

LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA



Jorge Juan (1713-1773)

Rafael Sebastián Alcaraz
Emilia María Tonda Monllor
(Coordinadores)

LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA

Rafael Sebastián Alcaraz

Emilia María Tonda Monllor (Eds.)

Publicaciones de la Universidad de Alicante
03690 San Vicente del Raspeig
publicaciones@ua.es
<http://publicaciones.ua.es>
Teléfono: 965 903 480

© los autores, 2016

© de la presente edición: Universidad de Alicante

ISBN: 978-84-16724-07-9

Diseño de cubiertas: CEE Limencop S.L.
Maquetación: CEE Limencop S.L.

UNIÓN DE EDITORIALES
UNIVERSITARIAS ESPAÑOLAS
www.une.es

Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización nacional y internacional de sus publicaciones.

Reservados todos los derechos. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

LA ORIENTACIÓN DEL PATIO DEL COLEGIO: UN EJEMPLO PARA LA INDAGACIÓN SOBRE GEOGRAFÍA EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Rubén Limiñana, Asunción Menargues, Isabel Luján, Sergio Rosa, Carolina Nicolás y Joaquín Martínez Torregrosa

Universidad de Alicante

ddgde@ua.es

Resumen

Realizamos una propuesta didáctica para organizar el patio del colegio a partir de la obtención de datos empíricos sobre los movimientos observables del Sol desde un lugar concreto en el planeta. Si bien, los niños pueden conocer la existencia y uso de la brújula para ubicar los puntos cardinales, la idea es que ellos lleguen a construir su propia brújula a partir del movimiento del Sol, utilizando un enfoque constructivista de la enseñanza de las ciencias experimentales. Una vez dibujada esta brújula, ésta puede ser utilizada para realizar otras actividades de indagación. Presentamos detalladamente los materiales y la propuesta de actividades encaminadas a la construcción de esta brújula.

Palabras clave

Brújula, enseñanza de la astronomía diurna, movimiento del Sol, orientación espacial.

1. INTRODUCCIÓN

En el actual currículum de Educación Primaria de la Comunidad Valenciana (Decreto 108/2014), se establecen los contenidos que se deberían tratar durante esta etapa, organizados por áreas de conocimiento. Los contenidos relacionados con la posición de la Tierra en el Universo y los referentes a localización y orientación de las personas en la Tierra pueden tratarse desde un punto de vista relacionado con la geografía, en el que podrían darse las coordenadas geográficas partiendo del ángulo que forma el observador con el Ecuador y con el meridiano de Greenwich (lo que correspondería al área de Ciencias Sociales) o desde un punto de vista más empírico, en el que se podría conocer la localización de un observador en la Tierra según los movimientos observables del Sol desde un lugar concreto en el planeta y cómo deben moverse el Sol y la Tierra para que suceda lo que vemos desde ese lugar (lo que correspondería al área de Ciencias Experimentales). De hecho, estas áreas están muy relacionadas entre sí en lo que hace referencia a temas sobre astronomía diurna.

El uso del movimiento de los astros para la orientación espacial y temporal es conocido desde muy antiguo. Poder organizar el horizonte para establecer las direcciones (puntos cardinales) permitió la expansión de los grandes imperios de la antigüedad y establecer vínculos entre distintos territorios que garantizaban la comunicación, el comercio o el desplazamiento de los ejércitos. Además, la invención de instrumentos que permitían medir con precisión la posición del Sol y la hora hicieron posible que los navegantes y exploradores pudieran conocer su posición sobre un mapa,

hecho que ayudó enormemente a aumentar el conocimiento que tenían nuestros antepasados sobre el planeta (Savall et al.: 2014).

