sobre el agua como fuente de energía.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realiza la construcción de una noria de agua. Se trabaja por grupos. <ul style="list-style-type: none"> – Se recortan las copas de la huevera. – Se hacen dos círculos de cartulina. En los bordes de uno de ellos se pegan en las copas de huevo con una distancia entre ellas regular. El otro círculo se pega encima a modo de tapa. – Se hacen dos agujeritos en medio de los círculos y se pasa el alambre que se termina en forma de gancho. – Se coloca nuestro aparato debajo del grifo, dejando correr el agua. – Se comparan las norias de cada grupo y se discuten los resultados. Se analizan los posibles usos de la noria (noria de tracción animal). <div data-bbox="622 915 870 1161" style="text-align: center;"> <p>El diagrama muestra un grifo de agua que se conecta a un tubo. Este tubo se une a un mecanismo que incluye una huevera de plástico invertida. Una cartulina con agujeros se coloca sobre la huevera, y un alambre con un gancho se inserta a través de ella. El agua que cae del grifo golpea las copas de la huevera, haciendo girar el mecanismo y levantando el agua.</p> </div> <p style="text-align: center;">Figura 35. Imagen extraída de http://www9.euskadi.net/ihitza/ihitza1/urerrota_c.htm</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué otros modos se aprovecha la energía del agua? • ¿Qué ventajas e inconvenientes tiene respecto a otras energías? • ¿Podemos usar el agua del mar para producir energía?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • También se pueden construir otras variantes con corchos y plástico e idear mecanismos de agua corriente que las pongan en funcionamiento. • Las norias han formado parte de nuestra tradición y nuestro paisaje, por lo que puede aprovecharse para trabajar otros aspectos sobre los usos tradicionales de nuestros pueblos. Se puede visitar alguna si se tiene cerca.

Experiencia 41	¿Cómo podemos aprovechar la energía del Sol?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caja de zapatos. • Tetrabrick y latas de refrescos. • Pintura negra. • Cinta aislante. • Plástico transparente.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre cómo y para qué podemos aprovechar la energía solar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realiza una mini central solar: <ul style="list-style-type: none"> – Cortar dos orificios redondos en los laterales de la caja. – Pintar las latas de negro y unir las con cinta aislante para hacer un tubo algo mayor que la caja. – Cortar y abrir los tetrabricks y colocarlos en la caja con el aluminio hacia arriba y dándole forma curva para que reflejen mejor la luz. – Colocar encima el tubo y cubrir la caja con el plástico. – Dejar al sol con un termómetro dentro del tubo y comparar la temperatura con el exterior. <div data-bbox="435 920 1134 1193" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="font-size: small;">Cortar dos orificios redondos en los laterales de la caja para colocar el tubo.</p> <p style="font-size: small;">Cortar y abrir los cartones de tetra-brik.</p> <p style="font-size: small;">Pintar las latas con negro mate y unir las con la cinta aislante formando un tubo de longitud algo superior a la de la caja.</p> <p style="font-size: small;">Colocar los cartones con el aluminio hacia afuera, dándoles forma curva bajo el tubo (para que reflejen mejor la luz).</p> <p style="font-size: small;">Colocar el tubo y cerrar la caja con el plástico.</p> <p style="font-size: small;">Ponerlo al sol con un termómetro dentro del tubo y comparar la temperatura con el exterior. Podemos asar un tomate, saichicha ...</p> </div>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Para qué podemos aprovechar la energía solar? • ¿Qué ventajas e inconvenientes tiene respecto a otras energías? • ¿Es España o mi Comunidad un buen lugar para aprovechar la energía solar?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Podemos completar la actividad con la visita a una planta de energía solar si se tiene posibilidad.

Figura 36. Recursos de Educación Ambiental de la Junta de Andalucía.

Experiencia 42	¿Es fácil limpiar el agua que ensuciamos?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Agua. • Restos de comida, tierra, detergente, palitos, aceite, papel, tinta o colorante y todo lo que se pueda utilizar de uso común para ensuciar el agua. • Colador, filtros. • Arena. • Cucharillas.
<p>Desarrollo</p>	<p>Hablamos sobre todas las sustancias de uso común que ensucian el agua en nuestra casa y en la calle e ideamos algunas maneras de limpiarla.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construimos una estación depuradora: <ol style="list-style-type: none"> 1. Agitamos el agua ensuciada y dejamos decantar durante unas horas. 2. El aceite y las grasas se quedarán arriba. Retirarlos con cuidado con una cucharilla. 3. Posteriormente, hacemos pasar el agua por coladores de distinta rejilla, evitando echar los materiales decantados en el fondo. 4. Discutimos si el agua ya está o no limpia. 5. Preparamos un sistema de filtrado para hacer pasar el agua a través de una columna de arena (puede hacerse con material de laboratorio o más sencillo con una botella de plástico con el fondo cortado, llena de arena y una gasa en la boca para impedir que se caiga la arena). 6. Observamos el resultado final.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Podemos evitar ensuciar tanto el agua? • ¿Qué sustancias que lleva el agua son las más difíciles de limpiar? • ¿Se puede beber el agua aunque la hayamos depurado?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Podemos completar la actividad con la visita a una estación depuradora.

Experiencia 43	¿El aire se contamina?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cartulina. • Vaselina o aceite. • Lupa.
<p>Desarrollo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Untamos con vaselina o aceite una cartulina. • La colocamos sobre algún árbol del patio o alguna pared del mismo. • Tapamos parte de la cartulina. • Al cabo de unos días, comprobamos las partículas fijadas comparando los dos espacios. • Observamos con la lupa las partículas. <div data-bbox="615 666 954 944" style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">FIJADOR DE PARTICULAS</p> </div> <p style="text-align: center;">Figura 37. Recursos de Educación Ambiental de la Junta de Andalucía.</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué provoca la contaminación del aire? • ¿Cómo podemos evitarla?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden colocar diversas cartulinas con distintas orientaciones para comprobar si influyen factores como viento, proximidad a calles con tráfico, etc.

Experiencia 44	¿El suelo se pierde?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caja de zapatos. • Rejilla. • Arena, grava, arcilla, tierra de macetas. • Ventilador o secador de pelo. • Regadera. • Recipiente de plástico.
<p>Desarrollo</p>	<p>Discutimos sobre el problema de la erosión y la pérdida del suelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Por grupos realizamos un modelo para averiguar qué factores influyen: <ul style="list-style-type: none"> – Cortamos uno de los laterales menores a la caja de zapatos y pegamos la rejilla. Llenamos la caja de tierra, mezclada en distintas proporciones. Inclinaamos la caja, colocándola sobre uno o varios libros en un extremo. – Hacemos soplar el viento (con el ventilador o secador de pelo) y/o provocamos la lluvia con la regadera. Recoger el suelo que se erosiona en un recipiente de plástico. – Observamos los resultados y comentamos la experiencia. – A partir de la discusión, nos proponemos controlar distintos factores (Ver figura 30): <ul style="list-style-type: none"> * El grado de inclinación de la pendiente. * El tipo de material (distintas proporciones de arena, arcilla y grava). * Cada grupo trabaja un factor y se comentan los resultados para el conjunto de la clase.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué provoca la pérdida del suelo? • ¿Qué consecuencias tiene para la humanidad la desertización? • ¿Es un problema importante en nuestra comunidad o nuestro país?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden plantar semillas y/o algunas plantas y controlar la influencia de la vegetación. • Se pueden hacer aterrazamientos o crear muros de contención y controlar su influencia en la retención del suelo.

Experiencia 45	¿Por qué se cortan las carreteras cuando llueve?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pecera transparente o similar. • Arcilla de modelar. • Arena seca y fina. • Transportador de ángulos. • Pulverizador de agua.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute sobre la movilización de materiales en las vertientes, caídas de bloques, deslizamientos y otros mecanismos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se diseña una experiencia para comprobar el papel de la pendiente y el agua en los deslizamientos. Se realiza por grupos. <ul style="list-style-type: none"> – Se coloca arcilla en pendiente en uno de los laterales de la pecera y se compacta bien. Cada grupo creará un talud de diferente pendiente. – Se coloca encima la arena seca, que se deslizará por la pendiente. – Dejamos que quede en reposo y medimos con el transportador el ángulo de la pendiente de arena respecto al suelo. – Rociamos la arena con agua hasta que se mueva y medimos el nuevo ángulo. – Comparamos los resultados de todos los grupos y discutimos cómo interviene cada factor.
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Pueden cubrirse pueblos por deslizamientos de terreno? • ¿Qué otros riesgos naturales pueden estar relacionados con éste? • ¿Se pueden prevenir este tipo de riesgos?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La erosión de vertientes puede relacionarse con la pérdida del suelo (experiencia anterior). • Se pueden hacer sugerencias y experiencias sobre cómo impedir la movilidad del suelo.

HISTORIA DE LA TIERRA

Experiencia 46	¿Cómo se forma un fósil?
<p>Materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Yeso. • Cuenco de plástico. • Plastilina. • Restos de seres vivos para fosilizar: caracoles, conchas, hojas.
<p>Desarrollo</p>	<p>Se discute en clase sobre el fenómeno de la fosilización y los tipos de fósiles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proponemos hacer fósiles, para imaginar cómo serán los restos de seres vivos dentro de millones de años, teniendo en cuenta y dejando claro que ésta es una actividad de simulación, cuyo principal objetivo es la motivación. • Trabajamos por grupos. Cada uno elige de qué hará su fósil. <ul style="list-style-type: none"> – Se hace un molde del objeto sobre plastilina. – Se mezcla yeso y se extiende sobre el molde de plastilina. Se deja endurecer unas horas. Se despega la plastilina y tenemos el “fósil” en yeso. – A partir de aquí, depende de la creatividad de cada uno, se pueden pintar y barnizar para darle un aspecto más real. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>Figura 38. Fósiles realizados por estudiantes de 1º Curso del Grado de Educación Primaria (2011), con arcilla y pasta de harina y café (Fotografías propias).</p>
<p>Preguntas para reflexionar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Todos los seres vivos pueden dejar restos fósiles? • ¿Han vivido en la Tierra organismos que nunca dejaron huella? • ¿Todas las rocas pueden contener fósiles? • ¿Cuáles son los fósiles más antiguos?
<p>Sugerencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden hacer réplicas de fósiles de verdad, cubriendo de grasa o vaselina el fósil para que no se pegue el yeso. El resto del procedimiento es similar.

Existen muchas páginas web, recursos didácticos e incluso modelos comerciales sobre esta experiencia.

Experiencia 47	¿Todos los fósiles son huesos?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Colección de fósiles. • Fichas.
Desarrollo	<p>Con esta experiencia no se pretende que los niños clasifiquen o aprendan nombres de fósiles, sino que los observen, vean sus características, y distingan los distintos tipos: huellas, moldes, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se trabaja por grupos. Cada grupo recibe tres fósiles diferentes y tres fichas. Intentan describirlos los más detalladamente posible en las fichas (sin dibujar). • Se recogen los fósiles y se colocan en el centro de la clase. Se intercambian las fichas y cada grupo debe encontrar el fósil que está descrito en su ficha. • Entre todos observamos los resultados. Comentamos las dificultades para encontrar los ejemplares y discutimos qué descripciones han sido las mejores. • Podemos hablar de los distintos grupos de seres vivos y sus características.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué hay más organismos marinos que terrestres? • ¿Son más comunes las conchas que otros fósiles? • ¿Qué partes de una planta pueden fosilizar? • ¿Los insectos en ámbar son fósiles?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede completar la actividad haciendo que cada grupo investigue sobre un fósil, su edad, su modo de vida, las causas de su extinción etc. y, posteriormente, hagan una exposición en clase. Se pueden colocar sobre un calendario geológico.

Experiencia 48	¿Existe un calendario para la Tierra?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Cajas de leche. • Pinturas o papel de colores para forrar.
Desarrollo	<p>Se discute en clase sobre la edad de la Tierra y el tiempo geológico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se pide a los niños que durante unos días recojan las cajas de leche de sus casas, hasta que consigamos unas 20. • Elaboramos una escala representativa del calendario geológico: cada tetrabrick puede equivaler a unos 30 Millones de años. Representaremos sólo el Fanerozoico y se calcula cuántos tetrabrick necesitaríamos para representar todo el resto del tiempo geológico. • Levantamos la Torre del Fanerozoico, pegando y apilando las cajas. Se pinta de colores cada era. • Se discute la presencia del hombre en la historia de la Tierra. • Por grupos se investigan eventos importantes de cada era geológica y se dibujan y se pegan sobre la Torre.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo es el tiempo de la Tierra con relación al del Universo? • ¿Cómo podemos saber cómo era la Tierra en épocas pasadas? • ¿Cuánto han vivido algunos seres vivos?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede completar la experiencia con la construcción de una historia narrativa sobre los eventos geológicos importantes de cada una de las eras geológicas. • Se pueden hacer muchas otras escalas: comparar con un calendario de una año, con respecto a un monumento conocido como la Torre Eiffel, un rascacielos famoso etc.; con lanas de colores alrededor de la clase, con un rollo de papel higiénico, con la esfera de un reloj... • Se puede hacer un juego similar al de la “Oca” con la escala del tiempo geológico y los distintos eventos importantes de la historia del planeta y de la vida.

Experiencia 49	¿Por qué se extinguieron los dinosaurios?
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad de investigación bibliográfica o de Internet.
Desarrollo	<p>Se discute sobre la evolución de la vida en el planeta. Hablamos de las extinciones biológicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigamos por qué se cree que desaparecieron los dinosaurios. • Por grupos se realiza una labor de búsqueda de información en Internet y en muchos de los libros de dinosaurios que suelen tener los niños o que están en nuestra biblioteca de aula. • Cada grupo elabora un informe que se presenta en el aula.
Preguntas para reflexionar	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué otras especies han desaparecido de un modo catastrófico? • ¿Por qué unas especies sobreviven y otras desaparecen? • ¿Podemos estar sometidos al riesgo de otro impacto meteorítico similar? • ¿Sobreviviría la humanidad ante un evento de esas características?
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede plantear la investigación de cómo era la Tierra cuando vivían los dinosaurios, qué otros seres vivos poblaban el planeta, cómo y dónde se encontraba la Península Ibérica durante esa época, etc. • Se puede investigar dónde se han encontrado restos de dinosaurios en la Península Ibérica.

LAS SALIDAS FUERA DEL AULA

Las actividades fuera del aula, como visitas a Museos, Planetarios, Exposiciones o salidas al entorno natural, requieren una cuidadosa preparación para ser realmente efectivas como vehículo de aprendizaje y no convertirse en algo simplemente anecdótico.

En cualquier caso, la visita, como cualquier otra experiencia, debe plantearse con un enfoque investigador. Puede surgir como una necesidad en respuesta a preguntas o interrogantes que han aparecido a lo largo de nuestras investigaciones; pero también pueden ser una actividad de motivación, donde precisamente surjan esas preguntas que nos darán la posibilidad de seguir avanzando en el aula. En función de ello se plantearán en uno u otro momento y con distintas características.

Sin embargo, somos conscientes de que las posibilidades de salir del aula con los grupos de Primaria son escasas. Debemos tener en cuenta que en la mayoría de las ocasiones las visitas deben planearse al principio del curso y concertarse para fechas determinadas. Por ello, la visita en sí misma constituye una actividad que no podemos dejar al azar de los intereses de los niños y que debe planificarse detalladamente.

Es obvio que el maestro, sea cual sea el objeto de la visita, debe realizarla previamente para conocer todas las posibilidades que ofrece.

Nosotros proponemos una planificación en tres fases:

- Actividades iniciales (antes de la salida).
- Actividades durante la visita.
- Actividades posteriores (después de la salida).

Actividades iniciales

Constituyen todas aquellas actividades de motivación que nos llevan desde la discusión de lo que será nuestro objeto de estudio, al planteamiento de interrogantes que podremos intentar resolver.

Presentaremos el espacio a visitar para que sea familiar a los niños, tanto si es un entorno natural, como si es un Museo o similar, y nos plantearemos la búsqueda de información sobre ese espacio u otros similares.

Según sea el objeto de la visita podremos plantear experiencias en el aula que simulen o modelicen lo que luego veremos in situ, o que nos faciliten el conocimiento sobre nuestro objeto de estudio.

Actividades durante la visita

Muchos de los espacios a los que podemos acceder cuentan con monitores propios que guían o explican la visita, y que procuran adaptarse al nivel de los niños que reciben. También la mayoría cuenta con cuadernillos de actividades, que, aunque en muchos casos se basan exclusivamente en preguntas que hay que ir respondiendo, pretenden guiar las observaciones o fijar la atención en determinados aspectos de la visita.

Sin embargo, si hemos diseñado bien nuestra salida, esto no nos exige de preparar con nuestros alumnos nuestro propio cuadernillo de actividades u observaciones que se ajuste mejor a nuestros intereses y que responda a nuestro planteamiento investigador. Incluso, puede darse el caso de que cada grupo de niños, aún sin perder la idea global, tenga una diferente misión durante la salida ocupándose de aspectos diferentes de la misma realidad.

La salida, sin duda, debe generar nuevos interrogantes y cuestiones a resolver que nos lleven a seguir investigando.

Actividades posteriores a la visita

Nuestra salida no tendrá éxito si no recopilamos el trabajo realizado. Como mínimo, deberemos hacer una síntesis de todo lo que hemos visto. Esto puede constituir desde la realización de un pequeño libro de la visita en el caso de los más pequeños, hasta una presentación en PowerPoint con fotografías en el caso de los niños de ciclos superiores.

Si además nuestra visita ha dado lugar a la recogida de material, deberemos clasificarlo o realizar las actividades para las que ha sido recolectado. O bien, si durante la salida se han generado nuevos interrogantes, deberemos abordarlos como nuevas investigaciones a desarrollar en el aula.

Muchas veces, una exposición en el aula de murales sobre nuestros resultados y lo que hemos aprendido es un buen colofón para nuestra visita.

7. EJEMPLOS DE UNIDADES DIDÁCTICAS INVESTIGADORAS SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO

En este capítulo presentamos algunos ejemplos concretos de Unidades Didácticas desarrolladas en torno a los problemas de investigación que han sido planteados en capítulos anteriores. Estos ejemplos pretenden aportar ideas y posibilidades sobre el diseño y organización de contenidos y actividades que puedan ayudar a acercarse a los problemas estudiados desde una perspectiva investigadora.

Este tipo de Unidades Didácticas tiene que ser necesariamente abierto o semiabierto, ya que deben dar cabida a los posibles intereses que los niños puedan manifestar a lo largo de la investigación. Aquí planteamos, pues, la exploración de distintas posibilidades didácticas que pueden generarse para cada interrogante, concretando actividades o secuencias de actividades que nos permitan su desarrollo.

En el capítulo 5 sugeríamos una serie de problemas generales y específicos del ámbito y algunas de las preguntas concretas que forman parte de los intereses de los niños y que pueden constituir un punto de partida para el desarrollo de unidades didácticas determinadas. De entre todos ellos, se han elegido tres problemas concretos para su desarrollo en primer, segundo y tercer ciclo respectivamente. Cada uno de ellos se relaciona con los problemas generales del ámbito como podemos ver a continuación.

<p>¿QUÉ PASARÍA SI NO HUBIERA SOL?</p> <p>I. CICLO</p>	<ol style="list-style-type: none">1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?
--	---

<p>¿PARA QUÉ SIRVEN LAS ROCAS?</p> <p>II. CICLO</p>	<ol style="list-style-type: none">1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?
---	---

<p>¿CÓMO SE FORMAN LAS CUEVAS?</p> <p>III. CICLO</p>	<ol style="list-style-type: none">1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del sistema Solar?4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?
--	--

Además de éstas, desarrollaremos brevemente algunas ideas relativas a otras posibles unidades como:

- La exploración del espacio. Viaje por el Universo.
- El sol y la luna nos acompañan.
- El agua, una sustancia única.
- Nosotros podemos ser meteorólogos.
- Cuando la tierra tiembla.
- Los ríos, los trabajadores de la Tierra.
- Los fósiles nos cuentan la historia.
- El puzzle del planeta.
- Los dinosaurios ya no están.
- Los volcanes: los dragones de la Tierra.

EJEMPLO DE UNIDAD DIDÁCTICA INVESTIGADORA PARA EL PRIMER CICLO ¿QUÉ PASARÍA SI NO HUBIERA SOL?

El Sol y la Luna son los astros más conocidos por los niños desde edad temprana. Se intenta hacer presente a los niños la importancia del Sol en nuestras vidas, y en la vida e historia del planeta. Es importante que los niños comprendan que el Sol no sale sólo para nosotros, que todos los seres vivos necesitan y usan la energía solar y que gran parte de la dinámica que configura el planeta y la relación entre las capas del mismo se pone en marcha gracias a la energía solar.

