

# **8. Indagar la Tierra y el universo**

**María Jesús Hernández Arnedo**

*Universidad de Sevilla.*



## Presentación

El ámbito que nos ocupa es uno de los peor tratados durante la escolarización. Se ha argumentado a menudo sobre cuál o cuáles serían las causas de tal problema, pero a nadie se le escapa que los conocimientos de esta área, que deberían afianzarse durante la Secundaria, son impartidos en nuestro país por biólogos. Esto significa que, en la mayoría de los casos, el profesor no puede decidirse a desprenderse del libro de texto, o bien que, ante los apretados programas, estos temas queden sin impartir. De este modo estamos acostumbrados a ver llegar a la Universidad generaciones de estudiantes que presentan no solo enormes lagunas de conocimiento, sino también numerosos errores conceptuales, y en las facultades de Educación apenas hay espacio para mejorar su formación. De hecho, este esquema volverá a repetirse una y otra vez.

En la bibliografía, a pesar de ser, por lo que acabamos de comentar, uno de los ámbitos más necesitados de recursos y metodología didáctica, hay pocos libros referidos al conjunto del sistema Tierra en el universo. En nuestro caso, es más fácil encontrar revistas y/o páginas web de interés, que obras que complementen el contenido curricular importante junto con la metodología y los recursos necesarios para su desarrollo.

Sin embargo, la problemática es distinta si nos referimos exclusivamente al universo. En este caso, sí podemos encontrar una gran cantidad de libros y recursos. El universo en su conjunto y la astronomía básica son dos de los aspectos que más atraen a los estudiantes de cualquier edad. Nosotros, pues, hemos elegido una selección de obras en las que alternamos la divulgación, ya que es una de las materias que cambian y evolucionan más rápidamente, y, por otra parte, los recursos didácticos para una enseñanza efectiva, fundamentalmente en las relaciones del sistema Tierra-Sol-Luna, ya que, curiosamente, es uno de los campos donde se arrastran más ideas preconcebidas.

En cuanto al estudio del planeta, tampoco es frecuente encontrar bibliografía que aborde el conjunto del sistema Tierra y las relaciones entre sus distintas capas: atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera. Mucho menos, obras didácticas que planteen la importancia de considerar un punto de vista sistémico o una metodología investigativa y su aplicación. Si bien es cierto que, al menos, estamos asistiendo a una nueva concepción que tiene en cuenta la intervención del hombre y sus impactos, aportando un enfoque

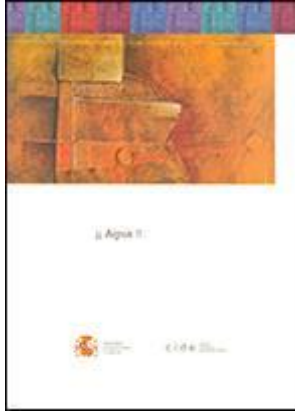
medioambiental, única manera de sensibilizar a la población sobre los grandes problemas del planeta y nuestra capacidad de resolución.

Es por ello que, aparte de alguna obra de conjunto, hemos presentado libros y recursos que hacen referencia a cada una de las capas del sistema Tierra por separado, aunando, en la medida de lo posible, el criterio divulgativo y el didáctico y buscando la mayor actualidad posible, aunque sin renunciar a las obras clásicas.

Esperamos que en un futuro surjan más materiales que aborden la enseñanza del planeta y animen al profesorado a "ensuciarse las manos" jugando con la Tierra.

## Libros más representativos

### ¡¡AGUA!!



*López, Catalina; Gavidia, Valentín; Rueda, Juan  
CIDE. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, 2006, 175 pp.*

Esta obra, que fue en el 2004 II Premio Nacional de Innovación Educativa, aporta una visión sobre el agua que aúna el punto de vista hidrológico y natural, con una perspectiva social y medioambiental, como un recurso que debe utilizarse con solidaridad y conciencia de su escasez.

El libro, diseñado como una unidad didáctica, se estructura en cinco capítulos, que constan de pequeñas explicaciones de carácter científico, y se trabaja a partir de preguntas para el alumno, cada una de las cuales se acompaña de comentarios para el profesor. Se intercalan actividades de refuerzo, de ampliación y de procedimiento, con experimentos sencillos para llevar a cabo en el aula.

El primer capítulo, "Características del agua", nos introduce en el conocimiento de esta sustancia tan especial que hace a nuestro planeta único dentro de la familia solar. El siguiente capítulo, "Distribución del agua en el planeta", nos señala la importancia del agua para la vida, su irregular distribución, el porcentaje de agua dulce con respecto a la salada, etc., para poder valorar en su justa medida la importancia de este recurso. Termina con el ciclo natural del agua y propone, por ejemplo, un montaje del mismo. El tercer capítulo, "¿Cómo gestionamos el agua?", explica el ciclo integral del

agua y la importancia del consumo y vertidos derivados del mismo. Como actividades de procedimiento se diseña una planta depuradora y la valoración de la calidad del agua en un curso fluvial. En el cuarto capítulo, "¿Usamos y consumimos el agua dulce según un desarrollo sostenible?", se plantea el uso adecuado del agua dulce y los principales problemas mundiales causados por su escasez o mal uso. Se acompaña de un juego de rol sobre los trasvases. En el siguiente, "¿Qué deberíamos hacer para conseguir agua según un desarrollo sostenible", se habla de las buenas prácticas en el uso y consumo del recurso y se plantean actividades para calcular lo que gastamos diariamente. Por último, se incluye un capítulo de evaluación y autoevaluación y un anexo con una clave de identificación de invertebrados acuáticos y sus bioindicadores.

En definitiva, una obra bien diseñada, con muy buenos gráficos y sugerencias de actividades, que nos permite plantearnos un espacio para la Educación Ambiental en nuestras aulas sobre uno de los recursos naturales más escaso y codiciado en la actualidad.

## ASTRONOMÍA CONTEMPORÁNEA



*Ruiz Morales, Jorge; Gómez Roldán, Ángel*  
*Equipo Sirius, Madrid, 2008, 212 pp.*

No hay duda de que todo lo relativo al universo profundo atrae a los estudiantes, pero también es cierto que es uno de los campos de la Ciencia en que más rápidamente se realizan nuevos descubrimientos, que generalmente alcanzan mucha resonancia en los medios de comunicación. Por ello mantenerse actualizado en este tema es una labor obligada de todos los profesionales de la educación.