El estudio del movimiento del Sol también ha permitido orientarse en el tiempo. Para que la sociedad nómada pudiese sedentarizarse fue necesario adquirir un conjunto de conocimientos que permitieran la supervivencia de las poblaciones. Era una cuestión de vital importancia el poder determinar la época de siembra y la época de reproducción del ganado. Los antiguos imperios pudieron progresar debido a que las personas podían dedicar tiempo a actividades como la arquitectura, la escritura, el comercio... sin tenerse que preocupar por buscar los alimentos necesarios para la supervivencia. En diversos puntos del planeta encontramos construcciones como Stonehenge o las pirámides Mayas que nos muestran la importancia del papel que tuvo la astronomía en la organización de las antiguas civilizaciones. Por ejemplo, el Antiguo Egipto fue el primer imperio en establecer un calendario solar de 365 días que marcaba, entre otras cosas, cuándo iba a desbordarse el Nilo. En aquellas épocas, los sumos sacerdotes eran los poseedores de los conocimientos astronómicos y su tarea no se limitaba al culto sino también a la organización y gestión del imperio. Más próximos al presente, en las mezquitas musulmanas, hace no demasiados siglos, una de las figuras fundamentales era la del astrónomo (Savall et al.: 2014).

En la actualidad la figura de los astrónomos y del movimiento del Sol en el cielo no es tan visible como lo era antes, pero su influencia no es menor. Sólo hemos de pensar en la presencia de los años bisiestos, los ajustes horarios de un segundo que se producen al comienzo del año cada cierto tiempo, las noticias del inicio de las estaciones en los medios de comunicación, etc.

El estudio del movimiento del Sol en el cielo no sólo tiene un enorme interés práctico, sino que permite profundizar en un problema mucho más amplio: el establecimiento de un modelo de movimiento relativo entre el Sol y la Tierra que pueda explicar las observaciones que vemos desde cualquier parte del planeta y que permita hacer predicciones referentes a qué ocurrirá en otras partes del planeta (Savall et al.: 2014).

Es, por tanto, evidente que la orientación (espacial y temporal) y la astronomía diurna son dos aspectos íntimamente ligados históricamente y, por lo tanto, ambos deberían ser tratados de manera conjunta durante la etapa de educación primaria. Desde contar el tiempo utilizando el cómo se ve la Luna conforme pasan los días hasta poder saber dónde estamos exactamente en la Tierra utilizando el movimiento del Sol y la posición en el espacio entre el Sol y la Tierra.

Por otro lado, es bien conocido que la enseñanza de las ciencias experimentales en todos los niveles de la educación debería basarse en la investigación (o indagación, en niños pequeños); es decir, la enseñanza de las ciencias debe propiciar la adquisición de conocimientos a través de las prácticas científicas, con los niños participando en todas las fases de una “investigación” para que puedan construir sus conocimientos (National Research Council: 1996, 2012). Para ello, los temas han de tener una estructura problematiza (Gil-Pérez: 1993; Verdú: 2004), planteando el inicio de un tema a partir de una pregunta central que se inspira en los procesos históricos y epistemológicos (Gil-Pérez: 1983; 1993) y se planifica la enseñanza (y, por tanto, el aprendizaje) para tratar de responder a dicha pregunta. Puesto que una característica del trabajo científico es que es un proceso de planteamiento y solución de problemas, la planificación –que se ha de concretar en una secuencia de actividades para los alumnos– conduce a una investigación guiada donde el profesor es el investigador principal que

actúa de guía y los alumnos los investigadores noveles (Gil-Pérez: 1993; Gil-Pérez y Carrascosa-Alis: 1994). En este proceso de indagación a través de la realización de actividades y mediante el debate global, la interacción alumnos-profesor y la participación en equipos de trabajo de los alumnos, se van elaborando ideas y/o modelos sobre los fenómenos de la naturaleza que se desean estudiar. Las ideas y modelos que se proponen, se ponen a prueba de diferentes formas, según la edad, y se van realizando recapitulaciones sobre los problemas resueltos y los obstáculos superados (Gil, 1983; Verdú, Martínez-Torregrosa y Osuna, 2002).