La presencia diaria del Sol genera desde la infancia un cúmulo de experiencias cotidianas sobre las que podemos construir conocimientos relativos a muchos aspectos de la interacción del planeta con la energía solar. Aunque la Unidad se plantea para Primer Ciclo de primaria, puede implementarse con pequeños cambios y mayor profundidad, en cualquier otro nivel.

Como hemos visto anteriormente, este interrogante se relaciona con varios de los principales problemas generales del ámbito y permitirá avanzar en la construcción de conocimientos escolares en relación con los mismos. Pero, además, es posible la relación con otros ámbitos de investigación, como el de los seres vivos, o el de las sociedades... El planteamiento de esta pregunta tiene sentido para los niños del primer ciclo ya que algunos creen que por la noche simplemente el sol se apaga o se va, o que cuando está nublado el sol no ha salido.

¿Qué debemos saber sobre el problema planteado para su investigación en el aula?

Previamente al planteamiento de la Unidad Didáctica en el aula, debemos comprender las implicaciones y posibilidades que puede ofrecer una investigación sobre el Sol. Son muchos los aspectos que se pueden desarrollar, ya que nuestra vida depende de la energía solar y nuestro planeta es como es por pertenecer a la familia solar.

Todos conocemos, experimentamos y tenemos mucha información sobre los fenómenos cotidianos causados por el Sol, pero, quizá, pocas veces hemos realizado observaciones sistemáticas, y es muy posible que nuestros conocimientos sean teóricos y no siempre resistan un análisis profundo. Las relaciones día/noche y las estacionales y climáticas, como hemos comprobado en el capítulo de ideas previas, no suelen ser bien entendidas, incluso por los adultos, por lo que en esta unidad nos iniciaremos en observaciones que favorezcan la comprensión posterior de estos fenómenos.

La interacción de las formas de energía solares, la luz y el calor preferentemente, causan modificaciones en los objetos y materiales. Debemos estar suficientemente familiarizados con la naturaleza de la luz y la energía calorífica y sus reacciones sobre los objetos. La energía solar es la desencadenante de la movilidad de las capas externas terrestres, atmósfera e hidrosfera, además de las interacciones entre las distintas capas superficiales. Así, los movimientos de la atmósfera, el ciclo del agua, la meteorización y erosión son procesos que no se darían sin la energía solar, y la configuración de nuestro planeta no sería la misma.

Por otra parte, debemos considerar cómo la vida depende en gran medida de la energía solar. La mayoría de los seres vivos utilizamos la energía solar de uno u otro modo. Las plantas y los animales, también nuestra especie, se adaptan a distintas situaciones de iluminación y temperatura. Hemos desarrollado civilizaciones y culturas en torno al Sol. Es por tanto una buena ocasión para trabajar sobre el aprovechamiento del Sol como energía renovable, o el mantenimiento de hábitos saludables en relación con la exposición al Sol.

Por último, podemos preguntarnos si es posible que el Sol se apague. El Sol es una estrella y como tal se encuentra en la Galaxia acompañada de otros astros que giran alrededor. El Sol se formó a la vez que todos los cuerpos del Sistema Solar y se encuentra más o menos a la mitad de su ciclo vital. Aunque a escala humana no hay ninguna posibilidad de concebir que el Sol se apague, debemos comprender que todo en nuestro Universo cambia y se transforma.

¿Qué estudiar sobre el Sol y su relación con el planeta?

Cuando planteamos la pregunta que da origen a nuestra Unidad Didáctica, podemos obtener las respuestas obvias: no vemos, no tenemos luz, hace frío, siempre es de noche... Pero, a partir de este momento, podemos animar a nuestros alumnos a imaginar un planeta sin Sol y generar nuevos interrogantes que despierten su interés y nos lleven a abordar otros subproblemas y a organizar un cúmulo de experiencias interesantes que respondan a las capacidades, intereses y conocimientos de los niños (ver la tabla 1 en la página siguiente).

- a) ¿Dónde está el Sol cuando es de noche? ¿El Sol se mueve?
- b) ¿Podemos vivir en el Sol? ¿En qué se diferencia de la Tierra?
- c) ¿Se ve el Sol desde otros planetas?
- d) ¿Los animales y las plantas pueden vivir sin el Sol?
- e) ¿El Sol calienta las cosas? ¿Y el agua? ¿Y el aire?
- f) ¿Dónde van los charcos cuando sale el Sol?
- g) ¿Todas las cosas al Sol hacen sombra?
- h) ¿Dónde está el Sol cuando está nublado?
- i) ¿Por qué el Sol calienta más en verano?
- j) ¿Por qué el día es más largo en verano?
- k) ¿Dónde viven los esquimales? ¿no hay Sol?
- l) ¿Cómo se aprovecha la energía solar?
- m) ¿Podemos tomar el Sol todo lo que queramos?
- n) ¿Por qué nos ponemos morenos cuando tomamos el Sol?
- ñ) ¿Por qué algunas civilizaciones de la antigüedad adoraban al Sol?
- o) ¿Puede apagarse el Sol?

Tabla 7.1. Posibles subproblemas o interrogantes concretos sobre la importancia del Sol en el planeta y en nuestra vida.

¿Qué debemos saber acerca de las experiencias y concepciones iniciales de los escolares sobre el Sol?

En cuanto a la naturaleza del Sol, es muy posible que la mayoría de los niños no sepan que el Sol es una estrella y lo consideren un astro independiente del resto de cuerpos que se ven en el cielo. También es muy posible que crean que es más pequeño que la Tierra o la Luna, y que está muy cerca. En cuanto a la relación astronómica día/noche, lo más probable es que la mayoría de los niños y niñas de la clase sean conscientes de que el sol sale y se pone, y muchos de ellos sabrán que la Tierra gira sobre sí misma; sin embargo, en la mayoría de los casos estos conocimientos están desconectados y no se establece la relación causa-efecto entre estos fenómenos. De la misma manera, es posible que muchos sepan que la Tierra gira alrededor del Sol, pero no las consecuencias de este movimiento, y pueden creer, como la mayoría de las personas, que es verano cuando nos encontramos más cerca del sol y viceversa. En este nivel, la principal interacción entre la luz y los objetos es la formación de sombras, y es probable que conozcan los teatros de sombras o hayan jugado a proyectar sombras con las manos; pero, aún así, seguramente no han realizado observaciones sistemáticas y es posible que crean que las sombras son más grandes cuando hay más luz o que no se puede cambiar el tamaño de las sombras. También en este nivel las ideas sobre el calor se vinculan a las sensaciones de frío y calor en contacto con los objetos. Es muy posible que

crean que el calor del sol viaja a través de los rayos y calienta los cuerpos, y en algunos casos puede ser que creen que la evaporación del agua sea su conversión en “aire” o que es “absorbida” por los rayos del Sol. Los cambios de fase del agua pueden achacarse al calor, pero difícilmente consideran que otros cuerpos puedan cambiar de fase.

La concepción egocéntrica de que el Sol existe para nosotros, es decir, para darnos luz y calor, puede impedir que sean conscientes de la importancia del Sol para el conjunto de los seres vivos –plantas y otros animales–, así como la importancia de la energía solar sobre la dinámica general del planeta: atmósfera-hidrosfera-geosfera.

Lo más probable es que no hayan realizado observaciones, ni actividades relativas a estos fenómenos, por lo que el trabajo de esta unidad puede aportar un cúmulo de experiencias de gran valor educativo.

¿Qué actividades incluir y cómo secuenciarlas?

El Proyecto INM (6-12) propone una organización del conjunto de actividades en torno a los procesos didácticos de planificación, búsqueda, construcción y evaluación.

A. PROCESOS DE PLANIFICACIÓN

Los procesos de planificación conllevan la selección del objeto de estudio a investigar, la expresión y contraste de experiencias y conocimientos iniciales de los alumnos sobre el objeto de estudio, y la elaboración del plan de búsqueda de información.

La propuesta de nuestro objeto de estudio puede surgir a partir de una conversación o debate sobre el Sol, la luz, el clima, el ciclo del agua, etc., ya que son muchas las ocasiones que se prestan para abordar o hacer surgir este tema. Pueden derivar de canciones, refranes o adivinanzas, ya que, en el caso del Sol, el folclore popular es muy rico y variado. Pero también puede surgir a partir de la proyección de algún programa de televisión o documental e incluso de alguna de las películas infantiles que se pueden ver habitualmente en las salas de cine.

A partir de cualquiera de las situaciones mencionadas, organizaremos debates y pediremos que hagan dibujos con el tema “*Imaginemos un mundo sin sol*”, lo que nos proporcionará una buena manera de tomar el pulso de lo que los niños piensan o creen al respecto, y dará lugar al planteamiento de subtemas concretos para trabajar. Cada uno explicará al conjunto de la clase sus ideas y dibujos, de donde podrán surgir controversias sobre alguna cuestión y, sobre todo, res-

puestas que podrán ser utilizadas como hipótesis de partida para contrastar o verificar a lo largo de la Unidad. Como conclusión, se puede crear una historia narrativa sobre un “planeta sin sol” y sus consecuencias, ordenando y subrayando las ideas que serán sometidas a un proceso de investigación.

Desde este momento, centraremos el interés en temas concretos y planificaremos actividades diversas y variadas, ya que en este nivel los niños pueden perder pronto el interés. Las actividades planteadas pueden ser debates, simulaciones, modelizaciones, juegos, investigaciones en medios de comunicación, etc., pero nunca debemos suplir las observaciones reales y la experimentación, en la medida de lo posible, con el objeto de estudio. Explorar, experimentar, observar, medir, concluir y comunicar son los procesos fundamentales que deben guiar nuestro planteamiento. Nuestra única precaución, en este caso en particular, será que nunca podremos mirar el Sol directamente.

B. PROCESOS DE BÚSQUEDA Y CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO ESCOLAR

Dada la enorme cantidad de posibilidades que conlleva el desarrollo de esta Unidad, con todas sus posibles implicaciones, nosotros abordaremos, como ejemplo, el desarrollo de alguno de los aspectos mencionados. El resto de aspectos se podrá trabajar de un modo similar, pudiendo realizarse simultáneamente o prolongarse en el tiempo.

Como lo más probable es que las respuestas de los niños sobre cómo sería un mundo sin Sol se orienten sobre el efecto de la luz y el calor en nuestras vidas, y, seguramente, surgirá la controversia de dónde está el Sol de noche y si el Sol se mueve o no; nos centraremos en estos problemas, definiendo sus hipótesis al respecto y valorando cómo podemos contrastarlas.

Cada uno de los subproblemas requerirá fuentes de información diferentes y tareas y experiencias particulares. Pensamos que, en este nivel, la intervención del profesor es fundamental proponiendo, facilitando y organizando el material.

Subtópico 1: ¿Qué hacemos cuando no está el Sol?

La recopilación de información puede basarse en distinguir cómo vivimos de día y de noche, y qué actividades se realizan en cada momento.

- Debatir sobre lo que hacemos de día y de noche en nuestra vida cotidiana y sobre los trabajos que es imprescindible realizar de noche y las dificultades que ello comporta.

- Identificar sobre láminas los objetos y acciones típicas del día y otras de la noche.
- Experimentar situaciones sensoriales excluyendo la vista:
 - Con un casete, escuchar e identificar sonidos típicos de distintas horas del día. Comparar con el silencio de la noche.
 - Experimentar con olores y sabores relacionados con la actividad diurna y la nocturna.
 - Las sensaciones táctiles del día y la noche.

Subtópico 2. ¿Se mueve el Sol en el cielo?

Para contrastar sus posibles hipótesis, lo más adecuado es partir directamente de la observación y podemos plantear con los alumnos cómo investigar si el Sol se mueve sin mirarlo directamente. El profesor puede orientar a los niños a abordar el problema de las sombras, y a partir de esto, investigar sobre qué, cómo y por qué se producen.

► Actividad 2.1. Jugamos a hacer sombras en el patio

- Realización de sombras verticales y horizontales (en el suelo y en la pared).
- Observar las sombras de los niños y de objetos (árboles, bancos, piedras, hojas...). ¿Qué cosas hacen sombra y cuáles no?
- Comprobar que la sombra sale y toca siempre el objeto que la produce; que es más grande o más pequeña que el niño, que se mueve con él.

► Actividad 2.2. ¿Hacemos sombra cuando estamos al Sol?

- Observar la posición de nuestra sombra en relación con el Sol.
- Dibujar la sombra con tizas de colores, rodearla con piedras, con palitos, etc.
- Cambiar la sombra poniendo los objetos de perfil, o agachándose o estirándose, etc.
- Medir el tamaño de las sombras con tiras de papel de colores.
- Reconocer, a partir de las sombras, la imagen corporal o la de diversos objetos. Trabajar sobre el reconocimiento de la propia imagen.

► Actividad 2.3. ¿Podemos hacer sombras con la luz?

- Realizar los mismos juegos y actividades que en el patio, pero esta vez en el aula con una linterna. Se debe comenzar por realizar las sombras sin mover

la fuente de luz (que puede fijarse en algún lugar del aula). ¿Dónde hay que colocar los objetos para que hagan sombra? ¿Qué se puede hacer para cambiar el tamaño de la sombra?

- Colocar la fuente de luz en horizontal. Pegar sobre la pared donde se van a proyectar las sombras un papel que sirva de pantalla. Una caja puede permitir elevar el objeto que produce la sombra para que esté en el eje de la luz. Se formularán las mismas preguntas y actividades que en el caso anterior.

► **Actividad 2.4. Comunicamos los resultados. El teatro de sombras**

- Entre todos se elabora la “receta para hacer sombras”.
- Dibujar un Sol, un objeto y su sombra. Además de expresar lo aprendido, los niños se ejercitan pasando a dos dimensiones fenómenos que ocurren en tres.

Una vez que se conoce cómo se forman las sombras, en relación con el foco de luz y los objetos, elaboramos un teatro de sombras proyectado sobre la pared o sobre una pantalla.

- En primer lugar, observarán las sombras que producen sus manos en distintas posiciones.
- Posteriormente, pueden realizar sombras chinas de formas sencillas, como: cocodrilo, tortuga, pato, perro, indio, pájaro, etc.
- Por último, pueden fabricar objetos o personajes de cartón y elaborar un pequeño argumento.

Los personajes pueden pegarse sobre pajitas o palitos de madera, de manera que se puedan sacar sin que se vean las manos. Si se quiere continuar con la actividad del Sol, los personajes pueden ser el Sol, los objetos y sus sombras.

Todo el material producido –los resultados sobre qué objetos hacen sombra y cuáles no, nuestra “receta de sombras”, cómo podemos modificar el tamaño y forma de la sombra de un objeto, cómo hacer sombras chinas etc.– se recopilará y se construirá un mural que permanecerá expuesto en la clase durante toda la Unidad para irse completando con nuevas informaciones.

► **Actividad 2.5. ¿El Sol se mueve en el cielo?**

En nuestras actividades anteriores, habremos llegado a la conclusión de que la sombra cambia y se mueve si lo hace el foco que ilumina, por lo tanto podremos debatir si esto mismo ocurrirá si el Sol se mueve y nos propondremos estudiar este fenómeno.

- Cada grupo de niños elige a uno que será un gnomon.
- Salimos a primera hora de la mañana y señalamos diversos sitios donde se colocan los niños que son el gnomon. El resto dibuja su sombra con tiza en el suelo del patio o pegan una tira de papel de colores en el lugar de su sombra hasta la punta de su cabeza. Se mide la longitud de la sombra.
- Salimos sucesivamente cada hora y realizamos la misma experiencia. Observamos el movimiento y los cambios de la sombra a lo largo de la mañana.
- Establecemos las conclusiones. Cada grupo presenta su informe.
- Colocamos un gnomon fijo en el patio que nos permitirá seguir los cambios en diversos días y a lo largo de sucesivas semanas.

En esta ocasión, es particularmente importante llevar un registro riguroso de los informes de los niños, sobre todo en el caso del gnomon, en el que haremos observaciones que se prolongan durante sucesivas semanas. Para ello, construiremos un mural con una tabla de tiempo, donde un niño cada día, alternativamente, tomará medidas y con el profesor las irá anotando en el cuadro correspondiente. Al final de la experiencia, podremos debatir sobre los cambios que hemos observado y sistematizaremos las conclusiones a las que lleguemos.

Aunque lo que nosotros estudiamos es el movimiento aparente del Sol en el cielo, es posible que muchos niños formulen (a través de conocimiento escolar o social) que no es el Sol el que se mueve, sino que es la Tierra la que gira sobre sí misma. Si se ha formulado esta hipótesis, habría que verificarla a través de experiencias relacionadas con la luz:

- Experimentar sobre nosotros mismos la rotación. Juegos en el patio girando sobre nosotros mismos.
- Experimentar la iluminación y la rotación con nosotros mismos, respecto a una linterna, flexo o retroproyector.
- Experimentar la iluminación sobre esferas (Figura 39). Juegos con globos, pelotas, y linternas. Observación de la parte iluminada y oscura de los objetos esféricos.

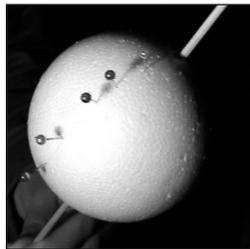


Figura 39. Imagen de la esfera terrestre con el eje inclinado. Los alfileres representan personas a distintas latitudes y se pueden observar sus sombras. Material e imagen propia.

- Reconocimiento de la forma redonda de la Tierra a partir de imágenes de satélites. Observación de un globo terráqueo.
- Extrapolar al planeta y reconocer dónde se encuentra el Sol de noche.
- Exponer las conclusiones a partir de dibujos, y explicarlas en clase.

Subtópico 3. ¿El Sol calienta las cosas? ¿Calienta también el agua y el aire?

Está claro que en los planteamientos iniciales habrá surgido como respuesta obvia que el Sol nos da calor, que cuando no hay Sol hace más frío o llueve, etc. Sin embargo, en esta etapa es probable que crean que el Sol sale exclusivamente para las personas, y en el debate habremos podido plantear si es posible que el Sol caliente o afecte también a otros cuerpos. De nuevo, la búsqueda de información nos lleva a plantearnos directamente la observación del fenómeno a partir de experiencias concretas.

► Actividad 3.1. ¿Por qué me quema la arena de la playa?

Preparar recipientes con arena en el aula. Comprobar la temperatura de la arena (puede ser una apreciación de que está fría). Colocar al sol durante un rato, y comprobar que se ha calentado, incluso que puede llegar a quemar (igual que en la playa cuando se camina descalzo sobre la arena seca).

► Actividad 3.2. ¿Adónde va el agua de los charcos cuando deja de llover?

Colocar un recipiente con agua al sol. Comprobar experimentalmente que el agua se calienta. También podemos observar cómo al cabo del tiempo el agua se ha evaporado. Relacionarlo con los charcos después de la lluvia. Estos nuevos interrogantes nos pueden llevar al desarrollo de otras Unidades Didácticas.

► Actividad 3.3. ¿Por qué quema más el suelo que el agua?

Llenar dos recipientes, uno con arena y otro con agua. Colocarlos al sol y comprobar (puede ser una apreciación) que la arena se ha calentado más que el agua. También se puede medir la temperatura real con un termómetro.

► Actividad 3.4. ¿Qué miden los termómetros que están en la calle?

¿Seríamos capaces de usar un termómetro? Llevamos al aula distintos tipos de termómetros, desde los que se usan para medir la temperatura corporal o los que

se ponen en la bañera de los bebés (con los que todos los niños están familiarizados). Estudiamos y discutimos su funcionamiento. Usamos el termómetro para medir la temperatura que hace. Hacemos distintas lecturas: dentro del aula, a la sombra en el patio, al sol, a distintas horas del día, etc.

Sería recomendable que, al final de cada subtópico tratado, los niños recopilaran los resultados de sus experimentos y se debatieran en el aula. De este modo, el profesor puede ayudar a sistematizar los aprendizajes. En este caso podemos llevar un fichero de experimentos que se puede ir completando con los que se realicen en otras Unidades Didácticas y pueda servir como consulta.

Subtópico 4. Todos los seres vivos necesitamos y aprovechamos la energía solar

¿El Sol sale sólo para nosotros? ¿Necesitan otros seres vivos el Sol? ¿Podemos aprovechar el Sol para algo? Estas preguntas surgidas de nuestro planeamiento inicial sobre cómo sería el mundo sin Sol, habrán conllevado el establecimiento de hipótesis de trabajo diferentes en cada caso. Para este tópico podemos recopilar información mediante experimentación directa y a través de la biblioteca y videoteca del aula sobre las adaptaciones de los seres vivos a distintas condiciones climáticas.

