



Primera edición: diciembre 2011

© EUNAWA, 2011

© Carme Alemany y Rosa M^a Ros,
2011, por el texto

Edición:
Rosa M^a Ros Ferré

Diseño gráfico e ilustraciones:
Maria Vidal

El libro “La Tierra Paralela” ha sido financiado con fondos del Seventh Framework Programme ([FP7/2007-2013]) de la Comunidad Europea bajo el acuerdo n^o 263325.

Depósito legal:
Impreso en la UE
ISBN:

tierra paralela

Carme Alemany
Rosa M. Ros

UNAWE, 2011



El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) es una institución comprometida con UNAWE y EUNAWA. Con un claro espíritu de conexión con todos los países hispanos, el CSIC presta su apoyo a los trabajos de ambos programas en español pensados para los niños que hablan una misma lengua que les une.

www.csic.es



EUNAWA es un proyecto educativo de la Unión Europea basado en el programa UNAWE. Ambos proyectos utilizan la belleza y la grandeza del Universo para alentar a los niños pequeños, en particular a los de medios desfavorecidos, que tienen un interés en la ciencia y la tecnología, y fomentar su sentido de ciudadanía global desde la más temprana edad. Aunque UNAWE fue fundada hace sólo cinco años, ya está activa en 40 países y cuenta con una red global de más de 500 astrónomos, profesores y educadores.

EUNAWA está dirigido para implementar actividades de sensibilización del Universo en seis países en tres años: Alemania, España, Italia, Países Bajos, Reino Unido y Sudáfrica. El proyecto incluye la organización de cursos de formación docente y desarrollo de material práctico para niños. A largo plazo, EUNAWA pretende ayudar a producir la próxima generación de ingenieros y científicos europeos y hacer que los niños de las zonas desfavorecidas se den cuenta que son parte de una comunidad mucho más grande: Europa

www.es.unawe.org



Introducción

Este trabajo permite construir, de forma sencilla, un modelo de la Tierra que permite visualizar nuestro planeta como si estuviéramos situados fuera de él y así comprender algunos fenómenos que observados desde su superficie, a veces, son difíciles de comprender.

Para realizar el modelo usaremos una esfera terrestre hinchable o un globo terrestre de los que hay en todas las escuelas pero con la previsión de sacarla del soporte para así poder situarla de forma apropiada. Si colocamos convenientemente orientada la esfera terrestre tendremos una imagen paralela de la Tierra para el lugar donde nos encontramos. En ella podremos observar algunos de los fenómenos derivados de la posición de la Tierra respecto al Sol como el día y la noche y las estaciones, en latitudes y longitudes distintas.

Foto 1: Se observa que la zona iluminada en la pelota de colores es la misma zona que está iluminada sobre la superficie de la esfera terrestre de la maqueta y también lo es sobre la esfera de la Tierra real, aunque esta última no la podemos percibir ya que estamos “pegados” sobre superficie y no podemos alejarnos lo suficiente para poder tener esta percepción.

Planteamiento

Como modelo podríamos utilizar una esfera terrestre convencional, de las que se comercializan en cualquier tienda. Observemos que la inclinación que mantiene el soporte fijo de dichas esferas, coincide con la inclinación del eje que pasa por los polos. Se trata de una posición siempre igual, independientemente del lugar de la Tierra donde la estamos utilizando. La costumbre de ver la esfera terrestre con el eje inclinado, induce a no cuestionarse la referencia tomada, y a no aprovechar toda la información que el modelo nos puede proporcionar.

El plano del soporte de la esfera terrestre coincide con el de la eclíptica, o sea el plano sobre el que la Tierra describe su órbita alrededor del Sol girando al mismo tiempo sobre ella misma. El ecuador terrestre está inclinado $23^{\circ}27'$ respecto al plano de la eclíptica y por tanto el eje terrestre no es perpendicular al plano soporte o eclíptica. En el Hemisferio Norte dicho eje apunta en dirección a la estrella Polar (foto 2).

Como observadores estamos en un lugar concreto de la Tierra y si queremos utilizar la esfera terrestre en relación con el Sol, es imprescindible que el punto más alto de la esfera coincida con el lugar donde nos encontramos. Siempre, si nos situamos sobre una esfera, el lugar donde nos encontramos es el punto más alto. Es por tanto necesario que la esfera que represente a la Tierra no tenga un soporte fijo, y que pueda variar su orientación según el lugar de observación. Para ello usaremos la esfera terrestre colocándola sobre un vaso, cubo o vasija que le sirva de soporte (foto 3).