Revisando los contenidos presentes en el Currículum de primaria, parece razonable que los niños puedan llegar a entender “de verdad”, al final de la educación primaria, cómo están el Sol y la Tierra en un día de equinoccio, lo cual es necesario para luego entender la interpretación “astronómica” de la latitud y longitud. Para ello es necesario haber hecho antes algo para que los niños puedan entender qué cambios se pueden dar en variables que describen el movimiento del Sol, así como que diferentes personas en diferentes sitios de la Tierra pueden ver la trayectoria del Sol de manera diferente el mismo día del año.

Por lo tanto, debería establecerse un itinerario de aprendizaje basado en la indagación, tratando en los primeros cursos aspectos más empíricos que impliquen observaciones y toma de datos, pasando en los últimos cursos a la elaboración de algún modelo sencillo que permita explicar algunos de los datos que hemos ido recogiendo previamente. De hecho, la relación entre las observaciones del movimiento de los astros desde la Tierra y los movimientos de nuestro planeta en el espacio es uno de los factores que más dificultan el avance en el aprendizaje sobre estos temas (Plummer y Maynard: 2014), lo que sugiere que seguir este itinerario puede ayudar a solventar estas dificultades.

En este trabajo, realizamos una propuesta didáctica para organizar el patio del colegio (realizar una gran brújula), que pueda ser utilizada posteriormente para realizar otras actividades de indagación sobre la orientación espacial y temporal utilizando el movimiento del Sol (astronomía diurna).

2. JUSTIFICACIÓN Y PROPUESTA DIDÁCTICA

2.1. LA LÍNEA MERIDIANA COMO HERRAMIENTA DE ORIENTACIÓN.

Si bien, los niños pueden conocer la brújula y pueden utilizarla para orientarse y ver directamente dónde están los puntos cardinales, la idea es que ellos lleguen a construir su propia brújula a partir del movimiento del Sol. Es decir, no vamos a darles el conocimiento ya “hecho”, sino que tienen que investigar para “descubrir” donde están los puntos cardinales.

Antes de la realización de esta actividad, en los primeros cursos de la etapa de educación primaria (primero y segundo), se debería haber trabajado sobre la trayectoria del Sol a lo largo de un día. Es decir, los alumnos deberían saber que, cualquier día del año, el Sol realiza una trayectoria que describe un arco sobre el horizonte; dicho de otra manera, existe una relación entre la altura y posición del Sol y el momento del día en el que nos encontramos. El punto más alto en la trayectoria se alcanza a mediodía (el cual ocurre aproximadamente a las 13:00 horas en horario oficial de invierno y aproximadamente a las 14:00 horas en horario oficial de verano), y es el punto que

divide la trayectoria del Sol en dos partes iguales: la mañana (desde que sale el Sol hasta mediodía) y la tarde (desde mediodía hasta que se pone el Sol).

Existe, además, una variación en la altura máxima (también conocida como culminación) que alcanza el Sol a lo largo del año: el día que el Sol se encuentra más alto sobre el horizonte es el día que comienza el verano (solsticio de verano), mientras que el día que comienza el invierno (solsticio de invierno) es cuando el Sol se encuentra más bajo a mediodía. Por lo tanto, cualquier día de primavera o verano (estaciones simétricas) la culminación del Sol será más alta que cualquier día de otoño o invierno (que también son estaciones simétricas). La altura del Sol que queda justo en la mitad entre la máxima y la mínima es la que se observa en los días de equinoccio (tanto en el de primavera como en el de otoño).

La altura angular del Sol se mide en grados (los que separan al Sol de la línea del horizonte), siendo 90° la altura máxima que puede alcanzar, cuando se encuentre justo arriba de nuestras cabezas (¡en Alicante nunca ocurre esto!). Esta altura angular máxima (culminación) es fácilmente medible mediante un gnomon o un cuadrante (un astrolabio simple). Un gnomon es un palo colocado de manera perpendicular sobre el suelo (sobre una superficie lo más horizontal posible), el cual proyecta una sombra en dirección opuesta a la posición del Sol en cualquier momento del día. Sabiendo la longitud del gnomon y midiendo la longitud de la sombra con una regla o con una cinta métrica, podemos calcular rápidamente la altura angular del Sol (en cualquier momento del día) mediante trigonometría o dibujando a escala en un papel el triángulo formado por el gnomon, la sombra y la luz que llega del Sol (Figura 1) y utilizando un transportador de ángulos para medir el ángulo que nos proporciona la altura angular del Sol.