► Actividad 4.1. Las plantas y el Sol

Existen en la bibliografía didáctica numerosas experiencias en relación con las plantas y la luz. Para nosotros es importante señalar que podemos medir y, sobre todo, comparar variables, en un auténtico proceso de investigación, diseñado con los niños con apoyo del profesor. Así, proponemos dos experiencias básicas, de las cuales habrá que llevar un registro y control de los resultados:

- Comparar el crecimiento de plantas a la luz y en la oscuridad. Comprobar lo que pasa con el color de las hojas.
- Comparar el crecimiento de plantas con luces de distintos colores (en cajas con papel transparente de colores) y con luz solar.

El registro puede realizarse en un mural en el que vayamos anotando cada dos o tres días las medidas realizadas: tamaño de la planta y color de las hojas.

► Actividad 4.2. ¿Cómo viven los seres vivos en situaciones extremas?

En este caso, las fuentes de información fundamentales pueden ser la biblioteca y videoteca de aula o del Centro. Los resultados se mostrarán en murales del

tipo “plantas y animales del desierto”; “plantas y animales del clima polar” que se pueden ir completando con datos y fotografías a lo largo de distintos días. Seguramente se plantearán nuevos interrogantes del tipo ¿por qué los cactus tienen espinas?, ¿dónde invernan los osos polares? u otros similares, que pueden dar pie a nuevas Unidades Didácticas.

► **Actividad 4.3. ¿Podemos aprovechar la luz y el calor del Sol?**

El hombre también se adapta al clima y es capaz de usar la energía del Sol. De nuevo la biblioteca y videoteca del aula constituirán la principal fuente de información, y el profesor podrá explicar que en algunos lugares se usan los paneles solares y que ésta es una energía limpia. Realizar experiencias de calentar arena con focos de luz con distintas inclinaciones. Debatir sus ideas sobre la contaminación y las energías limpias.

Para concluir, realizaremos nuestras “fichas de experimentos” (actividad 4.1) y expondremos durante toda la Unidad nuestros murales.

Subtópico 5. Si viviésemos en otro planeta, ¿tendríamos Sol?

Esta es una pregunta que habrá dado lugar a numerosas hipótesis y curiosidades sobre la exploración espacial, la posible vida en otros planetas, la existencia de un Sol para cada planeta, etc.

Para este tópico contamos con numerosas fuentes de información, de biblioteca, audiovisuales (diapositivas y documentales), e informáticas.

► **Actividad 5.1.** Ver diapositivas o documentales sobre los planetas del Sistema Solar y sobre otras estrellas.

► **Actividad 5.2.** Debatir sobre los planetas, sobre cómo es el nuestro, cómo son los demás. (Seguramente los niños hablarán de temas que les interesan como los extraterrestres, o la vida en otros planetas, etc.)

► **Actividad 5.3.** A propuesta del profesor, se puede construir un móvil de los planetas para adornar la clase. Implica el reconocimiento de las formas redondas de los planetas, los distintos tamaños y las distancias relativas al Sol.

► **Actividad 5.4.** Hablar del nombre de los planetas. Historias mitológicas. Proponer a los niños que realicen una historia mitológica a partir de su planeta favorito.

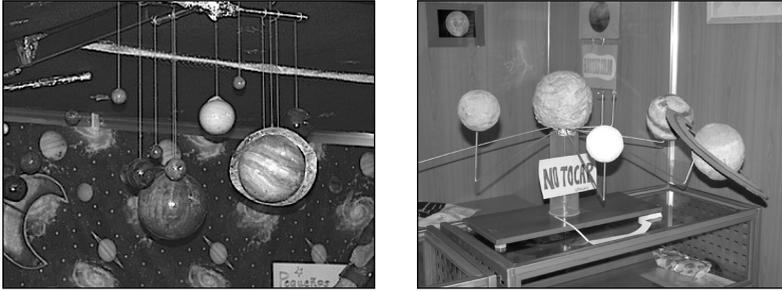


Figura 40. Imágenes de planetas pintados y decorados por niños.
Feria de las Ciencias. Sevilla, 2005 (Fotografías propias).

► **Actividad 5.5.** Actividad de síntesis y evaluación: Dibujar los planetas del Sistema Solar.

Todos los aprendizajes realizados serán sistematizados con la ayuda del profesor. Las narraciones mitológicas se guardarán como material de la biblioteca del aula y los dibujos del Sistema Solar serán expuestos en un mural.

Cualquiera de los otros subtópicos que hayan surgido se podrán abordar de un modo similar, siendo muy importante que los alumnos se sientan responsables de sus aprendizajes y sean capaces de comunicar, organizar y recopilar los resultados. Los materiales elaborados, informes de investigación, dibujos, murales etc., que hayan podido producirse durante el desarrollo de la Unidad, deben guardarse como “material de aula”, útil para el diseño y consulta de nuevas Unidades Didácticas. El profesor tiene un importante papel en este proceso para resolver y clarificar dudas y unificar conceptos principales.

En cualquier caso, es importante que los aprendizajes adquiridos se generalicen con respecto a los problemas generales del ámbito.

Generalización de los conocimientos obtenidos tras la secuencia de actividades	
1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?	El Sol es una estrella y tiene energía: luz y calor.
2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?	La Tierra recibe la iluminación del Sol y se producen el día y la noche.
3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?	Pertenece a la familia Solar acompañados de muchos otros planetas, que también reciben la energía del Sol.
4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?	
5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?	La energía del sol provoca cambios en la atmósfera, la hidrosfera, la biosfera y la litosfera.
6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?	El clima. El suelo. El relieve y el paisaje.
7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?	
8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?	La energía del sol puede ser aprovechada por el hombre. Nos relacionamos con el sol de un modo saludable.
9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?	

C. PROCESOS DE EVALUACIÓN

Cualquiera de las actividades mencionadas anteriormente puede considerarse de evaluación si atendemos a todos los procesos que se desarrollan. El seguimiento concreto de la participación en las tareas que se han ido proponiendo, a partir de la observación y control del profesor, es en sí mismo un ins-

trumento de evaluación. Pero, particularmente, cualquiera de las actividades de exposición de los resultados es una medida de la consecución y evolución de los aprendizajes. En los libros generales del proyecto *Investigando Nuestro Mundo* se proponen instrumentos concretos de evaluación, como el diario del profesor, diario de investigación, actividades de revisión, etc. Es importante contar en el aula con un sistema que nos permita tener expuestos distintos murales, como, por ejemplo, cuerdas a lo largo de las paredes de las que podremos colgarlos con pinzas.

Conviene, en cualquier caso, hacer una síntesis de los resultados en relación con cada uno de los problemas generales que se han planteado; atendiendo al nivel de comprensión y funcionalidad de los aprendizajes realizados.

EJEMPLO DE UNIDAD DIDÁCTICA INVESTIGADORA PARA EL SEGUNDO CICLO. ¿PARA QUÉ SIRVEN LAS ROCAS?

Los recursos minerales (rocas, minerales, suelo y agua) forman parte de nuestra vida cotidiana, aunque en la mayoría de los casos no seamos conscientes de ello.

La humanidad ha desarrollado su cultura y civilización a partir del uso de los recursos minerales. La minería es una de nuestras actividades más antiguas y, de hecho, las etapas de la prehistoria –edad de piedra, edad de los metales: cobre, bronce, hierro– están marcadas por el uso de esos materiales. Actualmente, la economía mundial gira en torno a alguno de estos recursos minerales, como el petróleo y otros materiales estratégicos; e, incluso, el agua empieza a ser uno de los recursos más codiciados.

Estructurar una unidad didáctica en torno a este problema permite avanzar en la construcción de muchos de los problemas generales que se plantean en nuestro ámbito, como hemos visto anteriormente, desde una perspectiva económica, cultural y social que marca la relación con otros ámbitos de investigación del proyecto INM (6-12).

¿Qué debemos saber sobre nuestra dependencia de los recursos minerales?

En primer lugar, nosotros mismos debemos ser conscientes de la enorme cantidad de recursos minerales que empleamos a diario, directamente o con alguna transformación. Son recursos derivados de los minerales la mayoría de los materiales de construcción, excepto la madera: cemento, yeso, hormigón, acero, hierro, ladrillos, vidrios, cerámicas, solerías, techados, etc.; también los recursos

energéticos, carbón, gas y petróleo y la cantidad ingente de productos derivados del mismo (gasolina, aceites industriales, todo tipo de materiales plásticos, fibras sintéticas, etc.); los metales de uso industrial; los metales preciosos y gemas, de gran valor económico en el mundo de la joyería; los minerales que se emplean en fármacos, cosméticos y productos medicinales, o simplemente su uso tradicional en relación con la salud; y, cómo no, minerales como la sal común, el grafito o la sepiolita que compramos para nuestro gato o perro, que forman parte de nuestra actividad cotidiana. A lo largo de nuestra vida (media de 80 años) consumimos del orden de 1.810 toneladas de recursos minerales (22,6 t/año por persona); sin duda, los recursos naturales más usados.

Conocer cómo se forman estos recursos, rocas y minerales, permite comprender su distribución y abundancia, el carácter estratégico de muchos de ellos, y las implicaciones de su agotamiento.

Los procesos de extracción y procesamiento generan un impacto ambiental importante, por lo que resulta importante realizar una adecuada educación sobre el consumo y el reciclaje de determinados productos. Por otra parte, la minería, como actividad humana, entraña riesgos particulares y enfermedades, cuando no da lugar a la explotación directa y esclavista de personas en determinados países.

Andalucía ha sido una de las Comunidades con más tradición minera de nuestro país, ya desde tiempos antiguos. Algunos de los distritos mineros andaluces, como el de Linares-La Carolina, en la minería de plomo, o la Faja Pirítica en Huelva y Sevilla, han tenido y tienen importancia y relevancia mundial. Muchas poblaciones que basaban su economía en la minería han visto desaparecer su modo de vida ante el retroceso de esta actividad. La recuperación del patrimonio arqueominero constituye hoy en día una prioridad en aquellas zonas que pueden explotar económicamente este recurso turístico.

¿Qué estudiar sobre el problema del uso de los recursos minerales?

Cuando planteamos la pregunta que da origen a nuestra Unidad Didáctica, podemos comprobar que la mayoría de los niños no son conscientes de la dependencia de la humanidad de los recursos minerales. Por ello, nosotros podemos suscitar ese interés, provocar el reconocimiento de que gran parte de las cosas que usamos y consumimos son o derivan de recursos minerales y, a partir de ahí, ayudarles a expresar nuevas cuestiones.

En la tabla siguiente se presenta un esquema de posibles preguntas que se pueden plantear, y que nos llevarían a un desarrollo de la Unidad en la que se abordan los problemas y subproblemas generales del ámbito.

- a. ¿En otros planetas existen las mismas rocas que en la Tierra?
- b. ¿Podemos extraer rocas de otros planetas cuando se acaben los nuestros?
- c. ¿Podemos extraer rocas del interior de la Tierra?
- d. ¿Puede contener el interior terrestre materiales que aún no conocemos?
- e. ¿Por qué en unos sitios hay recursos y en otros no?
- f. ¿Cuántos tipos de rocas hay? ¿Todas son útiles?
- g. ¿Por qué son tan valiosos los diamantes y otras piedras preciosas?
- h. ¿Cómo se forman las rocas?
- i. ¿Cómo se forman los minerales?
- j. ¿Se pueden agotar los recursos?
- k. ¿Qué son las minas? ¿Cómo se encuentra una mina?
- l. ¿Cómo es el trabajo en una mina?
- m. ¿Por qué se abandonan las minas? ¿Es peligroso entrar en una mina abandonada?
- n. ¿Puede la minería crear problemas en el medio ambiente?
- o. ¿Puede contaminar el agua o el aire una mina?
- p. ¿Cómo usaban los hombres primitivos las rocas? ¿Cómo hacían sus construcciones?

Tabla 7.2. Posibles subproblemas o interrogantes concretos sobre los recursos minerales y su importancia en nuestra vida.

¿Qué debemos saber acerca de las experiencias y concepciones iniciales de los escolares sobre los recursos minerales?

Como decíamos, la mayoría de los niños, y de las personas en general, no son conscientes de que gran parte de las cosas que usamos, no sólo a nivel industrial sino en nuestro entorno más cotidiano, son o derivan de recursos minerales.

En general, conciben las rocas simplemente como los materiales que forman el suelo y creen que existen desde que se formó el planeta y no tienen otra función que ser la parte sólida que pisamos, formar las montañas y protegernos del interior terrestre caliente. Por supuesto, no consideran que sirvan o se usen para nada. Los niños de esta edad se sienten atraídos por la forma de las piedras, su color, su peso o su tamaño, considerando estas propiedades como la respuesta de los distintos tipos de rocas: oscuras, claras o con muchos colores, redondeadas o angulosas, lisas o rugosas, etc. Propiedades que sólo nos hablan del proceso de erosión sufrido por los fragmentos rocosos, pero no de su origen.

En cuanto a los minerales, seguramente gran número de niños pensarán que no tienen nada que ver con las rocas, y los considerarán exclusivamente objetos valiosos, de coleccionismo o decorativos. Muchos escolares creen que los minerales se encuentran en las minas y conciben éstas no como excavaciones realizadas por la mano del hombre, sino como cuevas recónditas que la investigación o el azar permite descubrir. Las paredes de estas cuevas están llenas de minerales y

cristales valiosos, que el descubridor puede recoger sin esfuerzo. Esta mitología sobre las minas se ve fomentada por narraciones y películas y puede conservarse sin muchos cambios hasta la edad adulta. Tampoco creen, salvo los que viven en un entorno minero, que pueda haber minas en su medio próximo, imaginándolas más bien en altas montañas o en lugares exóticos.

Tras el estudio de esta Unidad podrán valorar los recursos minerales como algo cotidiano y necesario, podrán comprender que hay recursos que pueden agotarse y entenderán mejor nuestras relaciones con el medio. Así, las rocas y minerales comenzarán a tener un sentido como materiales terrestres y podremos avanzar en conceptos como el origen y la edad de dichos materiales.

¿Qué actividades incluir y cómo secuenciarlas?

Como hemos comentado anteriormente, las actividades se estructuran en torno a los procesos de Planificación, Búsqueda, Construcción y Evaluación.

A. PROCESOS DE PLANIFICACIÓN

La propuesta de esta investigación puede surgir a partir de una conversación o debate sobre la pregunta ¿de qué están hechas las cosas que usamos? Tras el debate inicial, que nos permite especificar lo que sabemos y nuestras dudas, elaboramos conjuntamente nuestro plan de investigación, que incluye el listado de lo que queremos saber para resolver las dudas y qué haremos para lograrlo. Siguiendo ese plan, nos planteamos una primera actividad de recogida de información.

¿De qué están hechas las cosas de mi escuela?

En gran grupo y dentro del aula hacemos un repaso de todas las cosas que tenemos, desde las paredes y el suelo hasta lo que llevamos en la maleta. Anotamos todo lo que vamos observando: ladrillos, pintura de la pared, terrazo del suelo, pizarra, vidrio de las ventanas, aluminio de los marcos, cobre de los cables de electricidad, plásticos de todo tipo (en las mochilas, estuches, carpetas, tapas de los cuadernos), latas para los lápices, grafito de los lapiceros...

Dividimos la clase en grupos y salimos del aula. En su “cuaderno de campo” (cuaderno de registro de todos los datos, análisis e investigaciones que se realicen) irán tomando nota de sus observaciones: solerías de los pasillos (es posible que sean de mármol o roca natural); en los servicios podrán ver los grifos de acero, la cerámica de los sanitarios y lavabos, las tuberías de plomo o PVC, etc. Es posible que en el patio exista un arenero para jugar o albero.

B. PROCESOS DE BÚSQUEDA Y CONSTRUCCIÓN

Proponemos aquí una secuencia de actividades que nos permita ir dando respuesta a algunas de las cuestiones planteadas.

Un repaso a la biblioteca de aula y a Internet nos permitirá un primer contacto con las rocas y los minerales, la minería y la manufacturación de los productos. Con la información general obtenida hacemos una primera puesta en común, organizando y priorizando la información.

Subtópico 1. ¿Cuántos tipos de rocas hay? ¿Todas son útiles?

Tras las actividades de recogida de información, nos proponemos hacer experiencias de observación y manipulación directa de los materiales, las cuales no deben ser nunca sustituidas, en lo posible, por actividades de visionado de fotografías, diapositivas o láminas. Estas actividades no pretenden que los niños memoricen los nombres de los distintos tipos de rocas, sino que comprendan qué observaciones son pertinentes a la hora de clasificarlas o determinar su origen.

Deberemos tener ejemplares de las rocas más comunes y de rocas pulidas para poder compararlas y matizar nuestras observaciones. Tanto si en el centro escolar existe o no colección de rocas, nuestra primera actividad será conseguir o completar una colección.

► **Actividad 1.1. Nuestra colección de rocas**

Proponemos una lluvia de ideas sobre cómo conseguir rocas para nuestra colección. Es muy posible que los niños tengan guardadas en su casa fragmentos de “piedras” o rocas recogidas en el campo cuando han ido de excursión, porque les haya llamado la atención su forma, su color, o el brillo de alguno de sus minerales. Otros habrán comprado colecciones comerciales que, frecuentemente, se ofertan en los quioscos con periodicidad quincenal o mensual. Algunos sabrán que existen mercadillos, prácticamente en todas las ciudades, en los que se pueden comprar ejemplares de minerales, rocas y fósiles. Otros propondrán recoger ejemplares en su entorno. Podemos indicarles que en los almacenes o “polveros” de ciudades y pueblos se pueden conseguir rocas de construcción u ornamentales pulidas.

Los niños se suelen implicar muchísimo, y entre todos haremos o completaremos la colección del Centro y podremos empezar a trabajar. Esta colección se puede ir mejorando a lo largo de todo el curso y cursos sucesivos.

► Actividad 1.2. Describimos las rocas

Los niños trabajan en equipo. Cada grupo de niños se hace cargo de una muestra de roca, una tarjeta y una lupa. Intentan describirlas lo más completamente posible en la tarjeta unificada que emplearemos. Pasado un tiempo, colocaremos todas las rocas en el centro de la clase, se intercambian las tarjetas y cada grupo tiene que encontrar la roca descrita en su tarjeta.

Se hace una puesta en común para comentar las dificultades que se han tenido y matizar si las observaciones que se han hecho han sido relevantes, y entre todos decidimos cuáles conviene hacer: presencia o no de cristales, presencia o no de granos o fragmentos, color de la roca o de los constituyentes, ser ligeras o pesadas, inclusión de fósiles, presencia de láminas o alineaciones de los minerales, algunas características particulares como adherencia de la lengua, tacto suave, etc. Cada grupo, tras esta puesta en común, completa sus observaciones en las tarjetas correspondientes.

► Actividad 1.3. Identificando los tipos de rocas

Se da a cada grupo de niños un grupo variado de rocas y se les pide que las agrupen por sus características. Tras la actividad anterior, los criterios ya habrán quedado bien establecidos y es fácil que el resultado separe en distintos grupos a las rocas con cristales, rocas con fragmentos, rocas con fósiles, rocas con esquistosidad y rocas de grano fino sin rasgos externos identificables.

Tras la realización de las observaciones, se hace una puesta en común sobre cómo algunos de los rasgos observados nos pueden indicar distintos orígenes: magmatismo, sedimentación o metamorfismo. Se concluye la actividad organizando nuestra colección en los distintos tipos de rocas y visionando el vídeo *Gea y la Formación de rocas*. IGME (Figura 42).

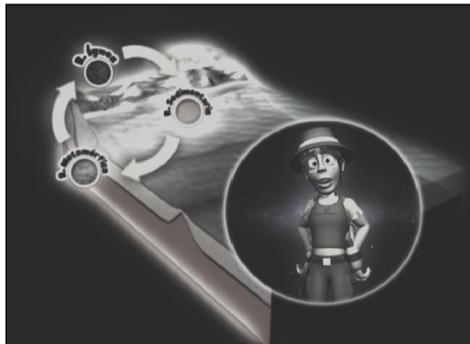


Figura 42. Imagen del vídeo “Gea y la Formación de las rocas”. IGME.

► Actividad 1.4. ¿Hay rocas en la calle?

Salimos a dar una vuelta por los alrededores de nuestra escuela. Casi con seguridad veremos una gran cantidad de rocas de construcción y ornamentales: calizas de diversos tipos, algunas fosilíferas, pizarras, mármoles, granitos de distintas variedades, gneis, etc., todas ellas rocas que abundan en las fachadas de los edificios y comercios. Además, podremos ver otros materiales como ladrillos, cemento, hormigón, asfalto, los bordillos de las aceras...