Foto 2: La esfera terrestre con el soporte usual no sirve de modelo.



Foto 3: La esfera terrestre sobre un vaso y bien orientada, con el lugar desde donde se observa en la parte superior



Foto 4: La "tierra paralela" orientada con la ayuda de la línea Norte-Sur representada en el suelo por una cuerda.

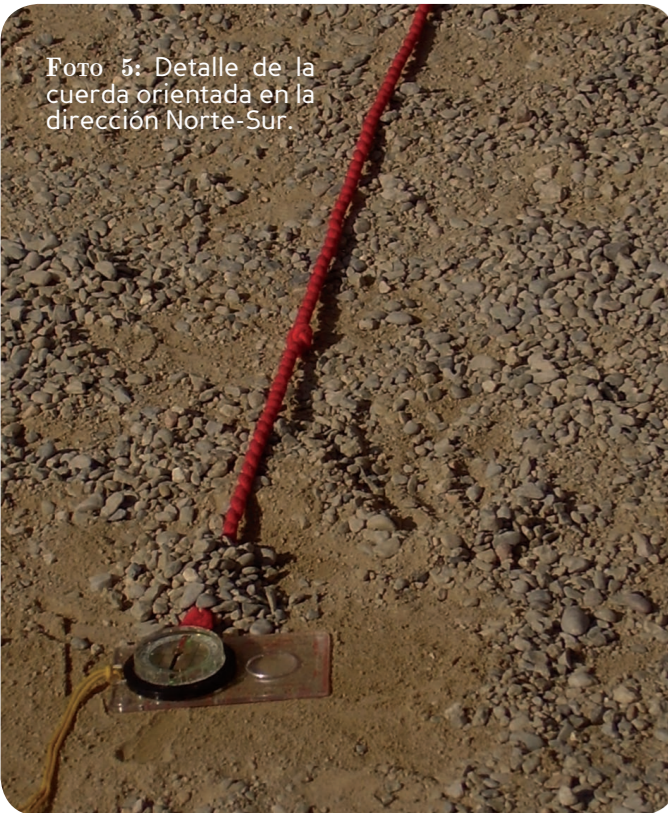


Foto 5: Detalle de la cuerda orientada en la dirección Norte-Sur.

Puesta en Estación antes de Observar

Para utilizar correctamente nuestro modelo de "tierra paralela", debemos colocarla en el exterior, durante el día y en un lugar soleado.

Debemos situarla de forma que el lugar donde nos encontramos, sobre la "tierra paralela", quede paralelo al suelo que pisamos y que el eje rotación de la esfera terrestre, es decir de la "tierra paralela", esté orientada en dirección Norte-Sur.

Para orientar el eje de rotación según la dirección Norte-Sur, utilizaremos una brújula, que nos indique dicha dirección (la dirección Norte-Sur magnética no coincide exactamente con la geográfica, pero para este tipo de modelo podemos suponer que son las mismas).

La marcaremos en el suelo, con la ayuda de una cuerda.

Situaremos la esfera encima de la cuerda con el eje de rotación de tal forma que su proyección sobre el suelo se corresponda, lo más exactamente posible, con la dirección Norte-Sur que indica la cuerda.

Es muy importante, al colocar la esfera, que el lugar donde estamos situados (nuestra



Foto 6: Orientando la "tierra paralela" con la ayuda de una regla.

Foto 7. Orientándola con la ayuda de un nivel de burbuja.

ciudad) coincida con el punto más alto de la misma.

Una vez la orientación es la correcta, nos aseguraremos de este paralelismo entre el lugar donde nos encontramos y su representación en la superficie de la "tierra paralela" (los dos están siempre en el punto superior de la esfera). Para ello utilizaremos una regla según se ve en la foto 6.

Debemos situar la regla, paralela al suelo, en el lugar del globo donde estamos situados en la Tierra. Si la regla está por encima de toda la superficie de la esfera, está