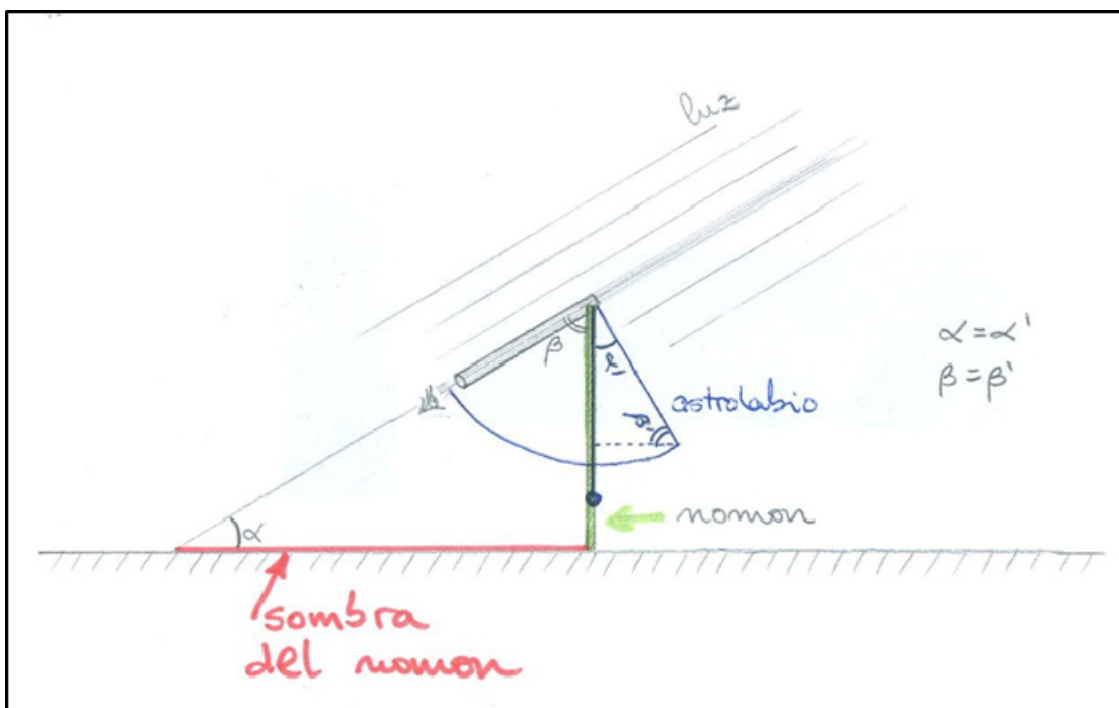


Figura 1. Medición de la altura angular del sol usando un gnomon y un astrolabio sencillo (cuadrante). El ángulo que nos indica la altura angular del Sol utilizando el gnomon es α , que es el mismo ángulo que el α' que nos indica la altura angular del Sol utilizando el astrolabio.

En el momento en el que salga el Sol tendremos la sombra más larga del día (igual de larga que cuando se ponga), la cual se irá acortando durante toda la mañana, hasta llegar a tener la sombra más corta del día justo a mediodía, cuando el Sol se encuentra más alto sobre el horizonte (es decir, en el momento de su culminación). Si bien la longitud de esta sombra más corta no es igual a lo largo del año (será más corta cuanto más alto esté el Sol en su culminación a lo largo del año), esa sombra siempre caerá en la misma línea, la cual se conoce como Línea Meridiana o Línea Norte/Sur. En todo el Hemisferio Norte, salvo dentro del trópico en algunas épocas del año, el Sol siempre se encuentra sobre el Sur a mediodía (su acimut es 180°), de manera que la sombra más corta de un gnomon cualquier día del año siempre apunta al Norte.