En este caso se trata de una obra divulgativa que abarca información actualizada sobre la organización de la materia en el universo y su origen. Se organiza en cinco capítulos, de lo más simple y cercano a lo más complejo.

El primer capítulo, "Un nuevo sistema solar", aborda el estudio del Sol y los eclipses, los distintos planetas y sus satélites –Plutón aún era considerado un planeta–, asteroides, objetos transneptunianos, cometas, meteoritos y las características físico-químicas de cada uno de ellos, dedicando especial atención a algunos satélites más conocidos. El siguiente capítulo, "Fuegos en el cielo", está dedicado a las estrellas, nacimiento, evolución, muerte y agujeros negros, los distintos tipos de estrellas y los planetas extrasolares; las nebulosas y su origen, la alta energía y las constelaciones actuales. El tercer capítulo, "La Vía Láctea", describe la estructura, composición y forma de nuestra galaxia. El cuarto, "Universos islas", nos explica los distintos tipos de galaxias, los cúmulos más conocidos como el Grupo Local, el Grupo de Sculptor y el Cúmulo de Virgo y los cúasares. Por último, "El universo observable" describe su origen, expansión y evolución, además de la materia y energía oscura. Como podemos ver, se abordan todos los tópicos que suelen interesar especialmente a los estudiantes, como agujeros negros, planetas extrasolares, materia y energía oscura, etc. Y contiene un glosario de términos que puede ser de una gran ayuda.

Realmente hay muchos libros de divulgación astronómica, aunque no siempre tratan todos los aspectos de la materia y energía en el universo, y no es fácil decantarse por alguno de ellos. Sin embargo, hemos elegido esta obra por sus características de edición. Está bien ilustrado con fotografías y tablas, el lenguaje es ameno y los grandes problemas están suficientemente explicados y simplificados como para poder ser entendidos por cualquier lector, evitando cálculos y diagramas complejos. Los autores han realizado numerosas obras de divulgación en astronomía, y al ser un libro escrito en castellano no contiene problemas derivados de su traducción.

## EL CIELO AL ALCANCE DE LA MANO



*50 experimentos de astronomía*

*Causeret, Pierre; Fouquet, Jean-Luc; Sarrazín-Vilas, Liliane  
Libsa, Madrid, 2008, 160 páginas.*

El objetivo de este libro, según sus propios autores, es demostrar, partiendo de observaciones simples, cómo a simple vista es posible comprender el universo que nos rodea. Para ello, proponen 50 experiencias básicas que han sido probadas entre escolares y adultos, con distintos niveles de dificultad para elegir según la edad de los estudiantes, y que nos permiten la observación y experimentación con fenómenos y procesos astronómicos cotidianos. El libro se estructura en cinco grandes áreas, para las que se aportan distintas actividades. En principio, "El cielo de noche" se basa en la observación de estrellas y constelaciones; empezando por localizar la Estrella Polar y otras constelaciones cercanas, nos enseña a construir un iluminador de estrellas, un cuadrante, un reloj estelar o un mapa del cielo, así como a fotografiar estrellas y descubrir sus colores. La siguiente área, "El cielo de día", se centra en los movimientos del Sol, con experiencias para observar su movimiento en el cielo o los cambios en su salida y puesta; estudia las relaciones Tierra-Sol, como por ejemplo comprender el origen de las estaciones o calcular la latitud a partir de las sombras; o bien enseña la construcción de diversos tipos de cuadrantes o un iluminador de cuadrantes. El área "La Luna" recoge doce experimentos que nos permiten aprender sobre las fases de la Luna, su distancia a la Tierra, la simulación de eclipses y el estudio de las mareas. "El sistema solar" aporta observaciones sobre los astros más conocidos y cercanos de nuestro sistema o las estrellas fugaces, explica la construcción de una maqueta del sistema solar y de un planetario y simula la



órbita de los cometas. Por último, "El universo", aunque es el más teórico, contiene experiencias como la construcción de un contador de estrellas y una ballestilla.

El libro contiene doce maquetas de cartón preparadas para construir y montar mapas del cielo, aparatos simples como los cuadrantes, visualizar la trayectoria del sol, un gnomon, etc.

Cada experiencia se inicia con una breve exposición teórica de lo que se va a hacer, en un recuadro verde se muestra la actividad en concreto, y se sigue con consejos sobre su utilización e interpretación de los resultados. En conjunto se trata de un material atractivo, muy bien ilustrado y con unas explicaciones claras y concisas sobre las actividades presentadas.

## **GEOLOGÍA DE ESPAÑA**



*Una historia de seiscientos millones de años*

*Meléndez, Ignacio*

*Rueda, Madrid, 2004, 277 pp.*

Seguramente habrá quien se asombre de que se incluya un libro de estas características en una monografía esencialmente didáctica. Sin embargo, muchos maestros y profesores se encuentran desorientados a la hora de responder algunas cuestiones de la geología de su localidad o al plantear alguna salida al campo, sea cual fuere su propósito, por su desconocimiento absoluto de lo que pueden encontrar. Desde esta perspectiva, esta obra viene a llenar un hueco divulgativo de una de las áreas más complejas de las Ciencias de la Tierra, el origen y evolución de un fragmento determinado de la litosfera

terrestre, en este caso de la península Ibérica, ya que los libros de Geología de España son recopilaciones de trabajos de distintos autores, especialistas en determinados materiales, edades o regiones, resultando demasiado académicos y tecnicistas.

La obra se encuentra dividida en tres partes, relativamente independientes entre sí, que contienen al final un epígrafe denominado "Para saber más", donde se incluyen numerosas referencias bibliográficas. Se complementa con un mapa geológico simplificado de España a escala 1:2.250.000.

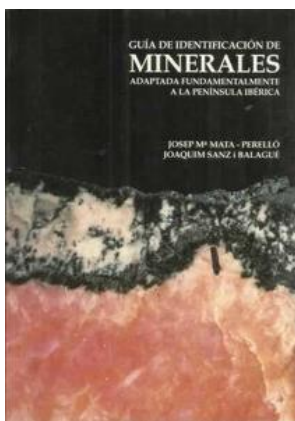
La primera parte está dedicada a introducir algunos conceptos de geología general que para el lector no familiarizado son muy útiles y necesarios para comprender el resto de los capítulos. Solo por la síntesis de los procesos internos y la actividad del planeta que se realiza en esta primera parte, el libro ya tendría valor didáctico.