Ayudaremos a los niños a fijarse y observar aspectos que les podrían pasar desapercibidos, como laminaciones, pequeños fósiles, orientación de los minerales, etc.

De vuelta al aula, diseñaremos entre todos una ficha descriptiva de las rocas pulidas y por grupos saldrán a la calle. Los niños rellenarán la ficha descriptiva de cada roca diferente que vean y la fotografiarán. Necesitaremos nuestro cuaderno de campo y una cámara fotográfica.



Figura 43. Calle Lope de Rueda (Sevilla).

Localización:

Estado: Natural o pulido.

Descripción:

- ¿Se observan distintos componentes?
- ¿Se observan fragmentos o cristales?
- ¿Se observan fósiles?

Grado de conservación:

Otras observaciones: (laminaciones, porosidad, etc.).

Modelo de ficha de observación.

En clase haremos una puesta en común y realizaremos un mural con las fotografías. Las compararemos con nuestra colección.

Si se considera oportuno, y los niños están motivados, se puede realizar un itinerario por el centro histórico de la ciudad, observando las rocas que constituyen los monumentos (uso del recurso) y su estado de conservación. Podemos concluir la actividad discutiendo sobre la alteración de las rocas y el “mal de la piedra”.

Para finalizar, plantearemos una puesta en común donde recojamos todo el material elaborado y formalicemos los aprendizajes. Se generará un mural explicativo y un documento que pasará a formar parte de la biblioteca del aula. Las colecciones se guardarán en nuestro “rincón de investigación”.

Subtópico 2. ¿De qué están hechas las rocas?

No siempre es fácil evidenciar que los minerales son los componentes de las rocas. A pesar de que en la mayoría de los textos en que se trabaja sobre este tópico, se antepone el tema de minerales al de rocas, y que, seguramente, los minerales son más atractivos, por sus características, para los niños, esto suele llevar a no relacionar los minerales con las rocas o a considerarlos como dos conceptos diferentes. Nosotros, en el nivel de esta unidad, proponemos que, dado que las rocas son los materiales fundamentales que componen el planeta, constituyen un recurso en sí mismos, y son la fuente de los minerales y materias primas, deben trabajarse en primer lugar y reconocer posteriormente que las rocas están compuestas por minerales.

Puesto que en las actividades anteriores los niños ya han trabajado y descrito las rocas, les pediremos que seleccionen aquellas en las que la presencia de distintos minerales es más evidente, a fin de observarlos con más detenimiento. Seguramente se propondrá el granito, el conglomerado, el gneis o similares.

► Actividad 2.1. El granito y sus componentes

Cada grupo recibe una muestra de granito. Describen los componentes minerales de su muestra e intentan identificar de entre un grupo de minerales variados el cuarzo, los feldespatos y micas. Esta actividad se puede realizar de la misma manera con cualquiera de las rocas propuestas.

Tras la actividad se discute cómo la roca en su conjunto no posee las propiedades particulares de cada mineral.

► Actividad 2.2. ¿Cómo podemos distinguir unos minerales de otros?

Organizamos una lluvia de ideas sobre este problema. Seguro que muchos coinciden en señalar el color o el brillo como características fundamentales para distinguirlos. Tras el debate realizamos una labor de búsqueda bibliográfica o a través de Internet (la red está llena de páginas sobre minerales) de propiedades identificativas de cada mineral.

Nos planteamos, como en el caso de las rocas, cómo podemos hacernos con una colección de minerales, si el Centro no la tiene, o cómo completarla. De la misma manera conseguimos nuestra colección de minerales. Es fácil que durante la primera actividad ya hayan traído muchos.

Los escolares se familiarizan con propiedades de fácil observación como la dureza, la raya, el color y el brillo. Entre los minerales que conviene observar

pueden encontrarse, además del cuarzo, feldespato y micas, otros como el talco, yeso, grafito, halita, calcita, galena, piritita y calcopiritita.

Una vez que hayan reconocido las propiedades de los minerales, a partir de la experimentación directa con ejemplares, se puede proponer la elaboración de una clave de identificación sencilla, del tipo, por ejemplo, Brillo metálico/Dureza/Raya. El maestro puede construir una de modelo y, luego, cada grupo de niños realiza la suya. Posteriormente, se usan todas para ver cuál de ellas sirve mejor para discriminar los distintos minerales.

► **Actividad 2.3. Nuestro Museo de minerales.” Apadrina un mineral”**

Nos planteamos entre todos la posibilidad de hacer un Museo de minerales para todo el colegio. Decidimos qué información relevante sería útil presentar en el Museo y los niños diseñan cómo sería la exposición, tanto en el nivel científico como decorativo.

Cada niño elige un mineral común y se convierte en “experto” de ese mineral. Busca información sobre sus características, sus usos, sus principales yacimientos, las leyendas o mitos populares, si es que existen, etc., y elabora una ficha informativa y la presenta al resto de la clase. Con todas las fichas elaboramos una base de datos, o un fichero de consulta.

Se organiza nuestro pequeño Museo, al que se invita a los niños de otras clases. Incluso puede exponerse en los pasillos del Centro escolar. Los niños pueden actuar como guías del Museo para el resto del colegio.

Esta actividad en si misma recoge los aprendizajes obtenidos, y la colección de minerales pasará a formar parte de nuestro “rincón de investigación”.

Subtópico 3. ¿Cómo se forman las rocas y los minerales?

Es obvio que durante nuestros primeros debates de la Unidad Didáctica habrán surgido diversas preguntas como ¿de dónde salen los minerales y las rocas? o ¿todos los planetas tienen rocas?

Podemos discutir en gran grupo estos aspectos, a la vez que expresamos en sendos murales qué sabemos y qué nos gustaría saber. A continuación, podemos realizar una labor de búsqueda de información al respecto. Los resultados se sintetizarán y expondrán en un nuevo póster en la clase, con cada planeta y sus materiales rocosos.

Posteriormente, el profesor puede plantear la realización de alguna experiencia de modelización de los procesos naturales con la intención de facilitar su comprensión.

► **Actividad 3.1. De la arena a la arenisca**

En esta actividad se trata de comparar la arena de la playa con una arenisca (preferentemente de grano grueso y no muy compacta).

Los niños, por grupos, reciben una muestra de arena de la playa y una arenisca. Observan ambas muestras con lupa binocular y comparan sus componentes: cuarzo, feldespatos, fragmentos de concha.

Se discute entre todos cómo llega la arena a la playa (es un sedimento) y cómo se convierte en roca. Probamos a consolidar nuestra arena con distintas alternativas a sugerencia de los niños: yeso, cemento, pegamento, etc., y comparamos los resultados de unos y otros.

► **Actividad 3.2. Cristalizamos sal**

Los minerales pueden tener distintos orígenes. Algunos se forman por precipitación a partir de soluciones. Cuando tienen espacio, tiempo y reposo pueden crecer con formas geométricas. Son lo que denominamos vulgarmente cristales.

Se pueden obtener fácilmente cristales a partir de soluciones sobresaturadas de sal común o de otras sustancias como alumbre, azúcar, etc.

Podemos convertir esta experiencia sencilla, descrita en innumerables libros y webs, en una auténtica investigación:

- Nos planteamos con los niños qué creen que interviene en el proceso de crecimiento de cristales.
- Seleccionamos entre todos las variables o factores que sean más fácilmente observables de las mencionadas (sobresaturación o dilución de la solución, velocidad de enfriamiento, reposo o agitación, presencia de sustancias adicionales o impurezas, forma del recipiente, etc.)
- Por grupos, diseñamos una experiencia de cristalización de cualquier sustancia común, atendiendo a alguna de las variables y modificando las condiciones (recipiente plano o recipiente hondo; con impurezas o sin impurezas; calentando la disolución o sin calentar; con enfriamiento rápido o lento...).
- Los niños llevarán un registro diario de lo que ocurre durante 1 semana. Se analiza el proceso y se extraen conclusiones.
- Cada grupo presenta a la clase sus conclusiones.
- Finalmente, con la ayuda del profesor, se extrapola al entorno natural.

Se puede completar la actividad con la visita a una salina. Algunas salinas antiguas se han convertido en patrimonio histórico-natural y la visita resulta muy atractiva.

Para finalizar, nuevamente recopilaremos y formalizaremos los aprendizajes realizados. Los resultados pasarán a formar parte de la biblioteca de aula y los cristales permanecerán expuestos en un “rincón de investigaciones”.

Subtópico 4. ¿Cómo se convierten los recursos minerales en materiales que podemos usar?

De nuevo recurriremos a fuentes de información documentales. El IGME (Instituto Geológico y Minero de España) ofrece en su web vídeos didácticos para niños sobre los recursos minerales y su manufacturación y uso (Figura 44). El visionado y discusión de estos vídeos puede ser de gran ayuda para ir revisando las ideas sugeridas en nuestro primer mural, que relaciona materiales y procedencia, y para irlo completando en su caso.



Figura 44. Imágenes del vídeo “Piqueto y los Recursos Minerales”. IGME.

Una vez visto y debatido el tema, el profesor puede sugerir la modelización de alguno de estos procesos.

► Actividad 4.1. De la arcilla al ladrillo

Esta actividad pretende poner de manifiesto el paso sencillo de una materia prima mineral hasta un producto acabado.

Proporcionamos a cada niño arcilla de modelar. Cada niño creará un objeto con su arcilla. La dejaremos secar. Podemos comprobar que se resquebraja. Discutimos con ellos cómo mejorar sus propiedades y lo intentamos de nuevo con sus alternativas. En una puesta en común comprobaremos quién ha obtenido los mejores resultados.

Se puede completar la actividad, si es posible, con la visita a alguna fábrica de transformación de materias primas: alfarería, ladrillería, vidrios, aceros, cementera, etc.

Tópico 5. ¿Qué es y cómo se encuentra una mina?

Como ya hemos mencionado anteriormente, y en otros capítulos, los niños suelen pensar que las minas son cuevas que ya existen y que hay que tener la suerte de encontrar. Para revisar sus ideas nos plantearemos la búsqueda de información bibliográfica o por Internet, lo que motivará inmediatamente que surja la posibilidad de ir a ver una explotación auténtica. Como ya he sugerido en otras ocasiones, nada puede suplir las experiencias y el contacto directo con la realidad, por lo que, si los niños están motivados, la visita puede resultar muy enriquecedora.

► Actividad 5.1. Visitamos una mina. El patrimonio minero

Cada vez hay más localidades mineras que han adecuado sus instalaciones para la visita del público. Muchas incluyen documentación didáctica adecuada para aprovechar la visita al máximo. En algunas existen, además, Museos Mineros con muestras e historia de la minería del lugar.

La visita a una mina o cantera es la mejor manera de abordar todos los aspectos relacionados con la investigación, extracción, explotación y transformación del mineral y suele suscitar un gran interés a los niños de cualquier edad.

Los niños se informarán de las explotaciones mineras que hay en su entorno y cómo se oferta la visita, y decidirán con el profesor a dónde quieren o pueden ir.

A la vuelta, se hará en el aula una puesta en común sobre lo que se ha visitado, se registrará por escrito lo que han aprendido y se construirá un mural con las fotos que hayan tomado.

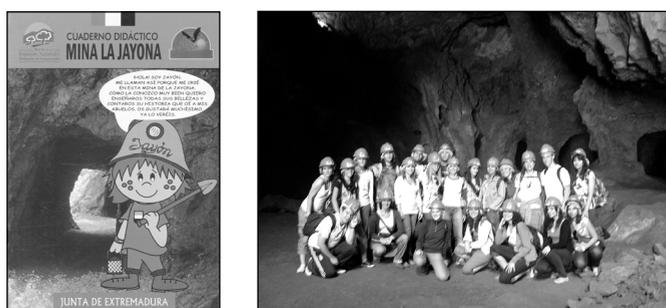


Figura 45. Visita a la Mina de la Jayona. Alumnos de Magisterio. Curso 2010.

► Actividad 5.2. El impacto de la explotación de los recursos

Tras nuestra visita a la mina, habremos podido observar el impacto que tiene una explotación minera, tanto si es a cielo abierto como si es subterránea.

Se puede realizar un debate sobre nuestras necesidades de consumo y la explotación de los recursos, abordando las ideas de consumo “sostenible”, reutilización y reciclado.

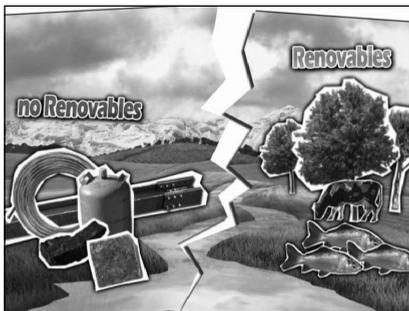


Figura 46. Imagen del vídeo “Piqueto y los Recursos Minerales” IGME.

Elaboraremos un mural dónde se muestra la substancia que se extrae en la mina o cantera visitada, desde su extracción hasta su conversión en producto de consumo. Se puede completar la actividad con una pequeña investigación sobre algún desastre minero.

Subtópico 6. ¿Cómo usaban los hombres primitivos las rocas?

El interés infantil por las sociedades primitivas es enorme. Puede ser muy interesante para acabar el desarrollo de esta Unidad, o incluso al empezarla, como actividad de motivación, presentar, para su observación y conocimiento, utensilios prehistóricos y discutir nuestra relación con los recursos minerales desde la antigüedad.

Si el interés y curiosidad de los niños así lo justifica, se puede seguir trabajando sobre este tópico, que puede proporcionar conexión con otros aspectos del INM, desde las sociedades a las máquinas.

► Actividad 6.1. ¿Cómo se vivía en las sociedades primitivas?

Para informarnos existen numerosos “cómic” y documentales que recrean y explican la vida primitiva. Pueden leerse o visionarse en la clase y comentarlos entre todos. Los escolares podrán hacer posteriormente su propia narración sobre la vida primitiva.

► Actividad 6.2. Los utensilios primitivos

Actualmente, la mayoría de los Museos tienen posibilidades interactivas o guías didácticas. La visita al Museo Arqueológico de la localidad puede ser muy instructiva.

También es posible invitar a un arqueólogo a la clase para que nos muestre los materiales más usados y nos explique cómo se realiza una investigación de un yacimiento arqueológico.

Todos los aprendizajes realizados y los materiales recogidos pasarán a formar parte de nuestra biblioteca de aula y “rincón de investigación”.

C. PROCESOS DE EVALUACIÓN

Como ya se ha dicho anteriormente, las actividades de evaluación pueden ser cualquiera de las anteriormente mencionadas, siempre que se vayan controlando todos los procesos que se desarrollan. Algunas de estas actividades implican el uso de un cuaderno de campo, que, en sí mismo, puede ser un instrumento de evaluación, así como la presentación de los resultados al conjunto de la clase. Asimismo, los debates donde se plantean nuevas preguntas y las dudas sobre lo que vamos haciendo pueden ser elementos útiles de evaluación.

Conviene hacer recapitulaciones al final de cada secuencia de actividades, donde se revise lo que vamos aprendiendo en relación con los problemas generales del ámbito. El esquema siguiente presenta una posible generalización de los conocimientos tras la secuencia de actividades:

<p>1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?</p>	<p>Nuestro planeta es un cuerpo rocoso como algunos otros planetas y satélites del Sistema Solar.</p>
<p>2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?</p>	
<p>3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?</p>	<p>Además de rocas y minerales, nuestro planeta posee atmósfera e hidrosfera.</p>
<p>4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?</p>	<p>La geosfera o parte sólida de la Tierra está compuesta de rocas y minerales.</p>
<p>5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</p>	<p>Las rocas pueden transformarse unas en otras gracias a la energía solar y la energía interna terrestre.</p>
<p>6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</p>	<p>Algunas rocas se forman debido a la interacción de las capas terrestres</p>

<p>7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</p>	<p>Algunas rocas se forman debido a los procesos derivados de la energía interna terrestre</p>
<p>8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</p>	<p>El hombre extrae y usa los recursos minerales que son no renovables. Estos procesos provocan un gran impacto ambiental.</p>
<p>9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</p>	

EJEMPLO DE UNIDAD DIDÁCTICA INVESTIGADORA PARA EL TERCER CICLO. ¿CÓMO SE FORMAN LAS CUEVAS?

Los paisajes kársticos son, sin duda, uno de los más espectaculares modelados naturales del relieve. Sus formas, tanto externas como internas, presentan una gran belleza y despiertan la admiración y curiosidad de todo aquel que las conoce.

Las grutas han sido fuente de leyendas y tradiciones, milagrería y apariciones; son uno de los recursos paisajísticos y turísticos más visitados.

Muchos niños habrán tenido la oportunidad de visitar alguna cueva o gruta en su entorno próximo, pero para otros será su primera oportunidad. Tanto unos como otros se sentirán atraídos por la experiencia.

Estructurar una unidad didáctica en torno a esta cuestión permite avanzar en la construcción de muchos de los problemas generales que se plantean en nuestro ámbito, así como interrelacionar aspectos naturales con otros culturales, sociales y antropológicos, dentro del espíritu de interrelación con otros ámbitos que guían este proyecto.

¿Qué debemos saber para abordar una investigación sobre el origen de las cuevas?

El karst es uno de los ejemplos más característicos del control litológico del paisaje, es decir, de cómo el tipo de roca condiciona las formas de modelado que se pueden producir. Se desarrolla fundamentalmente sobre rocas calizas por un proceso de carbonatación, es decir, de disolución de la roca a partir del agua cargada en CO₂ atmosférico, obteniéndose un conjunto de formas características de gran belleza, tanto externas como internas. Estas últimas, cuevas, simas y conductos, con el desarrollo de espeleotemas (formas de precipitación, como

estalactitas y estalagmitas entre las más conocidas) de diversa naturaleza, son las que presentan mayor interés para el público en general y los niños en particular.

También es posible encontrar desarrollos kársticos en rocas solubles como yesos y sales, aunque, al ser menos abundantes, su presencia en el paisaje es menos frecuente. Sin embargo, Andalucía cuenta con un modelado kárstico en yesos, el Karst de Sorbas, que constituye un patrimonio natural de valor a escala mundial.

Andalucía es una comunidad de una gran riqueza en paisajes kársticos. Prácticamente la mayoría de los espacios naturales andaluces se han declarado en relación a ellos: Parque Natural de Cazorla-Segura-Las Villas; Parque Natural de Castril; Parque Natural de Sierra Mágina; Parque Natural de las Subbéticas; Parque Natural del Torcal de Antequera; Parque Natural de Grazalema; Parque Natural de la Sierra de las Nieves; Parque Natural de las Sierras de Tejada y Almijara. Muchos otros incluyen, entre sus valores, la presencia de cuevas, como la “Gruta de las Maravillas”, en el Parque Natural de la Sierra de Aracena, el complejo kárstico del Cerro del Hierro y los travertinos del Huéznar, en el Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla, las Cuevas de Nerja; Sierra de Alta Comba (Jaén), Sierra Gorda (Granada), Sierra de Montillana (Granada), la Sierra de Lucena (Córdoba), etc.; por lo que la visita a una cueva nos permite abordar la temática de los espacios naturales y la necesidad de su protección.

Aunque Andalucía es particularmente rica en este tipo de modelados, prácticamente no existe ninguna Comunidad Española en la que no se dé uno u otro ejemplo.

Como recurso paisajístico, el karst ofrece gran variedad de posibilidades. Desde el punto de vista científico, además de las posibilidades didácticas de observación de gran variedad de formas de modelado de fácil interpretación, los entornos kársticos albergan unos recursos hídricos medios, renovables anualmente, de más de 2.000 hm³, constituyen el nacimiento de algunos de los ríos más importantes de la región, y presentan una gran cantidad de manantiales, algunos termales o con aguas de mineralización especial, en los que se han establecido balnearios que han llegado a constituir parte fundamental de la economía de determinadas localidades: balnearios de Carratraca, en Málaga; Lanjarón, en Granada; Fuente Amarga, en Cádiz; Marmolejo, en Jaén; o Sierra Alhamilla, en Almería.

Desde un punto de vista ecológico, presentan gran variedad de flora y de fauna. En los roquedos habitan numerosas especies de rapaces, algunas en peligro de extinción, y en las cuevas se pueden encontrar diversas variedades de murciélagos, todas ellas protegidas. En cuanto a la flora, basta señalar el Pinsapar de Grazalema o la Sierra de las Nieves; así como el Tejo de la Sierra de Tejada. En general, podemos encontrar comunidades vegetales adaptadas a vivir en grietas, muchas de ellas endémicas.