2.2. PROPUESTA EDUCATIVA PARA EDUCACIÓN PRIMARIA: LA ORIENTACIÓN DEL PATIO DEL COLEGIO.

Como hemos indicado anteriormente, la enseñanza por indagación siempre ha de concretarse en una secuencia de actividades acorde con las prácticas científicas. Y el inicio de estas secuencias (el título), tiene que ser una pregunta que incite a la indagación y a elaborar las primeras “predicciones” (lo que serían las hipótesis en una investigación científica).

Una posible pregunta que puede guiar el tema sería la siguiente: ¿Dónde se encuentra el Sol a mediodía? ¿Cómo podemos saberlo? Resolver esta pregunta permite al mismo tiempo poder estudiar dos cosas: (1) el lugar en el que se encuentra sobre el horizonte (acimut) y (2) la “altura” (elevación angular) respecto al suelo. En realidad, para la orientación del patio del colegio nos interesa el primer aspecto, si bien ambos aspectos están muy relacionados entre sí y tiene interés en que sean tratados al mismo tiempo.

Una vez planteada la pregunta, los niños deberían hacer sus predicciones sobre lo que ellos creen que pasa, a la vez que proponer un plan para tratar de responder a esa pregunta. En esa discusión, el profesor debe guiarles para llegar a un plan de consenso que permita responder a la pregunta; lo más fácil es utilizar un gnomon para buscar respuesta a los dos aspectos: la longitud de la sombra más corta nos indicará si la elevación angular es siempre igual o no, y la dirección de la sombra más corta nos indicará si el acimut es el mismo o no a mediodía. Para ello, se colocaría un gnomon en una zona del patio del colegio en la que no se produjesen sombras de árboles o edificios con el fin de seguir la sombra del Sol desde un poco antes de mediodía hasta un poco más tarde (al menos, podría ampliarse el periodo temporal antes y después del mediodía en función de la disponibilidad de tiempo), durante una serie de días, de manera que se pueda tener un registro temporal de la longitud y dirección de la sombra más corta. A pequeña escala, también podría hacerse, por ejemplo para orientar el aula desde una ventana por la que se viese el Sol a mediodía en cuyo caso, el material necesario para hacerlo aparece reflejado en la Figura 2; para hacerlo a gran escala, necesitaríamos un gnomon más grande, una cinta métrica en vez de la regla y tizas de colores en vez de los lápices. Sea cual sea la opción por la que nos decidamos, el gnomon debemos colocarlo de manera perpendicular al suelo para lo que podríamos ayudarnos de un nivel de burbuja.

Los niños deben haber diseñado una tabla (orientados por el profesor) para poder recoger sus datos a lo largo del tiempo; es tabla debería incluir al menos 4 columnas: día (fecha), hora de la sombra más corta, longitud de la sombra más corta y dirección de la sombra más corta. En las propias medidas se puede anotar las horas a las que se han realizado las mediciones (Figura 3). Respecto a la dirección de la sombra, pueden dibujar una línea que contenga la sombra más corta del primer día de medida y ver si en los demás días la sombra del gnomon a mediodía (la sombra más corta), está sobre esa misma línea o si se ha movido hacia la derecha o hacia la izquierda de esa línea.



Figura 2. Materiales necesarios para llevar a cabo las actividades de esta propuesta: base de corcho, nivel de burbuja, brújula, hilos de colores, lápices de colores, regla y gnomon.