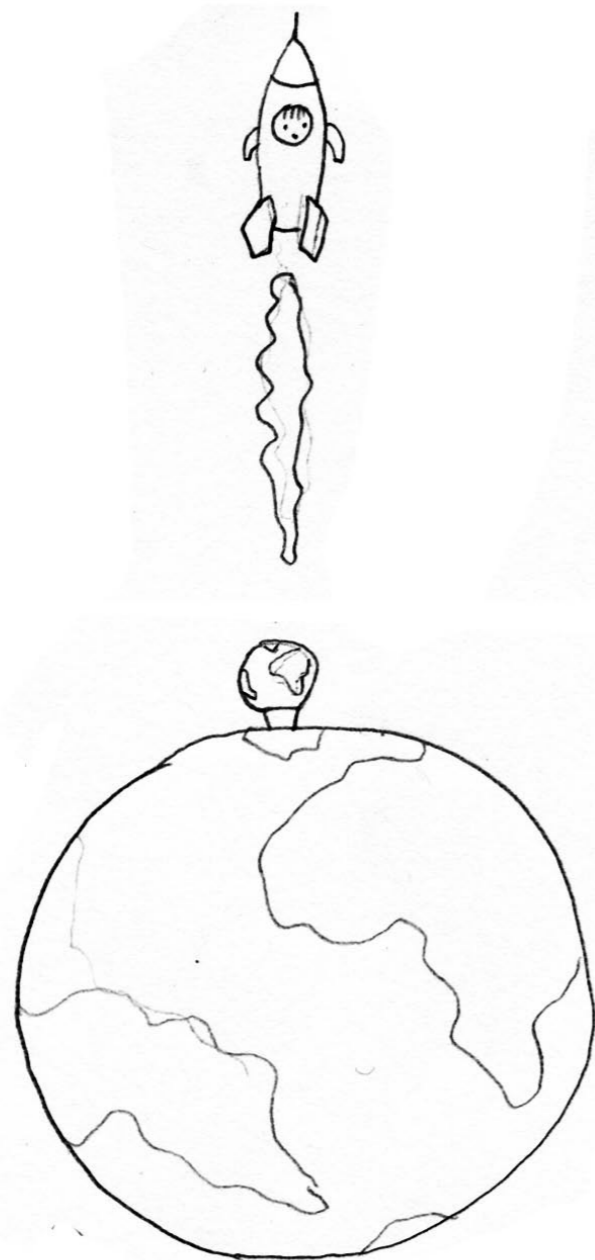
bien situada. Si no es así, hay que moverla hasta que ese lugar, que representa donde vivimos, sea el punto superior de la bola.

Cuando está bien situado, nuestro modelo está listo para ser utilizado.

Experimentación y Observación

Podemos imaginarnos que hacemos un viaje hacia el espacio, que despegamos verticalmente. Veríamos entonces como el lugar donde estábamos, por ejemplo el patio de la escuela, se iría haciendo cada vez más pequeño, después como la escuela se vería pequeña dentro del conjunto del pueblo, el pueblo se haría pequeño dentro del conjunto de la comarca, la comarca pequeña dentro del conjunto del país... y así finalmente veríamos la Tierra como una pequeña esfera en el espacio, una esfera como la de nuestro modelo, iluminada parcialmente por el Sol.

Como nuestro modelo, nuestra “tierra paralela”, gira conjuntamente con el planeta, en él podemos ver los fenómenos de luz y sombra derivados de la luz del Sol y sus propios movimientos, tal como sucede en la Tierra.



Si OBSERVAMOS LA “TIERRA PARALELA” A LO LARGO DE UNAS HORAS O DE UN DÍA SE DEDUCEN EL DÍA Y LA NOCHE

Con el modelo de la “tierra paralela” situado en estación en un lugar soleado podemos observar que:

- Algunas zonas están iluminadas por el Sol y otras no, esto significa que sobre la Tierra real sucede lo mismo y que en consecuencia, en unas zonas de la Tierra es de día y en otras es de noche.
- Si observamos nuestra “tierra paralela” durante algunas horas se ve que la sombra que separa el día de la noche avanza de Este a Oeste. Como lo que observamos es un movimiento relativo, esto significa que la Tierra gira al revés.
- También podemos observar que cuando en nuestro pueblo o ciudad es mediodía, es decir si el Sol está sobre nuestro meridiano, simultáneamente está saliendo el Sol en algún país más al Oeste y se está poniendo en algún país más al Este.



Foto 8. La zona noche y día se destaca sobre la “tierra paralela”

SI OBSERVAMOS LA "TIERRA PARALELA" A LO LARGO DEL AÑO SE DEDUCEN LAS ESTACIONES

La utilidad de nuestra "tierra paralela" orientada de forma paralela a la Tierra real es evidente si la vamos observando a lo largo del año.