La segunda trata de la historia geológica de Iberia a lo largo de los últimos 600 millones de años, un *collage* hecho con trozos de litosfera traídos de distintas placas, que se separan y se reencuentran numerosas veces.

En la tercera parte se describe la geología de España, partiendo de las tres grandes unidades geológicas fundamentales: el Macizo Ibérico, las cadenas montañosas alpinas y las cuencas terciarias, para ir descendiendo a niveles de estudio más detallados. Por último, se explica el origen de las Islas Canarias.

El libro está escrito con una clara vocación divulgativa pero no falta rigor; muy ameno y con un lenguaje coloquial que contagia la pasión del autor por sumergirnos en las historias que nos cuentan las rocas. Está muy bien ilustrado, con una gran cantidad de esquemas, dibujos y fotografías representativas que sirven para aclarar muchos conceptos del texto. A partir de aquí, el profesor interesado podrá encontrar, en las numerosas guías naturales editadas, itinerarios concretos o puntos de observación interesantes en su localidad.

## GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE MINERALES ADAPTADA FUNDAMENTALMENTE A LA PENÍNSULA IBÉRICA



*Mata-Perelló, Josep Maria; Sanz i Balagué, Joaquim  
Parcir Edicions Selectes, Manresa, 1993, 207 pp.*

No hay mejor manera de aprender sobre minerales y rocas que con la observación de ejemplares. Sin embargo, aunque en la mayoría de los centros escolares existen colecciones de los materiales terrestres, pocas veces son utilizados. La razón principal es la inseguridad del docente ante sus propios conocimientos y la ignorancia sobre cómo sacarles provecho didáctico.

Por ello es fundamental contar con una buena guía de identificación. Existen numerosas guías, desde grandes atlas hasta pequeños libros de bolsillo, y todas guardan grandes similitudes en planteamientos y estructura. Pero, en conjunto, todas adolecen del mismo problema: presentan excelentes fotografías de ejemplares de colección que en nada se parecen a las colecciones de los centros. Esto desconcierta al alumnado, que busca similitudes exclusivamente en la apariencia. Por otra parte, la mayoría de ellas se organizan alfabéticamente o por su división química, algo que tampoco tiene ningún sentido para los estudiantes, y además incluyen descripciones muy detalladas pero poco útiles a la hora de identificar los ejemplares.

Nosotros hemos elegido este libro precisamente porque parte de propiedades físicas muy fácilmente observables por los alumnos, como son brillo, raya y dureza. Sus numerosas fotografías, que poseen también muy buena calidad, son en muchos casos de ejemplares tal y como se encuentran en los distintos yacimientos de nuestro país.

Así, tras una pequeña introducción donde se explica el uso de las tablas de identificación a partir de las propiedades físicas, encontramos los minerales divididos en dos categorías fundamentales: los que poseen brillo metálico y los no metálicos. Dentro del primer grupo, el siguiente paso es la dureza, es decir, aquellos que tienen dureza menor de 2,5; entre 2,5 y 5,5, y los mayores de 5,5. En el segundo grupo, el segundo paso es el color de la raya, y dentro de estos la misma categoría de durezas. Así es realmente sencillo para el estudiante llegar a clasificar e identificar sus ejemplares.

El libro es el resultado del trabajo didáctico con estudiantes, siendo un material excelente para los profesores de cualquier nivel. Su único inconveniente es que se trata exclusivamente de minerales, cuando muchas otras guías incluyen también la identificación de rocas. Remitimos a cualquiera de ellas para su uso en este aspecto, ya que en la observación de rocas *de visu* o con lupa no vamos a encontrar las mismas dificultades que en los minerales y, generalmente, tratan solo de los tipos más comunes.

## INVESTIGANDO LA TIERRA Y EL UNIVERSO



*Proyecto curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12)*

*Hernández Arnedo, María Jesús*

*Díada, col. INM (6-12), Sevilla, 2013, 271 pp.*

Este libro ofrece a los docentes 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 sobre la Tierra y el universo en la Educación Primaria. Se intentan abordar todos aquellos aspectos que se consideran necesarios para afrontar una enseñanza renovada de este ámbito,

desde una perspectiva integrada del currículo que parta de la investigación del entorno próximo del alumno.

El libro se estructura en ocho capítulos. En el primero se presentan las características generales del proyecto INM (6-12) y el segundo introduce y justifica la necesidad de contemplar el ámbito de la Tierra y el universo dentro de dicho proyecto. El tercer capítulo ofrece una perspectiva actual e integrada del conocimiento sobre Ciencias de la Tierra que debe sustentar la labor profesional del maestro en esta etapa educativa. En el cuarto se hace una recopilación de las principales concepciones iniciales y obstáculos de aprendizaje de los escolares sobre los diversos aspectos del ámbito que nos ocupa, a partir de los principales resultados de investigaciones en este tema. El quinto capítulo hace una selección del conocimiento que sobre la Tierra y el universo sería deseable en esta etapa, a partir de un conjunto de problemas generales que se consideran fundamentales y los problemas específicos que en relación con ellos se plantean los niños. A partir de aquí, el siguiente capítulo presenta un conjunto de experiencias, planteadas con carácter investigativo, en relación con los problemas generales del ámbito y como respuesta a interrogantes concretos y relevantes para los alumnos. Dada la amplitud del mismo, no pretende en ningún momento ser exhaustivo. En el séptimo se exponen tres unidades didácticas, una para cada ciclo de Primaria, diseñadas siguiendo la metodología del proyecto INM y en la que se ofrecen actividades secuenciadas con la lógica del proceso investigador, que puedan servir de ejemplo para el desarrollo de otras. Se incluyen así: "¿Qué pasaría si no hubiera sol?" (primer ciclo), "¿Para qué sirven las rocas? ¿Cómo se forman las cuevas?" (tercer ciclo). También se hace una aproximación a otras unidades didácticas relevantes. Por último, se presenta una selección bibliográfica y de recursos.

En conjunto, el libro se convierte en un recurso didáctico que plantea un conocimiento integrado de todas las capas del sistema Tierra como planeta que evoluciona en y con el universo.