Tras la realización de las actividades (lo cual se puede extender en el tiempo si queremos que vean con más claridad que la culminación cambia a lo largo del año), los alumnos deben interpretar los resultados para llegar a dos conclusiones que guían nuestra investigación:

1. La altura máxima del Sol (culminación) cambia a lo largo del año: irá aumentando en invierno y primavera, y disminuyendo en verano y otoño.
2. La sombra del gnomon y, por tanto el Sol siempre se encuentran en el mismo lugar de manera que la sombra más corta de cualquier día del año siempre apunta a la misma dirección.

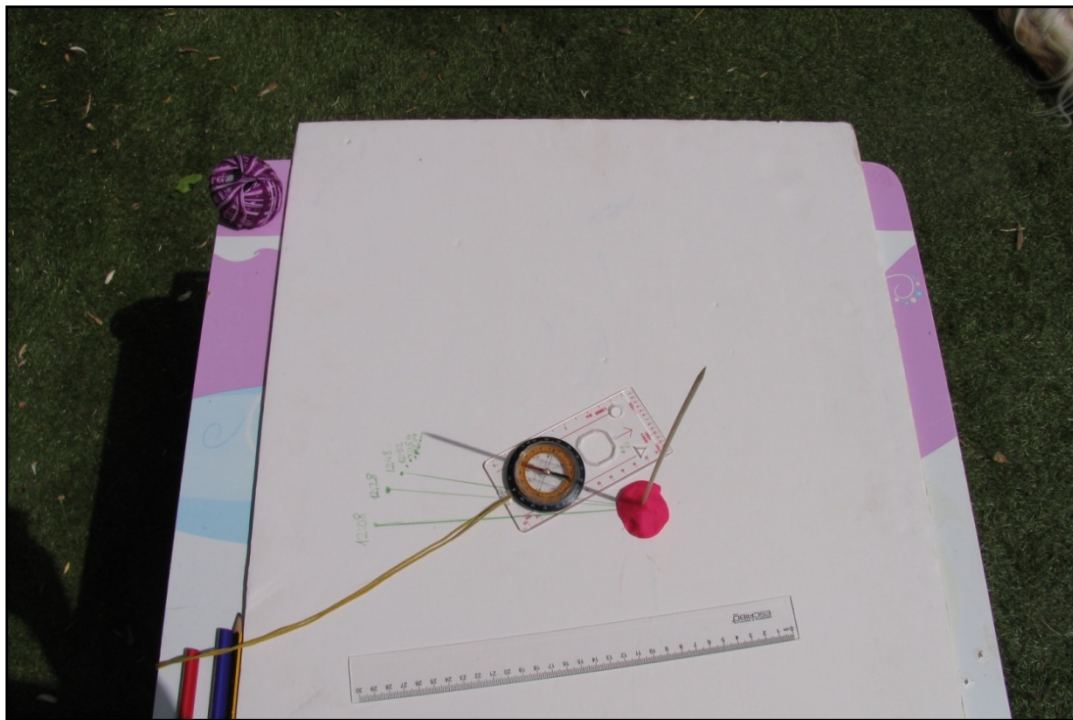


Figura 3. La sombra más corta que hayamos obtenido en cualquier día del año utilizando un gnomon nos marca la dirección Norte-Sur. Podemos comprobarlo utilizando una brújula.

Una vez que los niños ya han comprobado que la sombra más corta medida cualquier día del año siempre cae sobre la misma línea, se les diría que hacia donde apunta la sombra se le llama Norte ó 0° y que, por tanto el Sol, que se encuentra en el sentido opuesto de la sombra, estaría en el Sur o a 180° y a esa línea que hemos dibujado en el suelo del patio se le llama Línea Meridiana o Línea Norte-Sur (Figura 4). Si trazamos a continuación una perpendicular a la Línea Meridiana, a partir de la dirección Norte y en el sentido de las agujas del reloj, tendríamos la dirección Este o 90° y por tanto, a 90° a partir de la dirección Sur, en sentido de las agujas del reloj, tendríamos la dirección Oeste o 270° . ¡De este modo habríamos dibujado una brújula en el patio de la escuela! (Figura 5). Podríamos ahora dibujar las direcciones Noreste, Sureste, Suroeste y Noroeste.