- Por ejemplo, cuando es invierno en el Hemisferio Norte, vemos como no llega la luz del Sol al Polo Norte (foto 9). La duración de los días es mucho más corta. Como hay muchas menos horas de sol, la temperatura es inferior y hace mucho más frío. Además el Sol se mueve más bajo sobre el horizonte real así los rayos de Sol inciden sobre nosotros mucho más inclinados y la sensación de calor sobre la piel es inferior.
- En cambio cuando en el Hemisferio Norte es verano, el Polo Norte está totalmente iluminado (foto 10) y hay muchas horas de día para todos los habitantes del Hemisferio Norte ya que el Sol está mucho más alto en el horizonte y necesita mucho más tiempo para cubrir todo su recorrido. Como el número de horas de insolación solar es superior, la temperatura aumenta en verano. Además, como el Sol alcanza mayor altura sobre el horizonte los rayos de Sol inciden de forma mucho más perpendicular sobre la superficie terrestre y esto da lugar

a un incremento de temperatura. Se observa fácilmente que el Sol "quema" más nuestra piel en verano que en invierno. Basta estar un rato al Sol para constatar la mencionada diferencia de percepción de temperatura sobre nuestra piel.

- Cuando es el primer día de primavera y el primer día de otoño, la sombra que separa el día de la noche pasa exactamente por el eje de rotación terrestre (foto 11) y por lo tanto esos dos días, la duración del día y de la noche es la misma en los dos hemisferios, por este motivo son llamados equinoccios. Siempre hay una mitad de día y otra de noche, pero unas veces está más iluminado un hemisferio y otras veces el otro según sea verano o invierno, pero en esos dos días, la línea que separa las dos mitades pasa exactamente por el eje de rotación de la Tierra.
- Cuando es verano en el Hemisferio Norte (foto 10) se puede observar que es invierno en el Hemisferio Sur, ya que el Polo Sur no está iluminado. Evidentemente sucede lo mismo cuando es invierno en el Hemisferio Norte es verano en el Hemisferio Sur. Así pues un hemisferio está esta siempre más iluminado que el otro tal como se ha mencionado antes, salvo durante los equinoccios. En el hemisferio que hay más insolación tiene lugar el verano, hay más horas de Sol y este incide más perpendicularmente sobre la superficie terrestre.



Foto 9: La zona del Polo Norte está dentro de la zona de la noche, por lo tanto en el Hemisferio Norte es invierno.

Foto 10: La zona del Polo Norte está dentro de la zona iluminada, por lo tanto en el Hemisferio Norte es verano, estamos observando el fenómeno llamado el sol de medianoche.

Foto 11: La línea de separación del día y la noche pasa por el eje de rotación terrestre en primer día de primavera y de otoño.

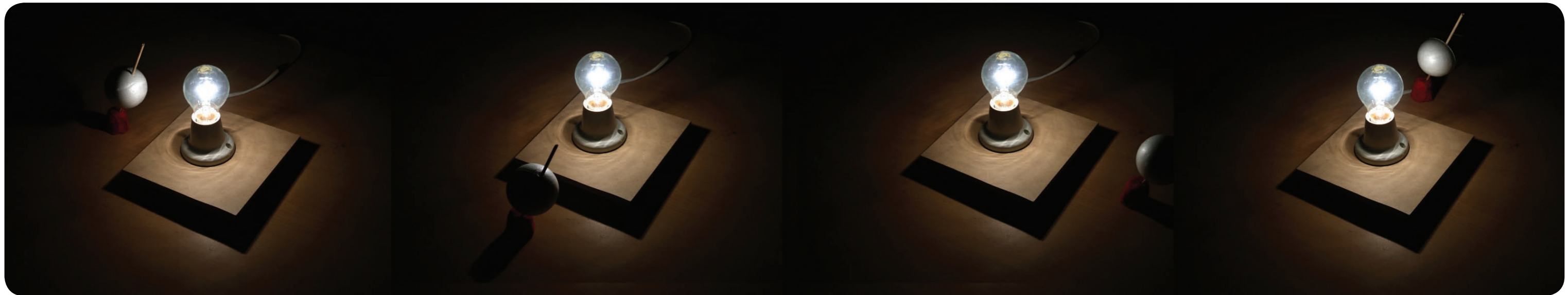
Para comprender que las estaciones del año son consecuencia del movimiento de translación de la Tierra alrededor del Sol y de la posición inclinada del eje de rotación de la Tierra, es conveniente combinar la observación de la tierra paralela y un modelo Sol-Tierra en el interior del aula (fotos 12, 13, 14 y 15). Una bombilla, un lápiz y una bola de porexpan son suficientes para realizar un modelo en el aula.