Desde el punto de vista histórico y antropológico, muchas cuevas han sido objeto de ocupación prehistórica, con un contenido arqueológico, paleontológico y paleoantropológico extraordinariamente rico y variado. Restos humanos y de fauna, objetos y representaciones artísticas constituyen un patrimonio asociado de valor excepcional. Además, han sido objeto de diversos usos particulares por parte de las distintas comunidades, como la acumulación de nieve en las dolinas utilizadas como almacenes de agua (Sierra de las Nieves) o para beber el ganado (Torcal de Antequera). Algunos topónimos tienen que ver con los fenómenos kársticos, como el de la Sierra de Almirajara: deriva del nombre árabe “almirajar”, que significa “escurridero”, posiblemente en alusión a la rapidez con que escurren las aguas de lluvia por estos arroyos hasta el mar. Y, por supuesto, han dado lugar a todo tipo de leyendas desde tiempo antiguo, pasadizos secretos, cuevas de ladrones, tesoros escondidos, presuntas apariciones religiosas, manantiales que aparecen y desaparecen, etc. Todo ello contribuye a crear un halo de misterio y atracción en torno a las cuevas.

Y aun más; desde una perspectiva turística, los karst son entornos en los que se pueden practicar actividades deportivas, como descenso de cañones, espeleología, submarinismo o escalada, que constituye un atractivo añadido en la gestión de estos espacios naturales, pero por la misma razón son lugares donde las agresiones e impactos son más frecuentes.

Podemos, pues, abordar el desarrollo de esta Unidad, abriendo el paisaje natural a ámbitos que superan las perspectivas científicas tradicionales.

¿Qué estudiar sobre la formación de las cuevas?

Tal como hemos visto en el apartado anterior, el paisaje kárstico ofrece muchas posibilidades que el profesor puede sugerir o incitar. Pero es fácil que la propia curiosidad e interés de los niños lleve de un modo natural a plantear numerosos interrogantes que permitan acometer algunos de los subproblemas más importantes de nuestro ámbito.

- a. ¿Cuánto tarda en formarse una cueva?
- b. ¿Hay cuevas que se están formando en la actualidad?
- c. ¿Cómo se hacen las estalactitas y las estalagmitas? ¿Se pueden hacer otras formas?
- d. ¿Cómo se sabe hasta dónde llega una cueva?
- e. ¿Puede haber cuevas en cualquier sitio? ¿Se pueden encontrar en cualquier roca?
- f. ¿Podemos encontrar minerales dentro de una cueva?
- g. ¿Pueden vivir animales dentro de las cuevas?
- h. ¿Por qué las usaban los hombres primitivos?
- i. ¿Por qué algunas tienen agua y otras no?
- j. ¿Por qué algunas tienen ríos y lagos subterráneos?
- k. ¿Por qué suele haber manantiales donde hay cuevas?
- l. ¿Por qué a veces brota agua de los manantiales y otras no?
- m. ¿Es peligroso entrar en una cueva desconocida?
- n. ¿Dónde están las cuevas más profundas o más famosas del mundo?
- o. ¿Es lo mismo una sima que una cueva?
- p. ¿Son iguales las grutas que las cuevas volcánicas?
- q. ¿Todos los paisajes se forman por la acción del agua?
- r. ¿Puede haber cuevas en otros planetas?
- s. ¿Por qué se protegen las cuevas?

Tabla 7.3. Posibles subproblemas o interrogantes concretos sobre las cuevas.

¿Qué debemos saber acerca de las experiencias y concepciones iniciales de los escolares sobre las cuevas?

El tema del paisaje, y de las cuevas en particular, es objeto de muchas concepciones previas por parte de los niños.

Para la mayoría, el relieve y el paisaje, como las rocas, es algo inmutable y consideran que es así desde el origen del planeta. La dificultad para comprender la lentitud de los procesos y la magnitud del tiempo geológico les lleva a esta posición. La relevancia del Karst es que es uno de los modelados más dinámicos y que presenta cambios más rápidos, por lo que su estudio cobra especial importancia.

Muchos pueden creer que las cuevas son agujeros preexistentes y propios de la roca, no se plantean que puedan tener un origen determinado y tienen gran resistencia a creer que el agua o cualquier otro agente las puede haber originado. Por esta misma razón piensan que el agua subterránea circula por esos conductos preexistentes y es muy posible, como muchos adultos, que consideren que ese es el único modo de circulación del agua subterránea.

Algunos consideran que cuevas y minas son lo mismo, y que los minerales se obtienen de las cuevas. También es frecuente que haya niños que opinen que las cuevas son conductos tan profundos que pueden comunicar con el centro de la Tierra.

Respecto a la ocupación humana, algunos niños pueden pensar que los hombres primitivos usaban las cuevas exclusivamente como guarida, sin tener en cuenta el aspecto ritual que tienen asociado muchas de ellas, y en sus concepciones puede ser que mezclen con nuestra especie animales prehistóricos muy anteriores a la aparición del hombre.

Aunque es posible que muchos de nuestros alumnos hayan visitado alguna cueva, para la mayoría no habrá pasado de ser una experiencia divertida. No es probable que hayan aprendido o comprendido algo sobre su proceso de formación e incluso es posible que mantengan ideas fantásticas potenciadas por algunos guías de las mismas.

¿Qué actividades incluir y cómo secuenciarlas?

De nuevo estructuraremos las actividades en torno a los procesos de Planificación, Búsqueda, Construcción y Evaluación.

A. PROCESOS DE PLANIFICACIÓN

La propuesta de esta investigación gira en torno a la idea de hacer una excursión y plantearnos una visita a una cueva. Esta idea en sí misma genera motivación por todos los aspectos relacionados con el diseño de una salida fuera del aula.

Sería conveniente que el profesor recordara con sus alumnos sus conocimientos sobre la formación de las rocas, formación del paisaje, explotaciones artificiales (para no confundir las explotaciones subterráneas con las cuevas naturales), etc.

Podemos iniciar la Unidad con una narración sobre un grupo de niños que van de excursión y encuentran una gruta (algo que, por cierto, es muy frecuente en la literatura juvenil), o pedir a los niños que traigan algún libro que hayan leído donde la acción, o parte de la misma, discorra en una cueva y lo lean en clase. Podemos aprovechar esta actividad para crear interés, y para resaltar los peligros que entraña entrar en una cueva desconocida.

A partir de ahí, hablaremos y debatiremos sobre sus ideas acerca del origen y formación de las cuevas. Seguramente, algunos ya habrán visitado alguna gruta, y tendrán cierta información sobre cómo son y cómo se forman, pero, incluso, en este caso, considerarán que existen desde siempre y no se modifican. Los que no hayan realizado nunca este tipo de visita, propondrán orígenes diversos, desde la presencia de agujeros como característicos de las rocas, a la acción de volcanes y/o terremotos, pero en ningún caso consideran la acción del agua como un agente fundamental en su formación. En este caso, el debate previo y la puesta

en común es fundamental para abrir perspectivas y nuevas hipótesis. Como es habitual, partiremos de las cuestiones ¿qué sabemos sobre las cuevas? y ¿qué nos gustaría saber? estableciendo un listado dónde se especifiquen nuestros conocimientos y las preguntas que nos hacemos y que iremos resolviendo a lo largo de la Unidad. Se organiza el plan de trabajo dando prioridad a aquellos interrogantes que han suscitado mayor interés.

B. PROCESOS DE BÚSQUEDA Y CONSTRUCCIÓN

Los procesos de búsqueda, en este caso, y dada la edad de los alumnos, pueden dirigirse en varios ámbitos. Dividiremos la clase en grupos y unos harán una revisión sobre las cuevas en Internet y otros en documentales (muchos de los cuales pueden verse completos o en parte en YouTube). Todos ellos presentarán, en formato PowerPoint, sus resultados a la clase. Se debatirá y analizarán sus exposiciones.

Sin duda, se pondrá de manifiesto la relevancia del papel del agua en la formación de las cuevas, y las características particulares del tipo de roca en que se desarrollan. Esto, sin embargo, nos abrirá nuevos interrogantes sobre la circulación del agua y su poder como agente químico que deberemos resolver. Para ello, y como siempre, en la medida de lo posible, idearemos entre todos experimentos que nos permitan poner en evidencia estos fenómenos.

Subtópico.1. ¿Cómo penetra el agua en las rocas?

Para empezar, el maestro puede proponer una idea muy simple, pero muy útil, que consiste en introducir una muestra de roca masiva (granito, por ejemplo) en un recipiente que se adapte lo más posible al tamaño de nuestra muestra. Echamos agua encima y veremos que ésta se acumula sobre la roca. Posteriormente, sacamos la muestra y la machacamos (con un martillo de geólogo u otro similar) y volvemos a introducir los fragmentos en el recipiente. Al echar agua ahora veremos cómo se introduce entre los fragmentos en lugar de acumularse sobre la roca. Esto despertará el interés de los estudiantes por probar con distintos tipos de rocas y los animará a formular sus propios experimentos.

Podremos comprobar que hay rocas, como la arcilla, que absorben el agua pero no la transmiten; rocas, como la arenisca, que permiten la circulación; y rocas, como la caliza o el granito, que no permiten la penetración del agua si no están fracturadas. Con estas experiencias pondremos en evidencia que el agua necesita poros o fracturas por las que circular, y que la caliza, en particular, es impermeable y necesita fracturas por las que penetre el agua.

Si el interés de los niños por la circulación del agua subterránea persiste, podremos plantearles hacer una búsqueda de experimentos relacionados con la circulación del agua subterránea. La bibliografía didáctica, como las revistas *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* o *Alambique*, incluso los típicos libros de experimentos científicos para niños, están llenos de sugerencias e ideas de fácil montaje y aplicación.

Subtópico 2. ¿Qué relación tiene el agua subterránea con la formación de las cuevas?

A pesar de que en la bibliografía consultada y en los documentales vistos se haya explicado que el agua que penetra por las fisuras tiene capacidad para disolver algunas rocas, y se haya hecho referencia a la reacción de carbonatación propia de las calizas, seguramente habrán surgido preguntas a las que deberemos dar respuesta. Debatiremos sobre dichas preguntas y diseñaremos experiencias que nos permitan poner en evidencia nuestras hipótesis.

► Actividad 2.1. ¿Por qué las rocas están fracturadas en superficie?

La respuesta a esta pregunta no es obvia, pero una revisión bibliográfica o en Internet nos llevará a enfrentarnos a los procesos de deformación de las rocas y la formación de fallas y diaclasas.

Nos plantearemos en clase hacer nuestros propios diseños sobre la deformación de las rocas y comprobaremos cómo en la bibliografía didáctica, como se ha señalado anteriormente, existen numerosas experiencias prácticas para realizar en el aula. Cada grupo de alumnos elaborará su modelo y lo expondrá al resto de la clase con la explicación correspondiente.



Figura 47. Modelo sobre fracturas elaborado por un estudiante de 1º curso del Grado de Educación Primaria. Curso 2011.

► **Actividad 2.2. ¿Las calizas se disuelven?**

La reacción de carbonatación, propia de la disolución de las calizas, implica la existencia de CO_2 para que se pueda producir. En definitiva, necesitamos aguas ácidas. Los alumnos discutirán la posibilidad de montar un diseño experimental para comprobar cómo las calizas se disuelven en medio ácido.

Para ello, colocaremos distintos recipientes con agua con distintas cantidades de ácido clorhídrico, incluida el agua destilada. Introduciremos en ellas fragmentos más o menos similares de calizas y durante una semana llevaremos un registro de nuestras observaciones.

Para convertir esta experiencia en una auténtica investigación, podemos encargar a cada grupo diferentes tipos de calizas: calizas masivas, calizas oolíticas, calizas con fósiles, brechas calcáreas, calcarenitas, etc., y así cada grupo lleva su análisis y podemos comparar los resultados.

En la exposición de datos podremos comprobar cómo la caliza es insoluble en agua dulce y muy soluble en agua ácida, y también cómo las calizas más porosas o fracturadas se disuelven antes. Es de esta manera que, agrandando las fracturas por disolución, se forman las cuevas a lo largo de millones de años.

► **Actividad 2.3. ¿Las sustancias se precipitan? Hacemos estalactitas**

De la misma manera que el agua ácida puede disolver la caliza en determinadas condiciones, debatiremos si las sustancias disueltas que lleva el agua se pueden precipitar. Para contrastar nuestras hipótesis, repasaremos nuestros datos bibliográficos y documentales.

Nos plantearemos la posibilidad de formar nuestras propias estalactitas y estalagmitas, teniendo claro que es una experiencia de simulación o modelización. En la bibliografía didáctica se proponen diversas alternativas, pero la que reproducimos aquí es una de las más populares.

Necesitamos lana, clips, una jarra, plato, cuchara, dos botes y sosa. Llenamos los botes con agua muy caliente. Añadimos sosa y agitamos hasta la saturación. Cortamos un trozo de lana y ponemos los clips en los extremos, introduciéndolos en los botes. Ponemos el plato en medio y dejamos actuar durante unos días. La acción capilar provoca que la solución empape la lana y crezca una estalactita a partir de ella, mientras que la solución que gotea en el plato puede formar una estalagmita.

Realizaremos una actividad de síntesis de todo lo que hemos aprendido hasta el momento, y en un mural escribiremos la reacción de carbonatación y pegaremos nuestras fotos de los experimentos de disolución y precipitación.

Es ahora cuando llega el momento de plantearnos la visita a una gruta para reconocer y contrastar en el medio natural todo lo anterior.

Subtópico 3. Las cuevas en su entorno paisajístico

Buscaremos información sobre las cuevas de nuestro entorno y decidimos entre todos cuál visitar, en función de la viabilidad de la excursión. Formas externas, manantiales o surgencias, travertinos, etc., pueden constituir objeto de estudio en el campo. Planeamos un itinerario con los distintos puntos a visitar. Esta será una buena ocasión para trabajar con mapas a distintas escalas y aprender a manejar recursos como Google Earth.

► Actividad 3.1. Localización en el mapa

Los estudiantes de esta edad están muy familiarizados con el ordenador y para ellos utilizar la herramienta de Google Maps y Google Earth es muy divertido, aparte de que les hace sentir que sus aprendizajes son muy actuales y fácilmente aplicables a otros entornos.

Para ello, cada grupo deberá buscar en Google Maps la zona de estudio y obtener e imprimir el mapa en curvas de nivel (la herramienta lo permite).

Un estudio en Internet les ayudará a informarse de qué lugares, además de la propia gruta en sí misma, son interesantes para visitar y diseñarán un itinerario para la excursión, señalando distintas paradas y el trabajo que podemos hacer en cada una de ellas. Posteriormente, cada grupo expondrá sus itinerarios y se votará entre todos el mejor o se completará uno con las ideas de todos.

► Actividad 3.2. Construimos una maqueta del relieve

Una buena manera de comprender qué es un mapa topográfico será realizar una maqueta en tres dimensiones de la zona a visitar a partir de las curvas de nivel. Existen muchas posibilidades; la más simple es recortar en cartón o corcho blanco planchas con la forma de las curvas de nivel, que se van colocando unas encima de otras tal y como aparecen en el mapa. El resultado final es el relieve en tres dimensiones representado en el mapa.

Cada grupo podrá realizarlo como desee, con mayor o menor grado de complejidad, según su motivación.



Figura 48. Distintos tipos de maquetas de relieve con diferente grado de elaboración.
Alumnos de 1º curso del Grado de Primaria. Curso 2012.

► **Actividad 3.2. Medir distancias en el mapa**

Con el mapa topográfico de la zona, mediremos la distancia entre los distintos puntos que vamos a visitar, utilizando la escala del mapa.

► **Actividad 3.3. Identificamos formas de relieve**

A partir del conocimiento del mapa topográfico y el cálculo de distancias, estudiaremos el relieve de la zona y reconoceremos los senderos y distintas indicaciones de un mapa topográfico. Podemos valorar la posibilidad de hacer algún recorrido andando, según las distancias calculadas y la presencia de senderos transitables.

► **Actividad 3.4. Nuestra visita virtual con Google Earth**

Es el momento, una vez que ya tenemos nuestro itinerario marcado y lo que vamos a visitar o recorrer, de utilizar Google Earth para realizar una visita virtual, previa a nuestra excursión, y familiarizarnos con el uso de esta herramienta informática, ya que en otras Unidades Didácticas nos puede resultar muy útil.

El profesor puede dar unas indicaciones básicas sobre cómo se usa, y, a partir de ahí, dejar que los alumnos descubran la cantidad enorme de posibilidades que Google Earth tiene. Para comprobar sus aprendizajes, a cada grupo se le pedirá que vayan haciendo fotos de los distintos lugares de nuestro itinerario (el programa lo permite), con distintas perspectivas, y preparen un mural con el recorrido fotografiado. También pueden calcular distancias y compararlas con sus datos obtenidos sobre el mapa topográfico.

Subtópico 4. Las cuevas y el karst como ecosistema

Los paisajes kársticos constituyen lugares excepcionales en cuanto a su flora y fauna. Por una parte, la disolución de la caliza deja suelos ricos en los que pueden

aparecer gran cantidad de taxones vegetales. Los grandes paredones calcáreos, con voladizos y pequeñas cavidades, son zonas adecuadas para la nidificación, o la cría. Por ello presentan gran variedad como hábitats y despiertan el interés de los niños.

► **Actividad 4.1. La fauna y la flora del karst**

Podemos realizar una investigación sobre las características de flora y fauna en el entorno que vamos a visitar y determinar las observaciones que podemos hacer durante la salida al campo.

Investigamos las relaciones que hay con los animales y plantas de dicho lugar: ¿hay actividades de ganadería, de caza, etc.?, ¿hay en nuestro entorno animales en peligro de extinción?, ¿cuáles son las causas?, ¿qué podemos hacer?, ¿cuáles son los usos tradicionales de las plantas silvestres: infusiones, teñir, usos medicinales, etc.?

Recopilaremos estos informes y debatiremos sobre el tema, ya que tiene muchas implicaciones ambientales para los estudiantes.

► **Actividad 4.2. Animales dentro de las cuevas. Los murciélagos**

No hay probablemente un animal con más leyenda que el murciélago. Muchas de las grutas y cuevas están habitadas por distintas variedades de murciélagos, todas ellas protegidas. Será una buena ocasión realizar una investigación sobre los murciélagos, su adaptación, sus características, saber por qué muchas especies están en peligro de extinción y acabar con su mala fama.

Podemos elegirlo como el animal más emblemático de nuestro entorno kárstico. Aprendemos sus costumbres, su relación con el hábitat, su nicho ecológico, su alimentación... Elaboramos cuentos, leyendas o adivinanzas sobre las cualidades positivas de nuestro animal.

Subtópico 5. Las cuevas y sus leyendas

Probablemente, muchos niños tengan libros de aventuras, cómics, relatos o leyendas tradicionales dónde las cuevas tengan un papel importantes (desde las clásicas aventuras de *El Jabato* o *El Capitán Trueno*, los innumerable libros de Enid Blyton, *El Señor de los anillos*, *Harry Potter y el misterio del Príncipe*, etc.). Podemos realizar un debate sobre por qué las cuevas despiertan tanto interés y misterio y han sido objeto de tanto interés literario. Pediremos a los niños que traigan al aula sus libros y materiales y durante un tiempo tener en la Biblioteca del Aula una sección dedicada a aventuras que se desarrollan en cuevas.

Podemos realizar búsquedas en Internet sobre leyendas tradicionales de las cuevas y hacer nuestro propio libro de leyendas.

Subtópico 6. Las cuevas y el Karst como paisaje protegido

Investigaremos sobre la importancia de los paisajes naturales y su necesidad de protección; las agresiones que puede sufrir un paisaje de estas características y cómo se puede favorecer su uso sostenible.

► Actividad 6.1. Observación de paisajes

Observaremos distintos paisajes naturales en diferentes estados de conservación: por ejemplo, una playa en un entorno protegido y en un centro turístico.

Analizaremos:

- Lo que me gusta y lo que no me gusta.
- Lo que creemos que sobra. Lo que falta.

Investigaremos:

- ¿Dónde están los problemas? ¿Quiénes son los responsables?
- ¿Qué efectos causan sobre las personas: salud, falta de calidad de vida...?
- ¿Qué efecto causan sobre otros seres vivos: eliminación de hábitats, salud...?
- ¿Qué efecto causan sobre el soporte físico del paisaje?

► Actividad 6.2. La visita a la cueva

▼ *Actividades durante la salida. Seguimiento del Itinerario*

Aunque la visita al interior de la gruta será guiada (ya que en prácticamente en ninguna se puede entrar sin permiso), los estudiantes diseñarán por grupos, en función de la información recogida, una guía didáctica de trabajo con actividades de observación en cada una de las paradas que vayamos a hacer y cuestiones a resolver. Luego, el mismo día de la excursión, se intercambiarán entre los distintos grupos para que cada uno tenga que solucionar problemas que, a lo mejor, no se habían planteado en su propio grupo. Es imprescindible llevar cámara de fotos para documentar todas nuestras observaciones.