Para comprobar si la Línea Meridiana marca realmente el Norte y el Sur, podríamos colocar una brújula sobre ella y comprobaríamos que la aguja de la brújula está sobre la línea que habíamos dibujado en un principio.

Una sugerencia para la realización de esta propuesta es hacerla cerca de los equinoccios (21 de marzo y 21 de septiembre aproximadamente), ya que estas son las épocas del año en las cuales cambia más rápido la culminación. Es decir, empezar a tomar datos dos semanas antes de uno de los equinoccios y terminar dos semanas después del mismo (un total de un mes tomando datos, por ejemplo dos veces a la semana) es suficiente para comprobar que la sombra más corta de un día no siempre mide lo mismo.



Figura 4. Medida de la sombra más corta del día. La sombra indica dónde está el Norte en nuestro horizonte.

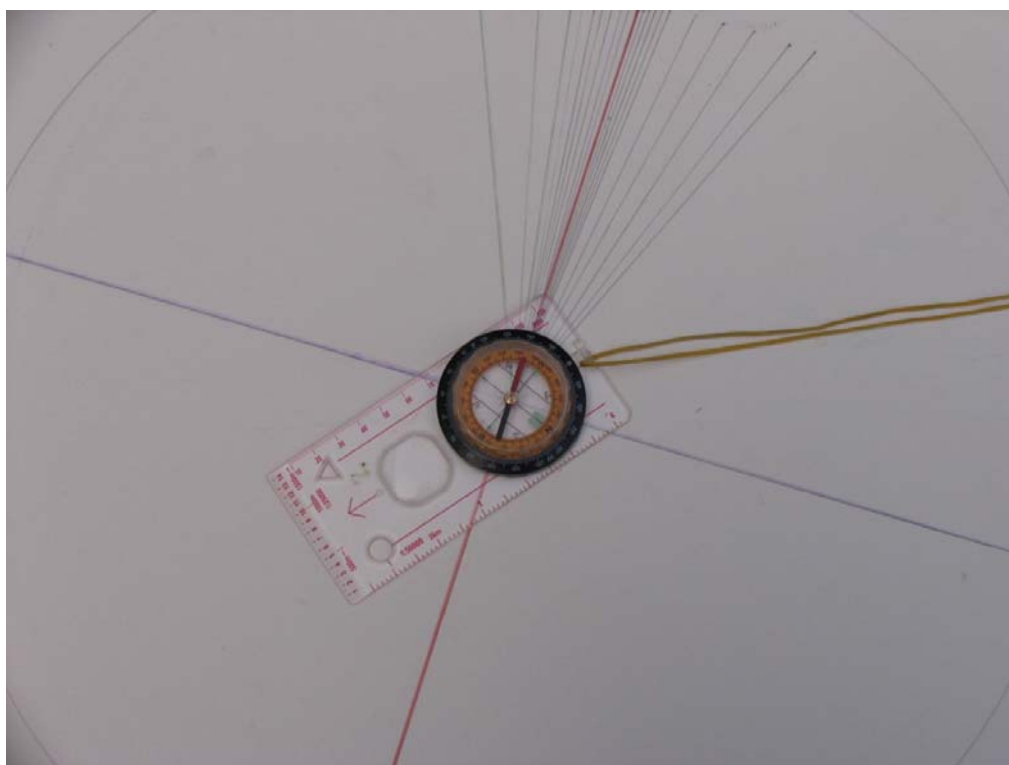


Figura 5. Alineación entre la brújula y la Línea Meridiana obtenida con la sombra más corta del día. En rojo aparece la dirección Norte-Sur y en violeta la dirección Este-Oeste. Hemos construido una brújula utilizando el movimiento del Sol.