Foto 12: La zona del Polo Norte está dentro de la zona iluminada, en el Hemisferio Norte es verano.

Foto 13: Los dos hemisferios están igualmente iluminados, primer día de primavera u otoño.

Foto 14: La zona del Polo Norte está fuera de la zona iluminada, en el Hemisferio Norte es invierno.

Foto 15: También están los dos hemisferios iluminados de la misma forma.



SI DIBUJAMOS LA LÍNEA DEL ECUADOR PODREMOS CALCULAR EL MOVIMIENTO DE ROTACIÓN DE LA TIERRA Y LA HORA QUE ES EN LOS DIFERENTES PAÍSES

Dibujamos con un rotulador permanente la línea del ecuador sobre la "tierra paralela" y después algunos meridianos, por ejemplo unos seis meridianos, que nos permiten dividir la esfera en varios gajos. Es decir de los 360 grados que corresponden a todo el ecuador, cada gajo corresponde a 60° . Es bueno dibujar sobre el ecuador las divisiones que corresponden a 10° . Si se observa como corre la línea de separación del día y la noche sobre el ecuador se puede deducir muy fácilmente, con la ayuda de las divisiones que hemos dibujado, que la línea de sombra de la noche avanza 15° cada hora. Comparando con la hora en nuestro país, podemos saber qué hora es en diferentes lugares de la Tierra.

Además hay que destacar que si cada hora la sombra corre 15° , basta dividir $360^\circ/15^\circ$ para calcular la duración del día, y se obtiene 24 horas de forma experimental.



Foto 16: La "tierra paralela" con la línea del ecuador dibujada

SI COLOCAMOS LOS PEQUEÑOS GNOMONS A LO LARGO DE UN MISMO MERIDIANO PODREMOS OBSERVAR LA EVOLUCIÓN DE LAS SOMBRAS EN DISTINTOS LUGARES:

Basta situar pequeños gnomons sujetos en la superficie de nuestro modelo, la “tierra paralela” (pueden ser trocitos iguales de palillos sujetos con pequeñas bolitas de plastilina), para poder observar la evolución de la sombra en distintos lugares de la Tierra, a diversas horas y en distintas épocas el año.

La “tierra paralela” tiene los seis meridianos que hemos dibujado. Vamos a situar una

Foto 17: Un trozo de palillo con una bolita de plastilina permite situar los gnomons.



serie de pequeños gnomons a lo largo de uno de los meridianos.

Podemos entonces observar:

- Que las sombras que producen todos los gnomons, en un mismo momento del día, están todas en un mismo sentido pero en direcciones diferentes según sea su posición sobre el meridiano, es decir según sea la latitud del lugar.
- Que las sombras, por la mañana van hacia el Oeste, al mediodía hacia el Norte y por la tarde hacia el Este si vives en el Hemisferio Norte. Pero si vives en el Hemisferio Sur por la mañana van hacia el Oeste, al mediodía hacia el Sur y por la tarde hacia el Este.

Foto 18: Podemos empezar por situar uno en el lugar donde está situada la escuela.



- Que las sombras, al mediodía, señalan en la dirección de la línea del meridiano.
- Que a primera hora de la mañana y a última hora de la tarde las sombras son muy largas y al mediodía es cuando las sombras son más cortas. Que los gnomons que están cerca de los Polos producen sombras más largas y cuanto más cerca del Ecuador estén los gnomons, sus sombras son más cortas.

Foto 19: Los gnomons a lo largo de un meridiano. Unos tienen la sombra más larga y otros más corta.

DE TODAS ESTAS OBSERVACIONES SE DEBEN SACAR CONCLUSIONES:

Que en los lugares situados en un mismo meridiano siempre es la misma hora.

Que cuanto más cerca de los Polos estamos situados los rayos solares caen más oblicuos y en consecuencia tenemos la sensación sobre la piel de que hace menos calor.

Que cuando estamos más cerca del ecuador los rayos de Sol inciden más perpendiculares a la superficie y por esta razón hace más calor.

Podemos ayudarnos de una pequeña linterna para ver que si la situamos perpendicularmente sobre una superficie, la zona iluminada es redonda (foto 20) y la luz es más intensa que si iluminamos la misma superficie situando la linterna muy inclinada. En este caso la zona iluminada es muy alargada y mucho mayor que antes (foto 21) y la intensidad de la luz también es menor ya que se ha distribuido la misma energía en una área mucho mayor. Si la linterna es bastante grande se puede incluso hacer la prueba sobre la superficie de la piel y si está muy perpendicular se percibe mas calorcito sobre la piel que si incide de forma muy inclinada.