## LA MALETA DE LA CIENCIA



*60 experimentos de aire y agua y centenares de recursos para todos*  
*Ramiro Roca, Enric*  
*Graó, Barcelona, 2010, 189 pp.*

Este libro, con una clara vocación didáctica, pretende despertar el interés por la ciencia, a través de una serie de experiencias y actividades sencillas sobre el aire y el agua; es decir, pretende que conozcamos dos de los medios en los que nos desenvolvemos normalmente y que causan multitud de fenómenos cotidianos que no siempre sabemos explicar.

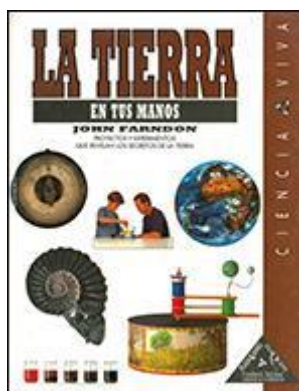
Está pensado y diseñado para niños y niñas de Primaria, con dibujos divertidos y humorísticos a modo de cómic, que lo hacen muy atractivo. Se inicia con una introducción que explica, en palabras del autor, que no es un libro de recetas, sino de fichas para experimentar el proceso científico. Por ello incluye una secuencia de trabajo para desarrollar las actividades de carácter investigador. Cada experimento, pues, se estructura siguiendo el siguiente esquema: la formulación de una pregunta que da título a la actividad; un apartado de reflexión que enfoca el problema; el objetivo concreto de la experiencia; los materiales que se van a necesitar –siempre baratos y de uso común–; la práctica, donde se explica paso a paso el trabajo que vamos a realizar, y por último, anotaciones, que pueden servir para mejorar nuestra práctica, ofreciendo trucos y conocimientos acerca del experimento realizado. El autor sugiere, además, que se acabe siempre con un debate donde se expongan los resultados obtenidos, las dificultades encontradas, hipótesis, anécdotas, etc.

La obra se estructura, como indica su título, en dos partes: aire y agua. Cada una de ellas comienza con una breve introducción científica de las características de cada una de dichas sustancias, y luego se compilan los experimentos, 30 para cada parte. Se añaden al final algunas ideas de actividades que se pueden hacer con los más pequeños.

Otro de los grandes aciertos de este libro es que incluye un extenso apartado de bibliografía sobre ciencia y experimentos, dividida en las siguientes secciones: "Iniciación a la experimentación práctica", "Temáticas relacionadas con la ciencia", "Para ampliar y complementar conocimientos". Además, contiene numerosas páginas web que aportan cientos de experiencias para llevar a cabo en el aula con alumnos de diversas edades. Por último, presenta museos de ciencia y planetarios.

En resumen, un libro imprescindible para despertar el interés por la ciencia desde edades tempranas.

## LA TIERRA EN TUS MANOS



*Proyectos y experimentos que revelan los secretos de la Tierra*

*Farndon, John*

*Encuentro Editorial, SA, col. Ciencia Viva, Barcelona, 1992, 191 pp.*

Esta obra es uno de los pocos documentos publicados en papel que abarca experiencias sobre todos los conceptos del ámbito de la Tierra y el universo. Es un libro muy claro, muy bien ilustrado, y muchas de sus ideas se han reproducido en otras publicaciones didácticas.

Como su título indica, se trata de una recopilación de experimentos de fácil realización que ayudan a comprender los fenómenos naturales que se producen en el sistema Tierra y su relación con otros astros del universo.

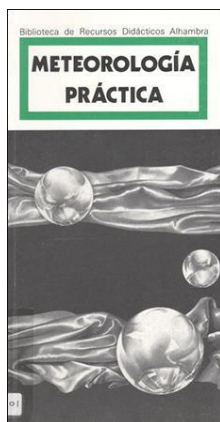
Se encuentra dividido en siete capítulos: "El planeta Tierra", "La estructura de la Tierra", "La actividad de la tierra", "Rocas y suelo", "Los cambios en el paisaje", "Los océanos" y "La atmósfera". Todos ellos cuentan con una introducción referida a los conceptos básicos de los tópicos que se van a tratar, incluso a la evolución de las ideas científicas al respecto, y posteriormente se describen, fotografiando paso a paso, los diversos experimentos que se proponen. Estos están pensados para alumnos de Primaria y/o Secundaria, pero pueden realizarse incluso con estudiantes mayores; así mismo, pueden implementarse en el aula o desarrollarse como pequeños proyectos en casa.

La Tierra en el espacio se divide en dos partes: la Tierra como planeta y la forma de la Tierra. Entre sus actividades destacamos la construcción de un planetario o el cálculo del radio terrestre. Respecto a la estructura interna de la Tierra, podemos encontrar experiencias como la simulación de la convección en el manto terrestre o del movimiento de las placas tectónicas. En el capítulo "La actividad de la Tierra" se incluyen desde la construcción de un volcán o la creación de ondas sísmicas, hasta la formación de plegamientos en una cadena montañosa. "Rocas y suelo" incluye las clásicas colecciones de rocas y experimentos como la construcción de una pulidora de cantos o la elaboración de mapas geológicos, o bien el estudio de las propiedades fundamentales de los suelos. "Los cambios en el paisaje" abarca experiencias de meteorización o el estudio de la estabilidad de pendientes, hasta la modelización de corrientes o generación de morrenas o dunas. En cuanto a los océanos destacamos los tanques de olas o la deriva de corrientes. "La atmósfera" incluye el estudio de todos los parámetros climáticos, la observación de nubes y otros fenómenos atmosféricos. En conjunto, podemos contar más de 100 experiencias sobre el planeta Tierra.

En definitiva, un libro indispensable para ayudar a recrear e interpretar los fenómenos naturales.



## METEOROLOGÍA PRÁCTICA



*Danés i Valeri, María Aurora; Murgadas i Bardí, Francesc  
Alhambra Longman, Madrid, 1990, 145 pp.*

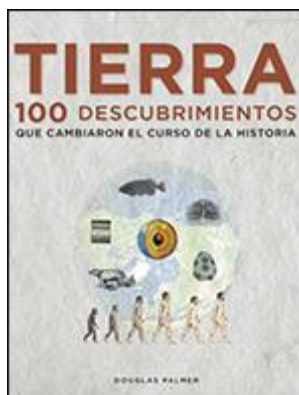
El estudio de los fenómenos atmosféricos, resultado de las interacciones básicas entre la atmósfera y la hidrosfera, es uno de los aspectos más fácilmente observable entre los procesos naturales y se encuentra al alcance del estudio de los alumnos de Primaria de cualquier edad. Este libro no pretende hacer meteorólogos ni aborda procesos climáticos que pueden ser complicados; es sobre todo un manual donde podemos encontrar una serie de experiencias y recursos didácticos básicos que nos ayuden a plantear la observación y explicación de lo que llamamos el tiempo atmosférico con nuestros estudiantes.