▼ *Actividades para después de la visita*

Tras la visita y con los alumnos plenamente motivados, realizaremos distintas actividades que servirán para sistematizar todo lo aprendido y para resolver los

nuevos interrogantes planteados. Proponemos aquí unas cuantas, pero deberán ser los estudiantes los que se impliquen en la realización de las que más les gusten.

► *Actividad 1. Glosario de términos*

Seguramente, durante la visita, habrán surgido términos que, quizá, aún no conozcamos, como espeleotemas específicos, travertinos, gours, simas, dolinas, etc. De este modo completaremos un diccionario de términos kársticos.

► *Actividad 2. Las agresiones y la protección de las cuevas*

Discutiremos sobre cómo hemos encontrado la gruta que hemos visitado y el paraje que le rodea. Analizaremos los principales tipos de agresiones que puede sufrir un entorno kárstico y en particular las grutas o cuevas.

¿Qué comportamiento debe tener el visitante o el deportista que visita un entorno kárstico?

► *Actividad 3. El arte prehistórico en las cuevas*

Es posible que la gruta que hemos visitado contenga huellas del paso del hombre o manifestaciones artísticas.

Investigaremos, a partir de la información aportada en la visita, las distintas manifestaciones artísticas, el uso de los pigmentos, su simbolismo y significado y la causa de la buena preservación de pinturas y restos fósiles.

► *Actividad 4. Los paisajes kársticos en nuestra Comunidad*

Sobre un mapa mural de la Comunidad situamos las principales cuevas o grutas de que tengamos conocimiento. Comparamos con un mapa geológico y dibujamos los afloramientos de rocas calizas en el entorno de las cuevas. En cada uno de los puntos colocaremos una pequeña fotografía de las cuevas.

► *Actividad 5. Otros tipos de cuevas*

Existen otros tipos de cuevas, como las que se desarrollan en rocas salinas (también debidas a procesos de karstificación), cuevas en rocas volcánicas, cuevas en acantilados o cuevas en el hielo.

Podemos investigar sobre su origen y formación y sus características y compararlas con las cuevas kársticas sobre las que hemos estado trabajando.

► *Actividad 6. Maqueta del karst*

Después de comprender los elementos fundamentales, superficiales y subterráneos, que componen un paisaje kárstico, podemos elaborar una maqueta de un karst.

Se realizará por grupos y cada uno la elaborará según su creatividad.

Puede construirse con una caja de zapatos. El interior será nuestra gruta. Se puede forrar con papel (como el de los belenes) y con plastilina podemos modelar los distintos elementos que componen la cueva. Para ver el interior de la cueva, podemos levantar la tapa, o bien cortar un lateral de la caja y cubrirlo con plástico transparente. Sobre la tapa modelaremos el relieve exterior del karst. Para enriquecerlo se puede, incluso, conectar el interior y el exterior a través de simas o dolinas.

También puede realizarse con pasta de papel.

► *Actividad 7. El libro de las cuevas de...*

La principal actividad de síntesis será la presentación del guión de trabajo y cuestionario que cada grupo ha realizado. Se preparará una presentación en PowerPoint que se presentará al conjunto de la clase y se discutirán las respuestas a los cuestionarios.

Al final, elaboraremos un libro digital, en formato PowerPoint, donde expresaremos todo lo que hemos aprendido sobre las grutas y, en particular, sobre la que hemos visitado. Se documentará con las fotografías realizadas para, finalmente, “colgarlo” en nuestro blog e invitar a todos los escolares a que lo visiten.

C. PROCESOS DE EVALUACIÓN

En este caso las actividades para después de la visita son, en su conjunto, actividades de recapitulación y evaluación. Particularmente, la última que se ha propuesto es una recopilación de resultados del aprendizaje, y en este caso nos aseguraremos de que todos los aspectos trabajados e investigados queden reflejados en la exposición.

De cualquier manera, también conviene hacer una recapitulación al final de la secuencia de actividades previas a la visita, donde se revise lo que vamos aprendiendo en relación con los problemas generales del ámbito.

El esquema siguiente presenta una posible generalización de los conocimientos tras la secuencia de actividades.

1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?	
2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?	
3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?	Las rocas sedimentarias, como la caliza, sólo se pueden formar en presencia de agua, al igual que el desarrollo del paisaje kárstico.
4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?	La geosfera o parte sólida de la Tierra está compuesta de rocas y minerales.
5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?	La energía solar moviliza el ciclo del agua y la energía interna terrestre provoca cambios en las rocas de la geosfera.
6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?	La interacción entre las capas terrestres genera el paisaje.
7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?	El relieve se levanta gracias a la energía interna terrestre.
8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?	El hombre modifica el paisaje. El paisaje natural constituye un patrimonio que necesita protección.
9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?	El paisaje evoluciona a lo largo del tiempo.

OTRAS PROPUESTAS DE UNIDADES DIDÁCTICAS

Además de las expuestas desarrollaremos brevemente algunas ideas relativas a otras posibles unidades.

La exploración del espacio. Viaje por el Universo

La exploración del espacio, la vida de los astronautas, su formación y entrenamiento, las tareas en el espacio, los telescopios espaciales... Todo ello son informaciones y aspectos que atraen a niños y adultos de todas las edades.

Como recursos podemos contar con innumerables imágenes que pueblan la red, la página de la Nasa para los niños, la página de la ESA, o la herramienta Sky de Google Earth.

Algunos aprendizajes que se pueden lograr en relación con los problemas generales del ámbito son los siguientes:

<p>1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?</p>	<p>Conocimiento de los distintos cuerpos que pueblan el Universo.</p>
<p>2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?</p>	
<p>3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?</p>	<p>Nuestro planeta se caracteriza por la presencia de atmósfera, hidrosfera y una geosfera dinámica, así como por el desarrollo de la vida.</p>
<p>4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?</p>	
<p>5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</p>	
<p>6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</p>	
<p>7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</p>	<p>Otros planetas tienen procesos geológicos similares a la Tierra, puesto que también tienen energía interna.</p>
<p>8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</p>	<p>La humanidad interacciona también con el espacio y siempre con consecuencias. Hemos generado ya enorme cantidad de basura espacial.</p>
<p>9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</p>	<p>Nuestro planeta y todos los cuerpos del Universo evolucionan en el tiempo. Marte pudo haber tenido agua y albergar vida orgánica.</p>

El sol y la Luna nos acompañan

Como los astros más importantes de nuestro cielo visible, el Sol y la Luna forman parte de nuestra experiencia cotidiana.

El estudio del Sistema Tierra-Sol-Luna, sus movimientos y sus relaciones, proporciona conocimientos indispensables para comprender algunos fenómenos como las estaciones, el calendario, las mareas o los eclipses.

En sí misma constituye un importante centro de interés, pero tal como hemos visto en el caso de la Unidad didáctica del Sol, podemos abrir numerosos aspectos en relación con otros problemas del ámbito.

Algunos aprendizajes que se pueden lograr en relación con los problemas generales del ámbito son los siguientes:

<p>1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?</p>	<p>Conocimiento de los distintos cuerpos que pueblan el Universo.</p>
<p>2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?</p>	<p>La presencia de nuestro satélite condiciona las mareas y algunos fenómenos esporádicos pero espectaculares, como los eclipses.</p>
<p>3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?</p>	<p>Nuestro planeta se caracteriza por la presencia de atmósfera, hidrosfera y una geosfera dinámica, así como por el desarrollo de la vida. La Luna, por su parte, tiene un paisaje caracterizado por la ausencia de atmósfera e hidrosfera, y su dinámica interna ya se ha agotado.</p>
<p>4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?</p>	<p>La geosfera terrestre se compone de capas y rocas similares a la de la Luna.</p>
<p>5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</p>	
<p>6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</p>	
<p>7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</p>	<p>La Luna tuvo vulcanismo y sismicidad similares a los de la Tierra, puesto que también tuvo energía interna.</p>

<p>8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</p>	<p>La “conquista” de la Luna, como su nombre indica, marca las relaciones de la Humanidad respecto al conocimiento y explotación de los recursos de nuestro satélite.</p>
<p>9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</p>	<p>Nuestro satélite y todos los cuerpos del Universo evolucionan en el tiempo. La evolución de la Luna ha quedado grabada en su superficie y podemos estudiarla.</p>

El agua, una sustancia única

El agua, la sustancia química que convierte a nuestro planeta en la joya del Sistema Solar, la única que se puede presentar coexistiendo en los tres estados, un tesoro al que no podemos renunciar y del que no podemos prescindir, el oro del siglo XXI...

El agua, una sustancia común en nuestra vida, constantemente utilizada, permanentemente representada en nuestros paisajes, tanto naturales, como humanizados, ya sea por necesidad en el entorno rural agrícola, como por placer en el entorno urbano. Nuestra cultura ha girado en muchos aspectos en torno a la presencia y utilización del agua; los asentamientos que han generado nuestras ciudades y pueblos actuales se establecieron en su entorno, las sociedades evolucionaron teniendo en cuenta su falta o su existencia... es decir, que tenemos una auténtica cultura del agua.

Posiblemente la adecuada gestión del agua, su distribución frente a la enorme cantidad de demandas de la sociedad (consumo, ocio, energía), su tratamiento, recuperación y reciclado, sea uno de los grandes retos para las sociedades futuras.

Todo ello, son razones para abordar el estudio del agua en la escuela, dando lugar a un enorme entramado de relaciones que superan el ámbito de la Tierra y el Universo y que siempre interesarán a los niños.

Algunos de los aprendizajes que se pueden generar en relación con los problemas generales del ámbito se presentan en la siguiente página.

<p>1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?</p>	
<p>2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?</p>	
<p>3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?</p>	<p>Nuestro planeta se caracteriza por la presencia de atmósfera, hidrosfera y una geosfera dinámica, así como por el desarrollo de la vida.</p>
<p>4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?</p>	<p>La hidrosfera es el conjunto de agua del planeta. Su composición y distribución es fundamental para comprender su importancia como recurso. Conocemos sus propiedades físicas y químicas y las consecuencias de las mismas.</p>
<p>5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</p>	<p>Los movimientos de la hidrosfera son generados por la energía solar, y condicionan, entre otras cosas, el clima.</p>
<p>6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</p>	<p>El ciclo del agua, en su conjunto, es el resultado de la interacción de la hidrosfera con la atmósfera y la geosfera. El agua es el principal agente responsable de muchos paisajes superficiales y subterráneos.</p>
<p>7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</p>	
<p>8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</p>	<p>El agua es un recurso fundamental en nuestras vidas. La consumimos a través del ciclo urbano del agua. La podemos usar como fuente de energía. Su distribución irregular puede ser fuente de conflictos sociales y políticos. Las sociedades han aprovechado el agua desde tiempos remotos dejando un enorme patrimonio cultural en torno al agua.</p>
<p>9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</p>	<p>El origen y presencia de la Hidrosfera y sus propiedades permitieron el origen y desarrollo de la vida.</p>

Nosotros podemos ser meteorólogos

Estamos inmersos en la atmósfera y la manifestación de su movimiento, el tiempo atmosférico, condiciona, en gran medida, nuestras costumbres y modo de vida, e, incluso, nuestro estado de ánimo. El cielo, siempre cambiante, presenta a veces un espectáculo de gran belleza, desde los días claros de un azul impecable, a la presencia de fantásticas nubes de tormenta. Los distintos estados atmosféricos, variables según las estaciones, se reflejan en plantas y animales, así como en nuestros hábitos, horarios, ropa o nuestra alimentación. Muchos refranes populares encierran un profundo conocimiento meteorológico, acumulado en siglos de observaciones, y forman parte de nuestro patrimonio cultural. Hoy, en la era de los medios de comunicación, todos los niños están familiarizados con los mapas del tiempo y con la predicción meteorológica. Por ello, el interés en el aula de esta unidad didáctica está garantizado.

Los fenómenos meteorológicos son fácilmente observables, e incluso medibles, y constituyen una primera aproximación al estudio de los fenómenos naturales. En particular son una buena manera de iniciarse en la toma y registro de datos, y en el manejo e interpretación de gráficas. Se puede partir de observaciones sin aparatos en el primer ciclo o de instrumentos “caseros”, para llegar al uso de instrumentos meteorológicos de medida habituales en Meteorología.

Es interesante comprobar cómo el hombre se ha adaptado a vivir en distintas situaciones climáticas, en algunos casos bastante extremas. Del mismo modo, no podemos obviar cómo la acción antrópica ha introducido modificaciones en la atmósfera que provocan cambios en la meteorología y globalmente en el clima.

Algunos de los aprendizajes que se pueden generar en relación con los problemas generales del ámbito son los siguientes:

1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?	
2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?	La sucesión de las estaciones provoca cambios en la meteorología que se repiten cíclicamente y que explican nuestro clima.
3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?	Nuestro planeta se caracteriza por la presencia de atmósfera e hidrosfera y, como consecuencia, de su dinámica propia y sus interacciones se producen el clima y los distintos fenómenos meteorológicos.

<p>4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?</p>	<p>La atmósfera y la hidrosfera son capas fluidas. La atmósfera se compone de gases y la hidrosfera de agua en sus distintos estados.</p>
<p>5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</p>	<p>Los movimientos de la atmósfera y la hidrosfera son generados por la energía solar y dichos movimientos condicionan el clima.</p>
<p>6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</p>	<p>El clima es el resultado de la interacción fundamentalmente de las capas fluidas.</p>
<p>7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</p>	
<p>8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</p>	<p>El viento y la energía solar se pueden aprovechar como fuente de energía. Las acciones del hombre provocan cambios drásticos que repercuten sobre el clima y pueden intensificar fenómenos meteorológicos catastróficos, como lluvias torrenciales, huracanes, sequías, etc.</p>
<p>9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</p>	<p>La atmósfera ha sufrido cambios desde su origen a la actualidad. El hombre, en poco tiempo, ha provocado modificaciones de consecuencias imprevisibles, como el adelgazamiento de la capa de ozono, o la elevación de la temperatura media de la atmósfera.</p>

El suelo, soporte de la vida

El suelo es la delgada y frágil capa sobre la que se asienta la biosfera en los continentes. No hace falta añadir más para comprender su importancia vital para el hombre. En él encontramos todos los constituyentes del planeta: aire, agua, minerales y rocas y millones de microorganismo que ayudan a degradar la materia orgánica de plantas y animales.

El suelo, pues, es el resultado de la interacción de todas las capas del Sistema Tierra, y es un sistema en sí mismo en un equilibrio delicado, en el que cualquier modificación de los componentes o de los factores que lo forman conllevará su alteración o incluso su eliminación.

La formación de un suelo depende del clima, el relieve, la roca madre, la acción de los organismos y el tiempo. El tiempo de formación de un suelo es variable, pero en ningún caso se puede considerar regenerable a escala humana.

El hombre, en sus usos del suelo, lo modifica, maltrata y degrada, y en muchos casos provoca su pérdida irremediable, unas veces por sobreexplotación, otras por deforestación accidental o consciente.

Algunos de los aprendizajes que se pueden generar en relación con los problemas generales del ámbito son los siguientes:

1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?	
2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?	
3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?	Nuestro planeta se caracteriza por la presencia de atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera, de cuya relación surge el suelo. Somos, pues, el único planeta conocido que posee este recurso.
4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?	Las distintas rocas que componen la geosfera pueden dar lugar a suelos diferentes.
5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?	El suelo, como depósito resultante de la meteorización, es el resultado de la acción de la energía solar que condiciona los procesos geológicos externos.
6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?	El suelo es la interfase entre las distintas capas terrestres: atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera. Su formación y evolución depende de la interacción entre las mismas.
7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?	
8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?	El suelo constituye un recurso fundamental. Sin embargo, provocamos agresiones constantes que devienen en una pérdida del mismo y pueden provocar desertización.
9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?	

Cuando la tierra tiembla

De vez en cuando, los medios de comunicación nos informan de que en algún lugar del planeta ha ocurrido un terremoto de magnitud importante que ha causado gran número de víctimas. Entonces se desata el interés mediático y nos inundan con informaciones, más o menos científicas, sobre el origen de los terremotos.

De hecho, la mayoría de los niños están familiarizados con estas manifestaciones de la energía interna terrestre y conocen, incluso, que la superficie terrestre se divide en placas que se mueven.

¿Puede ocurrirnos a nosotros? ¿Qué se debe hacer en caso de terremotos? ¿Pueden los geólogos predecirlos? Son todas preguntas que despiertan su interés y curiosidad y que encamina el tratamiento escolar de los terremotos como riesgo natural, valorando el papel de los geólogos en el estudio y la prevención de este tipo de fenómenos.

Pero los terremotos son también la manifestación de que vivimos en un planeta activo, un planeta en evolución con una dinámica apasionante y espectacular. Son “pequeñas” sacudidas que nos advierten de que en el interior terrestre ocurren procesos lentos, pero inexorables. Los terremotos nos dibujan los límites de las placas y, además, el estudio de las ondas sísmicas nos ha permitido construir el modelo sobre cómo es el interior terrestre.

Algunos de los aprendizajes que se pueden generar en relación con los problemas generales del ámbito son los siguientes:

1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?	
2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?	
3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?	Al igual que trabajamos diferencias, podemos ver como la sismicidad es un proceso habitual en todos los cuerpos del Sistema Solar que poseen energía.

<p>4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?</p>	<p>Las rocas acumulan energía que liberan de forma puntual provocando terremotos. Las rocas sólidas y los líquidos transmiten las ondas sísmicas. El estudio de las ondas sísmicas nos permite conocer el interior de la Tierra.</p>
<p>5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</p>	<p>La geosfera se moviliza por la acción de la energía interna terrestre, de origen primordial o nuclear.</p>
<p>6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</p>	
<p>7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</p>	<p>La energía interna se manifiesta en movimientos esporádicos, como terremotos y volcanes, o lentos, como la Tectónica de Placas y la construcción del relieve.</p>
<p>8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</p>	<p>El hombre puede prevenir o minimizar los riesgos debidos a la energía interna del planeta.</p>
<p>9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</p>	<p>El planeta ha tenido distintas configuraciones continentales a lo largo de su historia. Los movimientos de las placas causan la sismicidad.</p>

Los ríos, los trabajadores de la Tierra

Todos nuestros núcleos urbanos (ciudades o pueblos) se encuentran en torno a los cursos de agua. El desarrollo agrícola y las necesidades de consumo han guiado siempre al hombre al entorno de los ríos. En algunos casos, incluso la configuración espacial o urbanística de nuestras ciudades o pueblos está condicionada por la existencia de los ríos que las atraviesan, y son su arteria principal, parte del pulmón y corazón de nuestro hábitat. Ríos que han marcado la historia de las civilizaciones, el desarrollo de determinadas culturas, las vías de comunicación con otros espacios desde antiguo... Son, por ello, un centro de interés que nos permite el desarrollo de múltiples relaciones con ámbitos más o menos

alejados de las Ciencias de la Tierra, como la Historia, la Geografía, el Arte o el Turismo.

Además de su relación con el hombre, los ríos son los agentes geológicos más fácilmente observables y comprensibles para los niños. Forman parte evidente del ciclo del agua, y son en su mayoría manifestaciones superficiales de las aguas subterráneas, con las que mantienen comunicación a lo largo de todo su recorrido. Su papel como agente erosivo, de transporte y de sedimentación, no sólo es accesible a la experiencia directa, sino que también es fácilmente reproducible en el aula escolar.

Es el principal modelador del paisaje en las zonas templadas y las formas que genera son fácilmente reconocibles: valles en V, cascadas o rápidos, llanuras aluviales, deltas, estuarios o marismas, configuran paisajes que nos son familiares y accesibles.

Desde la perspectiva medioambiental constituyen ecosistema con fauna y flora particular, y la regularización de su cauce, a través de pantanos y embalses, puede tener aprovechamiento energético o de regadío y consumo.

Algunos de los aprendizajes que se pueden generar en relación con los problemas generales del ámbito son los siguientes:

1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?	
2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?	
3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?	Nuestro planeta se caracteriza por la presencia de atmósfera, hidrosfera y una geosfera dinámica, así como por el desarrollo de la vida.
4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?	Los ríos son corrientes de agua dulce superficial. Son un recurso hídrico fundamental para las actividades agrícolas y nuestro consumo. Las propiedades físico-químicas de sus aguas y su capacidad de recuperación son aspectos fundamentales en su papel como ecosistema y en su uso como recurso.