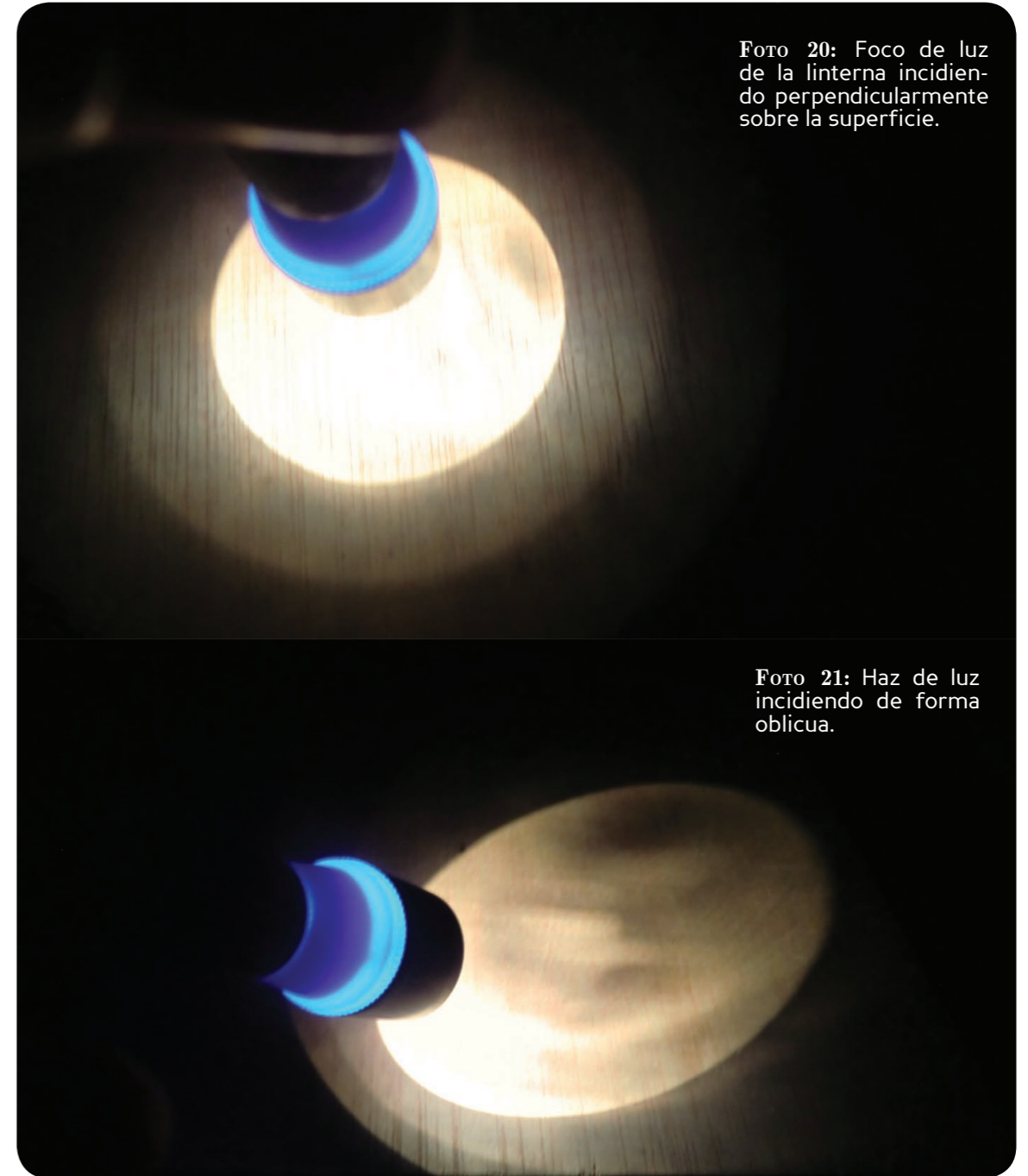


Foto 20: Foco de luz de la linterna incidiendo perpendicularmente sobre la superficie.

Foto 21: Haz de luz incidiendo de forma oblicua.

SI COLOCAMOS GNOMONS A LO LARGO DEL ECUADOR PODREMOS CONOCER LA EVOLUCIÓN DE LAS SOMBRAS Y LA HORA EN CADA LUGAR:

Que las sombras, a lo largo del día, van de Oeste a Este pasando por el Norte, si estás en el Hemisferio Norte. Pero si vives en el Hemisferio Sur por la mañana van hacia el Oeste, al mediodía hacia el Sur y por la tarde hacia el Este. Además si observamos la sombra de un lugar podemos saber aproximadamente la hora que es en aquel lugar.