Se estructura en cinco capítulos, donde se combinan los contenidos con los experimentos explicativos, fácilmente localizables, ya que vienen resaltados en cuadros verdes, lo que da una gran funcionalidad a la obra, y un último apartado, "Demuestra lo que sabes", que propone ejercicios y problemas. Los dos primeros capítulos se dedican a la atmósfera y se recogen 37 experiencias referidas a la existencia de la atmósfera y sus propiedades: composición, masa y presión y energía. El capítulo tercero se dedica a la medida, por lo que explica el funcionamiento de todos los aparatos de medida de los parámetros atmosféricos: termómetro, barómetro, evaporímetro, psicómetro, higrómetro y fotómetro; proponiendo en todos los casos diversas maneras de construir estos aparatos de un modo simple y poco elaborado. Se continúa con dos anexos sobre la circulación atmosférica general del planeta y la distribución de la temperatura en el mismo según la

incidencia de los rayos solares, en cada caso con sus correspondientes experiencias. El último capítulo se dedica a los fenómenos locales: viento, nubes y precipitaciones, con un total de dieciocho experimentos, que incluyen la construcción de veletas, anemómetros y pluviómetros. Sigue un anexo con la explicación de los mapas del tiempo y, finalmente, se incluye el apartado "Para saber más", con bibliografía muy útil y didáctica, algunos de cuyos libros recomendamos para su lectura y uso.

El libro contiene muy buenos dibujos y gráficos para cada experimento, las explicaciones son sencillas pero con rigor y, en conjunto, ofrecen un material excelente para plantearse la meteorología en el aula. Cada profesor podrá elegir según el nivel de sus alumnos qué experiencias serán más útiles y, en su caso, podrá construir una pequeña estación meteorológica en su patio.

## TIERRA



*100 descubrimientos que cambiaron el curso de la historia*

*Palmer, Douglas*

*Lunweg Editores, Barcelona, 2012, 415 pp.*

Las Ciencias de la Tierra, y en particular la Geología, son un claro ejemplo de cómo las teorías científicas se modifican constantemente a partir de los nuevos datos que van apareciendo. Este libro, planteado con carácter divulgativo, propone 100 descubrimientos básicos para entender los nuevos avances de las Ciencias de la Tierra, en cuanto a su origen, dinámica y evolución, así como sobre la aparición de la vida en el planeta, particularmente, la llegada de nuestra especie.

Magníficamente ilustrado, plenamente actualizado con las investigaciones más recientes, es una interesante guía no solo para ponerse al día en cuestiones y conocimientos que a veces tardan en llegar a los libros de texto, sino para su uso didáctico, ya que los distintos problemas pueden plantearse como retos para realizar pequeñas investigaciones, o bien como interesantes introducciones a los temas que se vayan a abordar.

Cada capítulo, planteado desde una perspectiva investigativa o problemática, contiene una introducción de referencia en la que encontramos: la definición del problema, el autor o autores del descubrimiento o teoría, el avance clave, es decir, el hecho concluyente que nos permite formular dicho descubrimiento, y la importancia que supone en la evolución del conocimiento sobre el planeta.

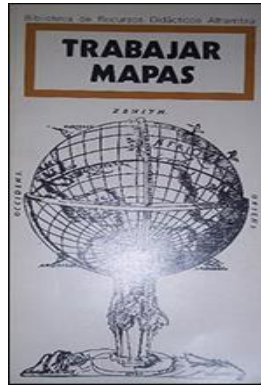
En el libro podemos considerar tres partes diferenciadas. La primera, dedicada al origen, constitución, dinámica y evolución del planeta, cuenta con problemáticas relacionadas con la datación de las rocas, su antigüedad; la primitiva atmósfera e hidrosfera; la sismología; las capas terrestres y discontinuidades; la formación de las montañas y las grandes fracturas terrestres y sus movimientos, y la relación de terremotos y volcanes con la tectónica de placas.

La segunda nos remite a la aparición de la vida en la Tierra, la formación de los primeros continentes y su evolución, el origen de la vida animal, el desarrollo de las distintas biosferas en cada época terrestre, las grandes extinciones y los cambios climáticos a lo largo de la historia de la Tierra.

Por último, la llegada del género *Homo* y su desarrollo; los impactos ambientales de origen entrópico y el posible destino de nuestro planeta.

Es una obra muy interesante, cuyo principal defecto, a nuestro juicio, son algunos problemas en la traducción de términos científicos (*zanja* por *fosa*, *piedra* por *roca*, *viejo* por *antiguo*, etc.), que lo vulgarizan y pueden inducir a error.

## TRABAJAR MAPAS



*Autoría compartida*

*Alhambra Longman, Madrid, 1993, 149 pp.*

Los mapas topográficos se introducen en la enseñanza desde la Primaria; sin embargo, es un hecho que los estudiantes llegan a la Universidad sin saber orientarse con un mapa o utilizar una escala. Mucho menos interpretar la topografía de un determinado paisaje. La raíz del problema se encuentra, en parte, en los pilares en los que se ha sustentado la información desde pequeños, que se transmiten a lo largo de la escolarización.

El libro que presentamos está pensado para reconocer el mapa no solo como un instrumento de trabajo, sino como un elemento indispensable en nuestra vida cotidiana: planos de la ciudad, mapas de carreteras, mapas de senderismo, etc.; considerándolo un elemento que aúna, además, gran cantidad de información útil en muy poco espacio.

La obra se estructura con muy poca información conceptual, que se comprende a partir de numerosos ejercicios sencillos y juegos. En primer lugar se aborda la orientación en el espacio, la comprensión de la dirección N-S como referencia, el uso de la brújula, la localización de puntos y el seguimiento de direcciones. El siguiente capítulo corresponde a la escala del mapa, la determinación de longitudes y uso del curvómetro, y por último, el cálculo de áreas por triangulación y por aproximación. En tercer lugar se trabaja la altitud, con la comprensión de lo que significan las curvas de nivel, el cálculo de pendientes, el levantamiento del perfil topográfico y el trazado de montañas y ríos. Por último, se explican los conceptos de la red geográfica

con el significado de paralelos, meridianos y cálculos de latitud, longitud y hora local.