<p>5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?</p>	<p>La energía de un río, como la de todos los movimientos del agua, depende de la energía solar y de la energía gravitatoria.</p>
<p>6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?</p>	<p>Los ríos son el agente geológico superficial por excelencia. Sus aguas acarrear millones de toneladas de depósitos a los mares anualmente, y modelan el paisaje de los países templados. Son también un ecosistema particular en los continentes.</p>
<p>7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?</p>	
<p>8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?</p>	<p>El agua es un recurso fundamental en nuestras vidas. La consumimos a través del ciclo urbano del agua. La podemos usar como fuente de energía. Su distribución irregular puede ser fuente de conflictos sociales y políticos. Las sociedades han aprovechado el agua desde tiempos remotos, dejando un enorme patrimonio cultural en torno al agua.</p>
<p>9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?</p>	<p>El origen y presencia de la hidrosfera y sus propiedades permitieron el origen y desarrollo de la vida.</p>

Los fósiles nos cuentan la historia de la vida

La dinomanía llegó a nuestra sociedad de la mano de películas como *Jurassic Park*, y ya no nos ha abandonado. Películas de animación, cuentos, libros más o menos divulgativos, documentales, atlas de imágenes, etc., han inundado la imaginación de los niños. Ya no hay nadie que no haya “visto” o sepa algo de los dinosaurios. Tenemos que agradecer a estos gigantes o diminutos seres el haber dado a conocer al público en general la existencia de la ciencia Paleontológica y su importante papel en la reconstrucción de la vida y la Historia de la Tierra.

Conchas, huesos o dientes, es decir, partes duras, pero también huellas de paso, o cualquier otro rastro de la actividad de un ser vivo, constituyen el registro fósil de las rocas. Los fósiles aportan el conocimiento de la evolución de la vida, de las

distintas biosferas de cada periodo del planeta, nos muestran seres del pasado, algunos con peculiaridades que desbordan nuestra imaginación, y nos permiten ir reconstruyendo el hilo de la aparición de nuestra especie.

Podemos simular el proceso de fosilización en clase, pero nunca nos debemos quedar en lo anecdótico de esta experiencia. Los fósiles son un poderoso instrumento de interpretación geológica, que nos permiten reconstruir la distribución histórica de continentes y océanos, los climas antiguos o la edad las rocas; por otra parte, el propio proceso de fosilización nos ayuda a comprender la formación de las rocas que los contienen.

Algunos de los aprendizajes que se pueden generar en relación con los problemas generales del ámbito son los siguientes:

1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?	
2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?	
3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?	Nuestro planeta se caracteriza por la presencia de atmósfera, hidrosfera y una geosfera dinámica, así como por el desarrollo de la vida.
4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?	La biosfera se compone de todo el conjunto de seres vivos del planeta, compuestos fundamentalmente por materia orgánica. Las partes duras de los organismos pueden fosilizar y formar parte de las rocas. También puede fosilizar cualquier huella de la actividad vital de un organismo.
5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?	
6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?	El proceso de sedimentación, desarrollado preferentemente en las cuencas marinas, favorece que los restos de los seres vivos se entierren en los sedimentos. La transformación en roca sedimentaria incluye la fosilización de dichos restos.

7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?	
8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?	
9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?	La aparición de la vida y su diversificación y evolución a lo largo de la historia de la Tierra se puede estudiar gracias a los fósiles. Éstos, además, nos permiten datar las rocas y reconstruir las distintas configuraciones del Planeta en el tiempo geológico.

Los volcanes: los dragones de la Tierra

Lo más parecido a los dragones, esos seres mitológicos que echan fuego, y guardan los tesoros de las entrañas de la Tierra, son, sin duda, los volcanes, con los que seguramente están emparentados mitológicamente. Muchos niños creen que en los cráteres y el interior de los volcanes se encuentran diamantes y otras piedras preciosas, y que entran en actividad cuando el hombre los molesta o intenta robar sus tesoros. Son, pues, auténticos dragones de la Tierra. En actividad, constituyen un espectáculo llamativo y hermoso que nos llevan a imaginar ríos de lava subterránea y un corazón inquieto del planeta; apagados, nos muestran su cara más amable, pero nos hacen pensar en otras épocas geológicas quizás más activas.

Además de ser la manifestación externa más evidente del calor interno terrestre, son la evidencia de uno de los procesos generadores de rocas, el magmatismo. Así, las rocas volcánicas presentan características texturales que nos permiten determinar su origen y nos hablan de si el proceso magmático ha sido explosivo, o si, por el contrario, ha generado ríos de lava.

Son también un exponente de la combinación de los flujos de energía del planeta. Los procesos internos generan los relieves volcánicos, que una vez en superficie se modelan dando paisajes característicos.

Como riesgo natural, aunque menos catastrófico que los terremotos, son también fuente de problemas ambientales de graves consecuencias para el hombre. Su monitorización y estudio por parte de los geólogos permite controlar y minimizar sus consecuencias.

Algunos de los aprendizajes que se pueden generar en relación con los problemas generales del ámbito:

1. ¿Qué tipo de objetos materiales constituyen nuestro Universo conocido?	
2. ¿Qué consecuencias se dan en nuestro planeta por el hecho de encontrarse en el Sistema Solar?	
3. ¿Qué diferencia nuestro planeta del resto de planetas del Sistema Solar?	Al igual que trabajamos diferencias, podemos ver como el vulcanismo es un proceso habitual en todos los cuerpos del Sistema Solar que poseen energía.
4. ¿Cuál es la constitución fundamental de las capas terrestres?	El interior terrestre se encuentra mayoritariamente en estado sólido, pero las rocas pueden fundirse y producir magmas. Los magmas pueden llegar a la superficie edificando volcanes, y formar las rocas volcánicas que nos dan información de la composición del interior de la Tierra.
5. ¿Cuál es la energía y dinámica propia de las capas terrestres?	El interior de la geosfera se moviliza por la acción de la energía interna terrestre, de origen primordial o nuclear.
6. ¿Cuáles son los resultados principales de las interacciones entre las capas externas terrestres?	
7. ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que el planeta posea energía propia?	La energía interna se manifiesta en movimientos esporádicos, como terremotos y volcanes, o lentos, como la Tectónica de Placas y la construcción del relieve.
8. ¿Cómo interacciona la humanidad con el planeta?	El hombre puede prevenir o minimizar los riesgos debidos a la energía interna del planeta.
9. ¿Qué cambios fundamentales ha sufrido el planeta a lo largo del tiempo?	El planeta ha tenido distintas configuraciones continentales a lo largo de su historia. Los movimientos de las placas causan el vulcanismo.

8. BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

CAPÍTULO 2. ¿POR QUÉ Y PARA QUÉ INVESTIGAR SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO EN PRIMARIA?

CAPÍTULO 3. ¿QUÉ SE DEBE SABER PARA ENSEÑAR SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO?

ANGUITA VIRELLA, F. (1981). “La Geología en el contexto interdisciplinar”, en *Geología y Medio Ambiente*, CEOTMA, MOPU, Madrid.

ASTROMÍA: <http://www.astromia.com/>

AA.VV. (1991). “Declaración Internacional de los derechos de la Tierra”, en el 1º *Symposium Internacional sobre la conservación del Patrimonio Geológico* (Digne les Bains, 11-16 June 1991).

CAÑAL, P.; POZUELOS, F. J. y TRAVÉ, G. (2005). *Descripción General y Fundamentos. Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12)*. Díada, Sevilla.

CAÑAL, P. (1997). “El ámbito de investigación de La Tierra y el Universo: análisis del conocimiento científico de referencia”, en Cañal, P.; Lledó, A. I.; Pozuelos F. J., y Travé, G. (Ed.): *Investigar en la escuela: elementos para una enseñanza alternativa*. Díada, Sevilla.

CAÑAL, P. (2008). *Investigando los seres vivos*. Proyecto Curricular INM (6-12), Díada, Sevilla.

IGME (COMISIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA) (2008). *Planeta Tierra. Ciencias de la Tierra para la Sociedad*. Folleto Temático.

HERNÁNDEZ, M.J. (2011). “Educación para las ciencias del Sistema Tierra en el siglo XXI”, *Alambique*, nº 67, Graó, pp. 46-52.

HOOYKAAS, R (1975). “Catastrophism in Geology: its scientific carácter in relation to actualism and uniformitarianism” en Albritton, C., ed., *Philosophy of Geohistory*, Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, pp. 311-356.

- KUHN, T (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México.
- LE PICHON, X (2000). “El renacimiento de las Ciencias de la Tierra”, *Mundo Científico*, julio-agosto, pp. 83-84.
- PROYECTO GEOSFERA (2008). <http://proyectogeosfera.wordpress.com/>
- RYAN, P. y ROELEVELD, W. (2003). “Características generales del currículo troncal europeo en Ciencias de la Tierra” en *Tuning Educational Structures in Europe*. Ed. Universidad de Deusto, España.
- SIMPSON (1970). “La ciencia histórica” en Albritton, C. ed., *Filosofía de la Geología*. Editorial Continental, México.
- TARBUCK, L y LUTGENS, F (2005). “*Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física*. (8ª ed). Prentice Hall.
- TOULMIN, S., y GOODFIELD, J. (1965). *The Discovery of Time*. Harper & Row, New York.
- WILSON, J. T. (1968): “Revolution dans les Sciences de la Terre”, *Vie et Milieu*, XIX, 2B, pp. 395-424, (Trad. Cast. Domingo, M. (1993). “Revolución en las Ciencias de la Tierra”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1.2, pp. 72-79).

CAPÍTULO 4. ¿QUÉ CONOCIMIENTOS INICIALES SUELEN TENER LOS ALUMNOS DE PRIMARIA SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO?

Somos conscientes de la gran cantidad de citas que presentamos en este capítulo, pero puesto que nosotros hemos realizado una selección y síntesis de los resultados de dichos estudios, consideramos apropiado que cada profesor pueda revisar los trabajos completos si así lo desea.

- AFONSO R.; BAZO, C.; LÓPEZ, M.; MACAU, M. D. y RODRIGUEZ, M. L. (1995). “Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el universo”, *Enseñanza de las ciencias*, 13(3), pp. 327-335.
- ALLAIN, J. C. (1995). “Séismes, éruptions volcaniques, intérieur de la Terre: conceptions d’élèves de huit à dix ans”. *Aster* n° 20, INRP.
- ALBANESE, A.; DANHONI NEVES, M. C. y VICENTINI, M. (1997). “Models in science and in education: A critical review of research on students’ ideas about the Earth and its place in the universe”, *Science & Education*, 6, pp. 573-590.
- ASSARAF, O. B. y ORION, N. (2005). “Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education”, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 42, n° 5, pp. 518-560.

- ATWOOD, R. y ATWOOD, V. (1996). "Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons", *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), pp. 553-563.
- BACH, J.; COUSO, D. y FRANCH, J. (2006). "Estrategias de enseñanza del sistema Sol-Tierra", *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14(1), pp. 29-37.
- BAR, V. (1989). "Childrens' views about the water cycle", *Science Education*, 73, pp. 481-500.
- BAXTER, J. (1989). "Children's understanding of familiar astronomical events", *International Journal of Science Education*, vol.11, pp. 502-513.
- BLAKE, A. (2005). "Do young children's ideas about the Earth's structure and processes reveal underlying patterns of descriptive and causal understanding in earth science?", *Research in Science & Technological Education*, vol. 23, nº 1, pp. 59-74.
- BLAKE, A. (2004). "Helping young children to see what is relevant and why: supporting cognitive change in earth science using analogy", *International Journal of Science Education*, 26:15, pp. 1.855-1.873.
- BLAKE, A. (2001). "Developing Young Children's Understanding: An Example from Earth Science", *Evaluation and Research in Education*, vol 15, nº 3, pp. 154-163.
- CALONGE, A y LÓPEZ CARRILLO, M. A. (2005). "Una propuesta práctica para acercarse a la noción de fósil y fosilización. [Versión electrónica]". *Alambique*, 44.
- CAMINO, N. (1995). "Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna", *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), pp. 81-96.
- CLARK, S.; LIBARKIN, J.; KORTZ, K. y JORDAN, S. (2011). "Alternative Conceptions of Plate Tectonics Held by Nonscience Undergraduates", *Journal of Geoscience Education*, vol. 59, nº 4, pp. 251-262.
- CORTÉS GRACIA, A. L. (2004). "Ideas sobre la permeabilidad en estudiantes de Magisterio", *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), pp. 37-46.
- DAL, B. (2007). "Critical Learning Barriers and Develop A Deep Understanding of Geology?" *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), pp. 251-269.
- DAL, B. (2006). "The Origin and Extent of Student's Understandings: The Effect of Various Kinds of Factors in Conceptual Understanding in Volcanism", *Electronic Journal of Science Education*, vol. 11, nº 1; pp. 38-59.
- DAL, B. (2005). "The initial concept of fifth graduate Turkish's students related to earthquakes", *European Journal of Geography*, 326, pp. 1-17.

- DAHL, J.; ANDERSON, S. W. y LIBARKIN, J. C. (2005). "Digging into Earth Science: Alternative conceptions held by K-12 teachers", *Journal of Science Education*, 12, pp. 65-68.
- DAVID, R. (2001). "Deep time framework: A preliminary study of U.K. Primary teachers' conceptions of geological time and perceptions of geoscience", *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (2), pp. 191-221.
- De MANUEL, J. (1995). "¿Porqué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra", *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), pp. 227-236.
- DICKERSON, D. L. y DAWKINS, K. R. (2004). "Eighth grade students' understandings of groundwater", *Journal of Geoscience Education*, vol. 52, pp. 178-181.
- DODICK, J. (2007). "Understanding evolutionary change within the framework of geological time", *McGill Journal of Education*, vol. 42, nº 2, pp. 245-263.
- DODICK, J. y ORION, N. (2003). "Cognitive factors affecting student understanding of geologic time", *Journal of research in science teaching*, 40 (4), pp. 415-442.
- DODICK, J. T. y ORION, N. (2003). "Measuring student understanding of deep time." *Science Education*, 87, pp. 708-731.
- DOVE, J. (1997). "Student ideas about weathering and erosion", *International Journal of Science Education*, 19:8, pp. 971-980.
- DOVE, J. E. (1998). "Students' alternative conceptions in Earth science: a review of research and implications for teaching and learning", *Research Papers in Education*, 13:2, pp. 183-201.
- DOVE, J. E., EVERETT, L. A. y PREECE, P. (1999). "Exploring a Hydrological Concept through Children's Drawings", *International Journal of Science Education*, vol. 21, nº 5, pp. 485-497.
- DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGIEN, A. (1989). "*Ideas científicas de la infancia y adolescencia*". Madrid, M.E.C.
- EVANS, E. M. (2000). "The emergence of beliefs about the origins of species in school-age children, *Merrill-Palmer Quarterly*, http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3749/is_200004/ai_n8892715
- FLORES CAMACHO, F. (Coord.)(2004). *Caracterización de ideas previas. Base de datos*. CCADET Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico antes Centro de Instrumentos, UNAM.
- FORD, B. y TAYLOR, M. (2006). "Investigating Students' Ideas about Plate Tectonics", *Science Scope*, vol. 30, nº1, pp. 38-43.
- FORD, D. (2005). "The Challenges of Observing Geologically: Third Graders' Descriptions of Rock and Mineral Properties", *Science Education*, vol. 89, nº 2, pp. 276-295.

- FORD, D. (2003). "Sixth Graders' Conceptions of Rocks in their Local Environments", *Journal of Geoscience Education*, vol. 51, n° 4, pp. 373-376.
- GIL QUÍLEZ, M. J. y MARTÍNEZ PEÑA, M. B. (2005). "El modelo sol-tierra-luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de magisterio", *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), pp. 153-166.
- GOBERT, J. D. (2000). "A typology of causal models for plate tectonics: Inferential power and barriers to understanding", *International Journal of Science Education*, 22, pp. 937-977.
- GOBERT, J.D. y CLEMENT, J. J. (1999). "Effects of student-generated diagrams versus student-generated summaries on conceptual understanding of causal and dynamic knowledge in plate tectonics", *Journal of Research in Science Teaching*, 36, pp. 39-53.
- GOSSELIN, D. C. y MACKLEM-HURST, J. L. (2002). "Pre-/post-knowledge assessment of an earth science course for elementary/middle school education majors" *Journal of Geoscience Education*, 50 (2), pp. 169-175.
- HAWLEY, D. (2002). "Building conceptual understanding in young scientists", *Journal of Geoscience Education*, vol. 50, n° 4, pp. 363-371.
- ISHIKAWA, T y KASTENS, K. (2005). "Why Some Students Have Trouble with Maps and Other Spatial Representations", *Journal of Geoscience Education*, v. 53, n° 2, pp. 184-197.
- KALI, Y.; ORION, N. y EYLON, B. S. (2003). "Effect of Knowledge Integration Activities on Students' Perception of the Earth's Crust as a Cyclic System", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 40, n° 6, pp. 545-565.
- KING, C. (2010). "An Analysis of Misconceptions in Science Textbooks: Earth science in England and Wales", *International Journal of Science Education*, 32:5, pp. 565-601.
- KASTNING, E. y KASTNING, K. (1999). "Misconceptions About Caves and Karst: Common Problems and Educational Solutions", *National Cave and Karst Management Symposium*, pp. 99-107.
- KUSNICK, J (2002). "Growing pebbles and conceptual prisms-understanding. The source of student misconceptions about rock formation". *Journal of Geoscience Education*, vol. 50, n° 1, pp. 31-39.
- LACIN SİMSEK, C. (2007). "Children's Ideas about Earthquakes", *International Journal of Environmental & Science Education*, 2 (1), pp. 14-19.
- LELLIOT, A. y ROLLNICK, M. (2010). "Big ideas: A review of astronomy education research 1974-2008", *International Journal of Science Education*, vol. 32 (13), pp. 1.771-1.779.
- LIBARKIN, J. (2001). "Assessing Students' Alternative Conceptions. Research Methodologies in Science Education", *Journal of Geoscience Education*, vol. 49, n° 4, pp. 378-383.

- LIBARKIN, J.; ANDERSON, S.; DAHL, J.; BEILFUSS, M. y BOONE, W. (2005). "Qualitative Analysis of College Students' Ideas about the Earth: Interviews and Open-Ended Questionnaires", *Journal of Geoscience Education*, vol. 53, nº 1, pp. 17-26.
- LIBARKIN, J.C. y ANDERSON, S.W. (2005). "Assessment of learning in entry-level geoscience courses: Results from the Geoscience Concept Inventory", *Journal of Geoscience Education*, 53, pp. 394-401.
- LIBARKIN, J. (2006). "College student conceptions of geological phenomena and their importance in classroom instruction", *Planet*, 17, pp. 6-9.
- LILLO, J (1993). "Errores conceptuales de los alumnos de EGB sobre la formación de las montañas", *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1.2., pp. 98-106.
- LILLO, J. (1994). "An analysis of the annotated drawings of the Internal Structure of the Earth made by Students aged 10-15 from Primary and Secondary Schools in Spain". *Teaching Earth Sciences* , vol 19, 3, pp. 83-87
- LILLO, J. (1995). "Ideas de los alumnos y obstáculos epistemológicos en la construcción de los conceptos de fósil y fosilización", *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3.3, pp. 154-163.
- MARTÍNEZ, P.; BANNAN, B.; y KITSANTAS, A. (2012). "Bilingual Students' Ideas and Conceptual Change About Slow Geomorphological Changes Caused by Water", *Journal of Geoscience Education*, vol. 60, nº 1, pp. 54-66.
- MARTÍNEZ SEBASTIÀ, B. (2004). "La enseñanza/aprendizaje del modelo Sol-Tierra: análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria". *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n 1, pp. 7-32.
- MARQUES, L. y THOMPSON, D. (1997). "Portuguese students' understanding at ages 10-11 and 14-15 of the origin and nature of the Earth and the development of life", *Research in Science & Technological Education*, 15 (1), pp. 29-51.
- MARQUES, L. y THOMPSON, D. (1997). "Misconceptions and conceptual changes concerning continental drift and plate tectonics among Portuguese students aged 16-17", *Research in Science and Technological Education*, 15, pp. 195-222.
- MEJÍAS TIRADO, N y MORCILLO, J. G. (2006). "Concepciones sobre el origen de los terremotos: Estudio de un grupo de alumnos de 14 años de Puerto Rico", *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), pp. 125-138.
- NAKHLEH, M.; SAMARAPUNGAN, A. y SAGLAM, Y. (2005). "Middle School Students' Beliefs About Matter", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 42, nº 5, pp. 581-612.
- NAVARRO, M. (2011). "Enseñanza y aprendizaje de Astronomía diurna en primaria mediante «secuencias problematizadas» basadas en mapas evolutivos", *Enseñanza de las Ciencias*, 29(2), pp. 163-174.