Foto 22: Los gnomons a lo largo del ecuador. Algunos tienen la sombra hacia la derecha y otros hacia la izquierda.



Conclusiones

Que la Tierra gira sobre sí misma en sentido contrario al movimiento de rotación apreciado de la línea de sombras sobre nuestra "tierra paralela".

Que el movimiento de traslación de la Tierra es él que da lugar a las estaciones.

Que cuando en el Hemisferio Norte es verano, en el Hemisferio Sur es invierno y viceversa.

Que cuando es verano hay más horas de día que de noche y en el casquete Polar siempre es de día.

Que cuando es invierno hay más horas de noche que de día y en el casquete Polar siempre es de noche.

Que en primavera y otoño hay igual número de horas de día que de noche.

Foto 23: Trabajando con la "tierra paralela" en verano.



Otros trabajos con la maqueta

El modelo de la “Tierra Paralela” es útil para hacernos una imagen más global de la Tierra, para ver los seres que la habitan como un conjunto, a desmitificar las fronteras físicas, culturales y raciales que a menudo nos provocan tantos daños.

La Tierra paralela nos da un punto de inicio para intentar conocer la vida de niños y niñas que habitan distintos lugares de la Tierra, ver como sus actividades y costumbres van estrechamente ligadas al entorno donde habitan pero también a la riqueza de sus países.

A partir de imágenes de “La Tierra desde el aire” de Yann Arthus-Bertrand, se puede dialogar sobre la realidad que nos muestran, de que zona de la Tierra son las imágenes y los motivos de nuestras opiniones. Los diálogos son muy ricos y permiten introducir conceptos sobre paisaje, clima, trabajo, economía, formas de vida, protección del medio.

Después buscaremos exactamente de donde son las imágenes, las reduciremos y las situaremos en el lugar adecuado, sobre la esfera. De esta forma vamos encontrando puntos de referencia que nos ayudan a comprender la diversidad y complejidad de nuestro Planeta y sus habitantes.

También puede ser muy motivador para los alumnos más jóvenes buscar fotografías de distintos animales y situarlos sobre la esfera terrestre según deban ser sus hábitats. Otra opción, también ligada al tipo de clima que hay en las diferentes zonas de la superficie de nuestro planeta, sería situar los distintos tipos de viviendas. En este caso buscaremos diferentes fotografías de casas típicas y las situaremos razonando, según sus características, fijándonos en la conexión que puedan tener con las particularidades meteorológicas del lugar.



FOTO 24: Pegando las fotografías para ilustrar diferentes zonas del globo en los lugares correspondientes de la Tierra.



FOTO 25: La tierra paralela con fotografías de animales correspondientes a los diferentes hábitats de la superficie terrestre.

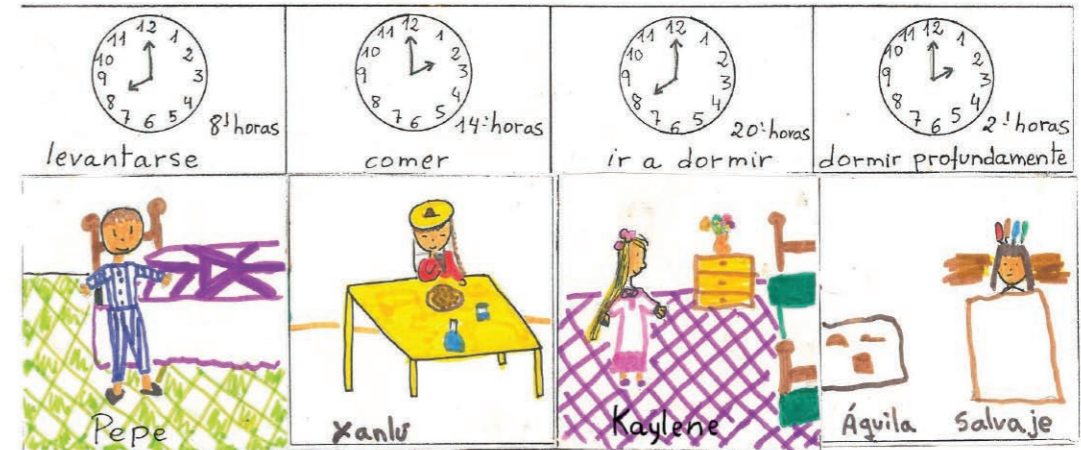
Los cuentos de la Tierra Paralela

Otra actividad muy interesante a realizar con los alumnos consiste en inventar cuatro personajes, cuatro niños, que vivan en zonas de la Tierra separadas 90°, o sea seis horas.