A lo largo de cada capítulo el apartado "¿Te animas?" propone la construcción de un mapa imaginario propio, al que el alumno puede añadir todos los rasgos que quiera. Los autores proponen uno que va avanzando en su elaboración paralelamente al discurso del libro.

Las explicaciones y esquemas son muy claros, y la cantidad de ejercicios propuestos permiten al estudiante afianzar sus conocimientos y evitar errores que se manifestarán más adelante. Es un elemento muy interesante por su carácter didáctico, y se puede completar con la propuesta de los pasos de 3D al plano, y viceversa, que se pueden encontrar en otras publicaciones didácticas (por ejemplo, en Youtube existen muchos tutoriales sobre maquetas).

## Otros recursos

**Alfaro, Pedro; Espinosa, Josefa; Falces, Santiago; García-Tortosa, Francisco J.; Jiménez-Espinosa, Rosario (2007).** "Actividades didácticas con Google Earth", en *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 15, núm. 1, pp. 2-15.

*Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* es una de las revistas en español más completa en este ámbito y que, además, es de acceso libre en la red. Hemos seleccionado este trabajo ya que propone la utilización de Google Earth –uno de los *software* libres más conocidos por los estudiantes– como herramienta interactiva didáctica, señalando su uso en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra, en clases tanto teóricas como prácticas. Se indican como principales ventajas: la posibilidad de reconocer rasgos geológicos en cualquier parte del planeta; manejo rápido de diferentes escalas; visión tridimensional dinámica; vulcanismo o sismicidad continuamente actualizados, y la posibilidad de grabar ficheros de puntos o itinerarios de interés. Se presentan ejemplos aplicados al estudio de paisajes, relieves estructurales y relaciones entre tectónica de placas y vulcanismo. Además, se aporta una tabla muy completa de puntos de interés geológico con sus posibilidades de estudio, así como algunas sugerencias sobre cómo utilizar el *software*. Este trabajo es particularmente útil, ya que el profesor interesado puede iniciarse en el manejo de la herramienta a partir de los ejemplos mencionados, para ir posteriormente descubriendo sus propios recursos. En la

bibliografía se citan otros estudios del mismo tipo, con trabajos, incluso, para los más pequeños.

**Autoría compartida (2005).** "Aprender con fósiles", monográfico, en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 44, 120 pp.

En la revista *Alambique* podemos encontrar numerosos trabajos sobre distintos aspectos de las Ciencias de la Tierra, así como varios monográficos dedicados a las mismas. En este caso, "Aprender con los fósiles" recoge un conjunto de artículos dedicados al trabajo de aula en el área de la Paleontología, dado el gran interés que despierta este tema en alumnos de todas las edades. "Una propuesta práctica para acercarse a la noción de fósil y fosilización" describe actividades para realizar moldes o réplicas de fósiles y el uso de una clave de identificación simplificada para reconocer los grandes grupos. En "Trabajar con dinosaurios" se proponen ideas para atraer al alumnado a la investigación paleontológica a partir de las numerosas actividades que se realizan en Dinópolis y que son trasladables al aula. El artículo "Fósiles y paleopolicia científica: una investigación forense en el Mioceno" explica la importancia de los fósiles como fuente de información geológica; "Un taller de paleontología en el Museo Geominero" propone una actividad consistente en el reconocimiento de doce géneros de invertebrados muy frecuentes en el registro fósil. Y por último, "Reflexiones para explorar y observar rocas con fósiles, ¿salimos al campo?" plantea sugerencias sobre cómo aprovechar una salida al campo. En resumen, un dossier completo de gran utilidad para docentes y estudiantes.

### **CD *Observando la Tierra* (IGME) y webs relacionadas.**

*Observando la Tierra* es una aplicación interactiva de imágenes geológicas que se recoge en un CD que se puede solicitar al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), o bien se puede descargar de su web. Consta de seis secciones: "Materiales", "Procesos externos", "Procesos internos", "El tiempo geológico", "Geología ambiental" y "Geología de España". Y todas las fotografías son ejemplos españoles representativos que ilustran distintos fenómenos o procesos geológicos, explicados y comentados para servir de apoyo en el aula. Las imágenes geológicas pueden utilizarse también como elemento de trabajo e investigación, a partir de preguntas que el estudiante debe resolver tras su observación, o bien como instrumento de evaluación. Existen, por otra parte, numerosas páginas web del mismo tipo, tanto nacionales como internacionales. Nosotros señalamos aquí dos de entre

las más interesantes: Banco de Imágenes Geológicas, de Ignacio Benvenuty ([http://www.flickr.com/photos/banco\\_imagenes\\_geologicas](http://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas)), con 6.222 fotos repartidas en 229 álbumes, que corresponden a distintas categorías geológicas; y el Earth Science World Image Bank (<http://www.earthscienceworld.org/imagebank>), patrocinado por AGI Foundation, que permite buscar fotografías por categoría geológica o palabras clave. De este modo, no hay ninguna excusa para no asomarse al mundo y mostrar a los estudiantes los fenómenos y procesos geológicos y su registro en las rocas.

### Colección vídeos educativos

El IGME ha diseñado una serie de vídeos para niños que se pueden descargar directamente de la sección de divulgación y didáctica de su página web (<http://www.igme.es/divulgacion/videos/cds.htm>) o solicitarlos al IGME. Tratan sobre aspectos geológicos básicos y están narrados por personajes de animación, siendo perfectamente asequibles para niños desde el segundo ciclo de Primaria en adelante. Floppy, una gota de agua, nos introduce en el mundo de las aguas subterráneas y la importancia del recurso agua, proporcionando además juegos y otros materiales educativos; Gea, una intrépida geóloga, nos informa sobre los tipos más importantes de rocas, explicando su origen y acompañándonos por afloramientos interesantes de la Península, y Piqueto, un martillo de geólogo animado, nos enseña sobre los recursos minerales y los riesgos geológicos. En el primer caso podemos ver con Piqueto cómo es una explotación a cielo abierto, los distintos pasos de manufacturación hasta que obtenemos el producto deseado, así como los impactos que el aprovechamiento de los recursos causa en el medioambiente. El segundo caso se centra en el conocimiento de uno de los riesgos que más afecta a nuestro país, las inundaciones, y cómo podemos minimizar sus impactos. Estos vídeos pueden ser utilizados como elementos de aprendizaje y de motivación o evaluación.