- NAVARRETE, A. (1998). “Una experiencia de aprendizaje sobre los movimientos relativos del sistema “Sol-Tierra-Luna” en el contexto de la formación inicial de maestros”, *Investigación en la Escuela*, nº 35, pp. 5-20.
- NAVARRETE, A.; AZCÁRATE, P. y OLIVA, J. M. (2004). “Algunas interpretaciones sobre el fenómeno de las estaciones en niños, estudiantes y adultos: Revisión de la literatura”, *Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias*, vol. 1, nº 3, pp. 146-166.
- NEWTON, L. D. (2003). “The occurrence of analogies in elementary school science books”, *Instructional Science*, 31, pp. 353-375.
- NEWTON, D. P. y NEWTON, L. D. (1995). “Using analogy to help young children understand”, *Educational Studies*, 21(3), pp. 379-393.
- NUSSBAUM, J. (1979). “Children’s conceptions of the earth as a cosmic body: A cross-age study”, *Science Education*, 65(2), pp. 187-196.
- NUSSBAUM, J. y NOVAK, J. D. (1976). “An assessment of children’s concepts of the Earth utilizing structured interviews”, *Science Education*, 60 (4), pp. 535-550.
- ONIDA, M. y SEGALINI, L. (2006). “Investigación didáctica en la Escuela primaria: una experiencia sobre los fenómenos volcánicos”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (14.3), pp. 247-258.
- PARHAM, T.; CERVATO, C.; GALLUS W.; LARSEN, M.; HOBBS, J.; STELLING, P.; GREENBOWE, T.; GUPTA, T.; KNOX, J. y GILL, T. (2010). “The Invest Volcanic Concept Survey: Exploring student understanding about volcanoes”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 58, nº 3, pp. 177-187.
- PARKER, J. y HEYWOOD, D. (1998). “The earth and beyond: developing primary teachers’ understanding of basic astronomical events”, *International Journal of Science Education*, 20(3), pp. 503-520.
- PEDRINACI, E (1987). “Representaciones de los alumnos sobre los cambios geológicos”. *Investigación en la escuela*, 2, pp. 65-74.
- PEDRINACI, E (2000). “La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento geológico” en Perales y Cañal (Dir.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Marfil, Alcoy, pp. 479-504.
- PEDRINACI, E. (2001). *Los procesos geológicos internos*. Síntesis Educación. Madrid.
- PÉREZ, U.; ÁLVAREZ, M.; SERRALLÉ J. F. (2009). “Los errores de los libros de texto de primer curso de ESO sobre la evolución histórica del conocimiento del Universo”, *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), pp. 109-107.
- RAPPAPORT, E. (2009). “What Undergraduates Think About Clouds and Fog”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 57, nº. 2, pp. 145-151.
- ROSS, K.E.K. y SHUELL, T. J. (1993). “The Earthquake Information Test: validating an instrument for determining students’ misconceptions”, *Annual Hsetting of the Northeastern Educational Research Association*. 32 p.
- SCHOON, K. J. (1992). “Students’ alternative conceptions of earth and space”, *Journal of Geological Education*, 40, pp. 209-214.

- SCHOON, K. J. (1995). "The origin and extent of alternative conception in the earth space sciences: A survey of re-service elementary teachers", *Journal of Elementary Science Education*, 7(2), pp. 27-46.
- SCHOON, K. (1989). "Misconceptions in the Earth Sciences: a cross-age study", *62nd Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, California. 25 p. Disponible en ERIC.
- SHARP, J. G., (1996). "Children's astronomical beliefs: a preliminary study of year 6 children in south-west England". *International Journal of Science Education*, 18(6), pp. 685-712.
- SHARP, J. y KUERBIS, P. (2006). "Children's ideas about the Solar System and the chaos in learning science" *Science Education*, 90(1), pp. 124-147.
- SHEPARDSON, D. P.; WEE, B.; PRIDDY, M.; SCHELLENBERGER, L. y HARBOR, J. (2008). "Water Transformation and Storage in the Mountains and at the Coast: Midwest students' disconnected conceptions of the hydrologic cycle", *International Journal of Science Education*, pp. 1-25, iFirst Article.
- SNEIDER, C. y OHADI, M. (1998). "Unraveling students' misconceptions about the Earth's shape and gravity", *Science Education*, 82, pp. 265-284.
- SUMMERS, M. y MANT, J. (1995). "A survey of British primary school teachers' understanding of the Earth's place in the universe", *Educational Research* (37), 1, pp. 3-19.
- TSAI, C. C. (2001). "Ideas about earthquakes after experiencing a natural disaster in Taiwan: An analysis of student's worldviews", *International Journal of Science Education*, 23(10), pp. 1007-1016.
- TREND, R. (2005). "Individual, situational and topic interest in geoscience among 11- and 12-year-old children", *Research Papers in Education*, 20:3, pp. 271-302.
- TREND, R (2001). "An Investigation into the Understanding of Geological Time among 17-year-old Students, with Implications for the Subject Matter Knowledge of Future Teachers", *International Research in Geographical and Environmental Education*, vol. 10, nº 3, pp. 298- 321.
- TREND, R. (2001). "Deep Time Framework: A Preliminary Study of U.K. Primary Teachers' Conceptions of Geological Time and Perceptions of Geoscience" *Journal of research in science teaching*, vol. 38, nº 2, pp. 191-221.
- TREND, R.; EVERETT, L. y DOVE, J. (2000). "Interpreting primary children's representations of mountains and mountainous landscapes and environments", *Research in Science & Technological Education*, vol. 18, nº1, pp. 85-28.
- 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*, vol. 22, nº. 5, pp. 539-555.

- TREND, R. (1998). "An investigation into understanding of geological time among 10-and 11-year old children", *International Journal of Science Education*, 20, pp. 973-988.
- VEGA, A. M. (2001). "Tenerife tiene seguro de Sol (y de Luna). Representación del profesorado de Primaria acerca del día y la noche" *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), pp. 31-44.
- VOSNIADOU, S. y BREWER, W. F. (1992). "Mental models of the earth: An study of conceptual change in childhood", *Cognitive Psychology*, 24, pp. 535-585.
- VOSNIADOU, S. y BREWER, W. F. (1994). "Mental models of the day/night cycle". *Cognitive Science*, 18, pp. 123-183.
- WUNDERLE, M. S. (2007). *Investigating in-service educators' and undergraduates' mental tectonic models*. Thesis. Ohio University. http://www.ohiolink.edu/etd/send-pdf.cgi/Wunderle%20Marcus%20S.pdf?acc_num=ohiou1172000546.

Medioambiente

- ANDERSSON, B. y WALLIN, A. (2000). "Students' understanding of the greenhouse effect, the societal consequences of reducing CO₂ emissions and the problem of ozone layer depletion", *Journal of Research in Science Teaching*, 37, pp. 1.091-1.111.
- BODZIN, A. (2012). "Investigating Urban Eighth-Grade Students' Knowledge of Energy Resources", *International Journal of Science Education*, 34:8, pp. 1.255-1.275.
- BOYES, E y STANISSTREET, M. (1997). "Children's Models of understanding of Two Major Global Environmental Issues (Ozone Layer and Greenhouse Effect)", *Research in Science & Technological Education*, vol. 15, nº 1, pp. 19-29.
- BOYES, E. y STANISSTREET, M. (1993). "The greenhouse effect: children's perceptions of causes, consequences and cures", *International Journal of Science Education*, 5, pp. 531-552.
- DASKOLIA, M.; FLOGAITIS, E.; y EVGENIA PAPAGEORGIU, E. (2006). "Kindergarten Teachers' Conceptual Framework on the Ozone Layer Depletion. Exploring the Associative Meanings of a Global Environmental Issue", *Journal of Science Education and Technology*, vol. 15, nº 2, pp. 168-178.
- DEVINE-WRIGHT, P., DEVINE-WRIGHT, H. AND FLEMING, P. (2004). "Situational influences upon children's beliefs about global warming and energy" *Environmental Education Research*, vol. 10, nº 4, pp. 493-506.
- GAUTIER, C. y REBICH, S. (2005). "The use of a Mock Environment Summit to support learning about global climate change", *Journal of Geoscience Education*, vol. 53, pp. 5-16.

- JAÉN GARCÍA, M. y PALOP NAVARRO, E. (2011). “¿Qué piensan y cómo dicen que actúan los alumnos y profesores de un centro de educación secundaria sobre la gestión del agua, la energía y los residuos?”, *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), pp. 61-74.
- KOULAUDIS, V. y CHRISIDOU, V. (1999). “Models of students’ thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications”, *Science Education*, 83, pp. 559-576.
- LAMBERT, J.; LINDGREN, J. y ROBERT BLEICHER (2012). “Assessing Elementary Science Methods Students’ Understanding About Global Climate Change”, *International Journal of Science Education* vol. 34, nº 8, pp. 1.167-1.187.
- LEE, O.; LESTER, B.; MA, L.; LAMBERT, J. y JEAN-BAPTISTE, M. (2007). “Conceptions of the Greenhouse Effect and Global Warming among Elementary students from Diverse Languages and Cultures”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 55, nº 2, pp. 117-125.
- LEIGHTON, J. P. y BISANZ, G. (2003). “Children’s and adults’ knowledge and models of reasoning about the ozone layer and its depletion”, *International Journal of Science Education*, 25:1, pp. 117-139.
- LITTLEDYKE, M. (2004). “Primary children’s views on science and environmental issues: examples of environmental cognitive and moral development”, *Environmental Education Research*, vol, 10, nº 2, pp. 217-235.
- MASON, L. y SANTI, M. (1998). “Discussing the Greenhouse Effect: children’s collaborative discourse reasoning and conceptual change”, *Environmental Education Research*, 4, 1, pp. 67- 85.
- PEREIRA FERREIRA, C. y MOREIRA SILVA DE MEIRELLES, R. (2010). “Participación de los alumnos en la construcción de un material didáctico: sus concepciones sobre el tema del agua y la salud como base para la preparación de actividades.” *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (1), pp. 61-72.
- PUNTER, P.; OCHANDO PARDO, M. y JAVIER GARCIA (2011). “Spanish Secondary School Students’ Notions on the Causes and Consequences of Climate Change”, *International Journal of Science Education*, 33:3, pp. 447-464.
- RAIA, F. (2005). “Understanding Complex Dynamic Systems”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 53, nº 3, pp. 297-308.
- RICKINSON, M. (2001). “Learners and Learning in Environmental Education: a critical review of the evidence”, *Environmental Education Research*, vol. 7, nº 3, pp. 207-320.
- RULE, A. (2005). “Elementary Students’ Ideas Concerning Fossil Fuel Energy”, *Journal of Geoscience Education*, vol. 53, nº 3, pp. 309-318.

- RYE, J.; RUBBA, P., y WIESENMEYER, R. (1997). "An investigation of middle school students' alternative conceptions of global warming", *International Journal of Science Education*, 19(5), pp. 527-551.
- SHEPARDSON, D. WEE, B.; PRIDDY, M. y HARBOR, J. (2007). "Students' Mental models of the Environment", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 44, nº 2, pp. 327-348.
- YUS, R. y REBOLLO, M. (2007). "Una experiencia de investigación escolar en la enseñanza y aprendizaje de conceptos geológicos: los procesos edafogenéticos en la educación secundaria obligatoria". *Alambique*, nº 52, pp. 56-64.

CAPÍTULO 5. ¿QUÉ CONOCIMIENTO ESCOLAR SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO ES PRIORITARIO Y QUÉ PROBLEMAS INVESTIGAR AL RESPECTO?

- CAÑAL, P. (1997). "El ámbito de investigación de La Tierra y el Universo: análisis del conocimiento científico de referencia" en, Cañal, P.; Lledó, A. I.; Pozuelos F. J., y Travé, G. (Ed.). *Investigar en la escuela: elementos para una enseñanza alternativa*. Díada, Sevilla.
- CAÑAL, P.; POZUELOS, F. J. y TRAVÉ, G. (2005). *Descripción general y fundamentos. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Díada, Sevilla.
- PROYECTO 2061. Ciencia para todos. <http://www.project2061.org/esp/about/default.htm>

CAPÍTULO 6. ¿QUÉ EXPERIENCIAS PONER EN JUEGO EN LA ENSEÑANZA SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO?

- A.A. V.V. (1979). *Nuevo manual de la Unesco para la enseñanza de las Ciencias*. Edhasa. Barcelona.
- BROMAN L.; ESTALELLA, R. y ROS, R. (1993). *Experimentos de Astronomía*. Biblioteca de Recursos Didácticos Alhambra. Alhambra. Madrid.
- CARRILLO, L. y GARCÍA ÁMORENA, L. (2001). *Geología*. ECIR. Madrid.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE ANDALUCÍA (2004). *EDUCAM (DVD) Textos y Recursos de Educación Ambiental y Medio Ambiente*. Junta de Andalucía.
- DANÉS I VALERI, M. A. y MURGADAS I BARDÍ, F. (1990). *Meteorología Práctica*. Biblioteca de Recursos Didácticos Alhambra, nº 42, Alhambra, Madrid.
- FARNDON, J. (1992). *La Tierra en tus manos*. Colección Ciencia Viva. Plaza & Janes, Tusquets. Museu de la Ciència. Fundació La Caixa.

- MARTÍN, F. y QUIRANTES, J. A. “Cazadores de nubes. Unidad Didáctica” <http://recursostic.educacion.es/multidisciplinar/wikididactica/images/Nubes.pdf>
- NEVIANI, I. (1975). *El suelo*. Avance, Barcelona.
- PAMPALLONA, U. (1975). *Interrogando a la atmósfera* EMA 1, Avance, Barcelona.
- THOMPSON y TURK (1993). *Earth science and the environment*. Saunders College Publishing.

Webs Educativas y otros recursos

- Descubre el Universo con Pipo. CD-ROM. <http://www.pipoclub.com/tienda/index.php?c=118&i=63>
- Proyecto Globe: <http://globe.gov/>
- La main à la pâte: <http://www.lamap.fr/>
- Recursos educativos del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado: <http://www.ite.educacion.es/es/recursos>
- Instituto Geológico y Minero de España (IGME): <http://www.igme.es/internet/default.asp>
- <http://semanadelaciencia2003.fecyt.es/eclipse/medialuna.htm>
- <http://www.sciencebob.com/experiments/balloonrocket.php>
- http://www9.euskadi.net/ihitza/ihitza1/urerrota_c.htm
- http://sac.csic.es/unawe/actividades_observacion.html
- <http://sac.csic.es/astrosecundaria/atrevete/>
- <http://laclasedejuani.wordpress.com/investigamos/el-agua-y-el-aire/>
- http://www.espacioprofundo.com.ar/verarticulo/Formacion_de_crateres.html

CAPÍTULO 7. EJEMPLOS DE UNIDADES DIDÁCTICAS INVESTIGADORAS SOBRE LA TIERRA Y EL UNIVERSO

Aunque en este capítulo no se ha realizado ninguna cita en particular, se ha hecho referencia a revistas y páginas web didácticas. Seleccionamos aquí algunos de los recursos bibliográficos e informáticos de dónde se pueden extraer numerosos ejemplos e ideas sobre este tipo de Unidades Didácticas y experiencias.

Revistas (*la mayoría se pueden consultar telemáticamente*)

- Alambique.
- Enseñanza de las Ciencias de la Tierra.
- Enseñanza de las Ciencias.
- European Journal of Science Education.

- Geology Teaching.
- International Journal of Science Education.
- Investigación en la Escuela.
- Journal of Geological Education.
- Journal of research in Science Teaching.
- Journal of Teacher Education.
- Science Education.
- Science & Education.
- Research in Science & Tecnological Education.
- Review of Educational Research.
- Teaching Earth Sciences.
- Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias: REEC.

Recursos web

- <http://www.ite.educacion.es/es/recursos>
Web de Recursos educativos del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Muy completa. Ordenada por materias o niveles educativos, con recursos didácticos muy interesantes.
- <http://www.juntadeandalucia.es/averroes>
La red telemática Averroes es la red educativa de Andalucía, con información, recursos y software educativos de los distintos niveles.
- <http://www.xtec.es/>
Red telemática de educación de Cataluña. Contiene también numerosos recursos educativos.
- <http://www.aepect.org/>
Web de la A.E.P.E.C.T. (Asociación Española Para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra) donde hay foros de debate, una sección dedicada a los recursos y enlaces e informaciones de interés, en particular a la revista “Enseñanza de las Ciencias de la Tierra”
- <http://www.igme.es/internet/principal.asp>
Web de Instituto geológico y minero. Contiene mucha información asequible e interesante, además de una sección de “Divulgación y Didáctica” con materiales para niños de primaria y secundaria. También se puede realizar la visita virtual al Museo Geominero, con un cuaderno de visita muy didáctico.
- <http://www.nasa.gov/offices/education/about/index.html>
Página de educación de la nasa. Con recursos para educadores, estudiantes y juegos para niños. http://www.nasa.gov/about/highlights/En_Espanol.html (La NASA en español).

- <http://education.usgs.gov/>
El Servicio Geológico de los Estados Unidos mantiene un elevado número de páginas temáticas a las que se puede acceder fácilmente, y con numerosos enlaces a recursos didácticos ordenados por niveles educativos.
- <http://earthsci.org/>
Página de ciencias de la Tierra de Australia. Recursos educativos de distintos temas con animaciones.
- http://www.bbc.co.uk/schools/websites/4_11/site/science.shtml
Página de educación en ciencias de la BBC.
- <http://www.minas.upm.es/museo-fbg.html>
Magnífica página del Museo Histórico-Minero Don Felipe de Borbón y Grecia de la ETSI de Minas de Madrid. Visita virtual a las colecciones y una mina subterránea. Enlaces a los principales museos del mundo.
- <http://www.geologosdelmundo.org>
ONG de Geología. Con información sobre la importancia de la formación geológica en el desarrollo de los países.
- <http://www.iac.es/divulgacion.php?op1=18>
Página del Instituto de Astrofísica de Canarias. Tiene un apartado de divulgación con recursos educativos. Muy interesante.
- <http://www.inta.es/descubreAprende/Index.htm>
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. Sección Descubre y Aprende. Tiene muy buenos recursos y enlaces.
- <http://www.csic.es/astrosecundaria/>
Página del CSIC, con numerosos experimentos para niños de primaria y secundaria.

Proyectos globales

- <http://www.globe.gov/>
El proyecto GLOBE (Aprendizaje y Observaciones Globales en Beneficio del Medioambiente) es un programa científico y educativo de carácter práctico. Se desarrolla a nivel mundial en los distintos centros escolares de primaria y secundaria.
Brinda a los estudiantes la oportunidad de involucrarse en auténticas investigaciones, tomando y analizando datos que se envían a través del sitio web, publicando sus investigaciones y colaborando con científicos y estudiantes de otras partes del mundo.

- <http://www.lamap.fr/>
El proyecto “La main à la pâte” (1998), puesto en marcha el INRP (Institut National de Recherche Pédagogique) en Francia, como una operación de desarrollo de la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria (l'école maternelle y élémentaire) y que fue iniciado en 1996 por iniciativa del premio Nobel de Física en 1992, George Charpak.
- <http://esseacourses.strategies.org/>
El Earth System Science Education Alliance (ESSEA) es un programa apoyado por la NASA, NSF y NOAA y llevado a cabo por el Instituto para las Estrategias Ambientales Globales (IGES) para mejorar la calidad de la enseñanza de las geociencias en niveles no universitarios. Propicia que cada profesor pueda crear y compartir sus propios cursos. Estos cursos ESSEA están también disponibles como recurso docente.
- http://essedesigide.org/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1
Creado en 199 y patrocinado por la NASA a través de la USRA, Universities Space Research Association, ESSE 21 (denominado así a partir de 2006) establece en EEUU una comunidad de investigadores y profesores de geociencias de los distintos niveles educativos para desarrollar cursos, planes de estudio y programas de grado que aborden el estudio del planeta desde una perspectiva sistémica y crear una red de distribución de recursos de aprendizaje centrados en la comprensión del Sistema Terrestre y la aplicación de estos principios en el aula y laboratorio
- <http://www.project2061.org/esp/about/default.htm>
La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) fundó el Proyecto 2061 en 1985 para ayudar a alcanzar en todos los Centros Educativos Estadounidenses una adecuada instrucción en las ciencias, matemáticas, y tecnológica. Con su publicación inicial *Ciencia: Conocimiento para todos* desde 1989 el Proyecto 2061 estableció las recomendaciones sobre lo que todos los estudiantes deben saber o ser capaces de hacer en ciencia, matemáticas y tecnología al graduarse de la escuela preparatoria (superior). Muy útil para establecer distintos niveles de desarrollo de los conceptos científicos.