Un niño de en nuestra ciudad llamado Pepe, otro niño chino llamado Xanlú, una niña llamada Kaylene que vive en Nueva Zelanda y un niño nativo del oeste americano llamado Águila Salvaje.

Esta experiencia se ha llevado a cabo con alumnos en diversas ocasiones (figura 24). Con estos personajes estuvimos hablando de los lugares donde vivían, los rasgos culturales, sus formas de vida, el clima, la vegetación, la gastronomía ... y, a partir del diálogo, los alumnos escribieron cuentos en los que los protagonistas eran los personajes y los guiones incorporaban rasgos culturales de cada uno de ellos. Los personajes se relacionaban atendiendo los cambios horarios correspondientes a la ubicación de cada uno en el planeta.

¿Qué hace cada uno de estos personajes en las 24 horas del día?



¿Qué hacen al cabo de 6 horas estos personajes?



¿Qué hacen al cabo de 6 horas más estos personajes?



¿Qué hacen al cabo de 6 horas más estos personajes?



Propuestas, distribuidas por disciplinas, de las diferentes actividades que se pueden desarrollar en relación al trabajo de la tierra paralela

Matemáticas

Estudio de la esfera. Sombras sobre una esfera. Sombras de la esfera sobre un plano y sobre otra esfera. Líneas sobre una esfera. Posición de un punto sobre una superficie. Orientación sobre la superficie de una esfera: meridianos y paralelos...

Conceptos de radio, diámetro, circunferencia máxima, ángulo...

Concepto y medida de ángulos, superficies, volúmenes...

Dimensiones del radio y del diámetro de la Tierra. Proporciones entre nuestra esfera y la Tierra real. Concepto de escala.

Ciencias sociales

Interpretación de un mapa. Diferentes representaciones planas de la esfera terrestre. Meridianos y paralelos terrestres, meridiano origen. Conceptos de latitud y longitud. Continentes, países, océanos, cordilleras más importantes, montañas significativas, lagos, grandes ríos, zonas climáticas, zonas de vegetación, desiertos...

Geografía humana: población de la Tierra. Relación entre el comportamiento de los seres vivos (entre ellos los humanos) y el lugar donde habitan...

Lenguajes

Redacción de la memoria de los proyectos relacionados con la "tierra paralela". Interpretación de datos. Lectura e interpretación de informes y textos referentes al espacio geográfico...
Elaboración e interpretación de códigos propios del grupo de trabajo para la transferencia de datos...

Ciencias de la naturaleza, astronomía:

El estudio de los efectos de los movimientos de rotación y traslación de la Tierra. El día y la noche, los husos horarios, las estaciones del año, los equinoccios y los solsticios, los trópicos y el ecuador, la duración del día y la noche en distintas épocas del año y en diversas latitudes...

Estudio de la fauna y la flora de las diferentes grandes zonas del planeta.

Estudio de los climas y los factores meteorológicos.

Valores

Se hace difícil nombrar todos los valores que acompañan la elaboración de esta maqueta. El hecho de ser un trabajo en equipo y de la duración del mismo ofrece grandes oportunidades para trabajar la cohesión del grupo, ver la necesidad de la colaboración de todos y cada uno en particular. Saber avanzar lentamente sin cansarse ni perder la ilusión. El hecho de sentir el trabajo como propio y al mismo tiempo de todos...

Comprender la diversidad como un hecho positivo.

Comprender hechos culturales diversos ligados al territorio.

Conocer lugares de origen de compañeros y compañeras de clase, conocer sus costumbres, paisajes, climas, estaciones, fauna, flora... ligados a su situación geográfica.

Bibliografía

Arthus-Bertrand, Y., *365 días por la tierra*, Lunwerg editores, Barcelona, 2002

Arthus-Bertrand, Y., *La tierra vista desde el cielo*, Lunwerg editores, Barcelona, 2002

Lanciano, N., *Strumenti per i giardini del cielo*, Ed. Junior, Roma, 2002

Enlaces web:

<http://phobos.xtec.cat/a8028072/>

<http://es.unawe.org>

<http://unawe.org>

<http://sac.csic.es/unawe>