**Crespo, Ana; Rodrigo, Ana (2008).** *Planeta Tierra*. Madrid, IGME, 132 pp.

El dossier *Planeta Tierra* contiene documentación elaborada en relación con la celebración del Año Internacional del Planeta Tierra (2008). Ofrece un conjunto de unidades didácticas divulgativas sobre diez de los tópicos más interesantes del área, acompañadas de un conjunto de fichas didácticas para los alumnos de Primaria, Secundaria y Bachillerato. El tema "Aguas

subterráneas" se enfoca desde la perspectiva de un recurso que debe ser utilizado con responsabilidad. "Los riesgos geológicos" subraya el importante papel de la Geología en su detección y prevención. "Tierra y salud" plantea desde la contaminación hasta los minerales relacionados con la salud. "El cambio climático" enseña cómo el estudio de otros cambios en épocas pasadas ayuda a comprender el clima del futuro. El conocimiento de "Los recursos geológicos" se presenta como la clave para su uso racional sin comprometer los recursos del futuro. El estudio del "Interior terrestre" se muestra como fundamental para comprender los procesos superficiales. Se destaca la importancia de la conservación sin contaminar de "Océanos" y "El suelo". Por último, "Tierra y vida" se enfoca desde la responsabilidad humana en la debida protección de la biosfera. En conjunto es un material idóneo para trabajar en el aula. Se puede descargar en pdf de la página web del IGME ([www.igme.es](http://www.igme.es)).

**Francek, Marc (2013).** "A compilation and review of over 500 of geoscience misconceptions", en *International Journal of Science Education*, vol. 35, núm. 1, pp. 31-64.

Dada la importancia de las ideas previas en la enseñanza y la escasez de trabajos relativos a dicha temática en el ámbito que estudiamos, este artículo presenta el interés de ofrecer una revisión de los estudios publicados hasta el momento, compilando, organizando y analizando un total de 502 ideas alternativas relativas a las Ciencias de la Tierra: terremotos, estructura de la Tierra, volcanes, recursos geológicos, procesos externos, procesos kársticos, meteorización y erosión, tectónica de placas, suelos, rocas y minerales, e historia geológica. Se analiza la frecuencia de ideas previas por temática, edad (desde Primaria hasta profesores en ejercicio) y fuente; la evolución de ideas falsas a lo largo de los distintos grupos de edad, y se proponen directrices para futuros estudios. La mayoría de los errores conceptuales se concentran alrededor de temas como la tectónica de placas, terremotos, volcanes o procesos externos relacionados con la meteorización y erosión de los distintos agentes. Las concepciones iniciales evolucionan hacia otros preconceptos durante la etapa de Secundaria, demostrándose cómo muchos permanecen hasta edad adulta. Este trabajo es un documento indispensable para animar a los docentes a indagar sobre las ideas previas de sus alumnos y plantear alternativas didácticas que promuevan aprendizajes efectivos.



**Hernández, M<sup>a</sup> Jesús; Forteza, Matilde (2013).** "Proyectos internacionales de colaboración entre docentes en el ámbito de las Ciencias de la Tierra", en **F. Ríos y M.A. Ballesteros-Moscósio (ed.).** *Re-conceptualizing the Professional Identity of the European Teacher. Sharing Experiences.* Sevilla, COPIARTE.

En este trabajo se presentan una serie de programas internacionales surgidos con el deseo de apoyar al profesorado de Ciencias de la Tierra para dinamizar y mejorar su práctica docente. Se analizan, en particular, el portal XPLOA, de ámbito europeo; el proyecto GLOBE, de ámbito internacional, y el ESSEA, de ámbito estadounidense.

XPLOA, el portal europeo de Enseñanza de las Ciencias, ofrece una serie de servicios, entre los que se encuentran una biblioteca en línea (documentos, unidades didácticas y materiales educativos, algunos de ellos en español), actividades, juegos y simulaciones relacionados con la ciencia, experimentos virtuales en los que pueden participar las escuelas, y la revista *Science in School*.

GLOBE es un programa científico y educativo práctico cuyo trabajo se basa en la colaboración de centros escolares de Primaria y Secundaria de todo el mundo para la planificación y elaboración de investigaciones acerca del medio ambiente y del sistema Tierra. GLOBE proporciona una gran variedad de materiales educativos para actividades de campo, de aula, experiencias interactivas y protocolos de investigación para la recogida de datos.

Por su parte, en ESSEA podemos encontrar el desarrollo de unidades didácticas completas y metodología para aplicar en el aula.

Este trabajo da a conocer una serie de recursos muy útiles para el aula y facilita la navegación por los distintos espacios web.

### **OIKOS. Aplicación Didáctica Multimedia**

El entorno multimedia OIKOS ([www.e-oikos.net](http://www.e-oikos.net)), financiado por la Unión Europea a través del programa Leonardo da Vinci, permite trabajar diversos tópicos relativos a los riesgos geológicos: terremotos, volcanes, deslizamientos de laderas, erosión de acantilados, inundaciones y evolución de las playas. Todos los temas se presentan a través de cuatro

opciones interactivas: mecanismo, en el que a partir de preguntas y animaciones se explica el fenómeno; impacto, con lugares del mundo donde han ocurrido los sucesos más espectaculares; mitigación, con los mecanismos humanos de control, y simulación, que permite recrear el fenómeno en distintos lugares. En cada caso se utilizan textos, gráficas, animaciones, así como numerosas fotos y vídeos de eventos reales. Se pueden usar todos los recursos y avanzar en la investigación cuanto se desee. El programa es muy intuitivo y fácil de usar, por lo que el profesor puede diseñar distintas maneras de trabajar, dando a los estudiantes la autonomía que considere necesaria según la edad de los alumnos y su criterio. Por último, se incluye un juego sobre gestión de riesgos con el objetivo de desarrollar una población sin poner en peligro a los habitantes y sus infraestructuras, y contiene una guía para desarrollar el juego en todas sus posibilidades. En definitiva, una aplicación que aúna todos los recursos multimedia, con el atractivo que esto supone para el alumnado.

**Sawyer, Dale S.; Henning, Alison T.; Shipp, Stephanie; Dunbar, Robyn W. (2005).** "A Data Rich Exercise for Discovering Plate Boundary Processes", en *Journal of Geoscience Education*, vol. 53, núm. 1, pp. 65-74.

En este estudio se realiza una interesante propuesta para trabajar en el aula las características de los límites de placas. Se trata de una actividad en la que se utilizan cuatro tipos de mapas de distintos sectores de la superficie terrestre con datos sísmicos, volcánicos, topográficos y de edad del fondo oceánico, y se basa en la observación, descripción y clasificación de los mismos para deducir los tipos de límites de placa que se muestran. Está diseñada para tres sesiones, en las que los alumnos trabajan por grupos y se reparten los roles de ser sismólogos, vulcanólogos, oceanógrafos y geólogos y recopilar la información referente a su especialidad. Posteriormente, se utiliza la técnica de puzle para reunir y contrastar los datos obtenidos en cada grupo y por el conjunto de la clase. La experiencia está descrita paso a paso para cada sesión y los mapas y todo el conjunto de información necesaria para el profesor y los alumnos se puede encontrar y descargar en la red (<http://plateboundary.rice.edu>). Obviamente, cada docente puede plantearla como quiera, de manera que la pueda hacer más comprensible a los más jóvenes, y utilizar solo aquellos mapas o aquellas zonas de la superficie terrestre que sean más simples. La revista *Journal of Geoscience Education* es de libre acceso en la red y una de las más completas de este ámbito.

### **Terremotos Virtuales. Aplicación interactiva**

[http://www.sciencecourseware.org/eec/Earthquake\\_es](http://www.sciencecourseware.org/eec/Earthquake_es)

Los terremotos son uno de los riesgos geológicos que, por sus consecuencias catastróficas, con más frecuencia se mencionan en los medios de comunicación y llaman más la atención del público. Esta aplicación en español forma parte del proyecto Virtual Courseware for Earth and Environmental Sciences, que proporciona aplicaciones y simulaciones sobre distintos aspectos de las Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente. En este caso, se trata de un divertido juego de simulación útil para niños y estudiantes de todas las edades. El usuario coloca sobre un mapa cinco estaciones sismológicas y apretando un botón se simula un terremoto. A partir de los sismogramas recibidos en cada una de las estaciones sismológicas, el programa enseña y proporciona herramientas para calcular la magnitud y el epicentro del terremoto. El profesor debe registrarse para recibir un código para los alumnos de su clase, y con la pestaña de evaluación puede controlar los datos de todos los estudiantes y comprobar dónde se han cometido los principales errores. Contiene un tutorial donde se explican perfectamente los fundamentos de las técnicas y todos los pasos a realizar. Esta aplicación es un instrumento muy interesante para comprender cómo trabajan los sismólogos, por qué se reciben ondas en distintas estaciones del mundo y cómo se calculan los datos básicos que caracterizan los terremotos.

### **Web de recursos prácticos de Ciencias de la Tierra**

<http://www.earthlearningidea.com>

Earth Learning Idea es una web, que se puede consultar en español, sobre actividades prácticas para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Tiene como objetivo desarrollar una red de apoyo para los docentes de estas materias, proporcionando recursos educativos que promuevan la enseñanza interactiva y el desarrollo de habilidades de investigación en los estudiantes, a partir de actividades relevantes en su vida cotidiana. Dichas experiencias están pensadas para alumnos de 8 a 14 años, pero se pueden implementar con niños más pequeños o estudiantes de cualquier edad. Se encuentran organizadas en nueve categorías: "La Tierra como sistema", "La energía de la Tierra", "La Tierra en el espacio", "Los materiales de la Tierra", "La evolución de la vida", "El tiempo geológico", "Investigando el planeta", "Riesgos naturales" y "Recursos y medioambiente". Se trata de actividades que, en la mayoría de los casos, a diferencia de otras experiencias, tienen la ventaja de ser muy sencillas, de bajo coste y, además, se pueden realizar en un breve espacio de tiempo. De este modo, no se interrumpe el desarrollo del

temario, una de las quejas principales de los profesores a la hora de planificar actividades prácticas. Cada experiencia se acompaña de una ficha técnica completa, donde se explican los pasos, la edad recomendada y otras sugerencias para su aplicación. Se fomenta la discusión de cada actividad entre los lectores para explorar y mejorar su potencial educativo.

### **Webs de recursos sobre enseñanza de la Astronomía**

- Instituto Astrofísico de Canarias (IAC), sección Divulgación: <http://www.iac.es>
- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), sección Descubre y Aprende: <http://www.inta.es/descubreAprende/Index.htm>
- Network for Astronomy School Education (NASE): [http://sac.csic.es/astrosecundaria/es/material\\_complementario/MaterialComplementario.php](http://sac.csic.es/astrosecundaria/es/material_complementario/MaterialComplementario.php)
- "Observaciones y modelos de astronomía", curso web de Bernat Martínez Sebastià, Pepe Pérez Sellés y Agustí Boix Moll: <http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2003/astrologia/index.htm>
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), sección NASA Kids-Club: <http://www.nasa.gov>

Las webs sobre astronomía son numerosísimas y, en general, todas poseen información actualizada, proporcionando además numerosos enlaces a sitios web similares. Nosotros hemos seleccionado aquí algunas de las españolas más interesantes porque entre todas ellas constituyen un banco de recursos didácticos, para niños y estudiantes de diversas edades, indispensable para la comprensión de los procesos astronómicos básicos y su trabajo en el aula.

En la sección Divulgación del IAC "Recursos educativos", podemos encontrar tanto materiales para el profesorado como actividades para estudiantes sobre diversos aspectos del universo.

Descubre y Aprende, del INTA, contiene experiencias para el alumnado y un rincón para el profesor con orientaciones didácticas para llevar a cabo dichas experiencias.

NASE proporciona una gran cantidad de materiales para el profesor y recursos educativos para niños de 3 a 12 años y de 12 a 18. Recoge la antigua

página *Atrévete con el Universo*, y es muy recomendable para trabajar en el aula.

"Observaciones y modelos en astronomía" es un magnífico curso interactivo de astronomía básica, que se plantea desde una perspectiva investigativa, con actividades de aprendizaje y refuerzo que consolidan los conocimientos de los estudiantes. Un complemento ideal es la página de la NASA, que incluye magníficas imágenes y vídeos y la sección de juegos para niños.