2.3. POSIBLES SECUENCIAS A REALIZAR TRAS ORGANIZAR EL HORIZONTE CON LA SOMBRA MÁS CORTA.

Una vez realizada la investigación detallada en el punto anterior y haber dibujado una brújula que nos sirve para orientar el patio del colegio, podemos utilizar la misma para realizar otras secuencias de enseñanza de las ciencias mediante indagación (temas relacionados con las ciencias experimentales y las ciencias sociales, como comentábamos al inicio de este trabajo).

Queremos destacar aquí un par de posibles secuencias que se podrían desarrollar una vez que disponemos de una brújula (¡y entendemos lo que representa!), las cuales están relacionadas con la investigación arriba descrita. Estas secuencias serían:

(1) ¿Podemos ver horizontes de la ciudad desde el aula?

Para familiarizarse con la representación de horizontes podemos empezar la secuencia de actividades dibujando el horizonte que se ve desde el patio del colegio e indicando las posiciones de los diferentes elementos en el dibujo. Por ejemplo: la puerta de la clase está al NE, los aseos al SW, la portería de fútbol al E, etc. Tras haberlo dibujado, podríamos realizar un montaje fotográfico del horizonte que se ve desde el patio de la escuela realizando fotografías que se superpongan los 360° del horizonte y sobre las que podamos indicar la dirección de los distintos elementos más significativos.

Se podría finalizar esta secuencia realizando una exposición de horizontes de la ciudad, realizando un montaje fotográfico del mismo modo que con el patio del colegio e imprimiendo las fotos a modo de “tira de fotos” que conforman todo el horizonte. Si cerramos los extremos de la tira de tal forma que los niños puedan ponerse en el centro, podrían ver lo que se ve desde distintos lugares de la ciudad (Figura 6).



Figura 6. Fotomontaje del horizonte de la Universidad de Alicante realizado por un grupo de alumnos del Grado de Maestro de Educación Primaria.

(2) ¿De dónde viene el viento?

Siempre que hace viento, ¿viene del mismo sitio? Podemos colocar en el centro de nuestra brújula que hemos realizado en el patio una pequeña manga de viento sobre un palo vertical para comprobar si el viento siempre viene del mismo sitio; podemos utilizar el propio gnomon para colgar ahí la manga. Por ejemplo, un viento que venga del Norte hará que la manga apunte hacia el Sur. Con esto los alumnos pueden comprobar que no siempre viene el viento desde el mismo sitio y, posteriormente, podemos darle los nombres al viento que viene de diferentes direcciones, escribirlos al lado de las direcciones de la brújula ¡y construir así una Rosa de los Vientos!

3. DISCUSIÓN

En este trabajo realizamos una propuesta educativa que relaciona las áreas de didáctica de las ciencias sociales y didáctica de las ciencias experimentales. En este caso, utilizamos datos empíricos sobre el movimiento del Sol para ser utilizado como herramienta de orientación espacial. En esta propuesta, utilizamos las herramientas que se empleaban para poder organizar el horizonte y así orientarse mucho antes de la invención de la brújula.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, con esta aproximación metodológica de enseñanza/aprendizaje de las ciencias basada en el constructivismo (Gil-Pérez et al., 2002), los alumnos son los que participan en la re-construcción del conocimiento de manera científica, lo que implica acercar al aula el trabajo de los científicos para comprender el mundo que les rodea. Se ha comprobado que esta manera de enseñar ciencias proporciona mejores resultados en cuanto a aprendizaje en todos los niveles de la educación, y ha sido recomendada y alentada desde hace tiempo (ver por ejemplo Verdú, 2004; Osuna et al., 2012; Savall, 2015).

La enseñanza de aspectos relacionados con la astronomía diurna aparece en todos los currícula de educación primaria en Europa y es uno de los temas más estudiados en enseñanza de las ciencias (ver una revisión en Lelliott y Rollnick, 2010), ya que sus contenidos son cercanos a las personas desde los primeros momentos de sus vidas. Por lo tanto, enseñar esta materia mediante investigación, y tratar aspectos que tengan sentido para los niños (es decir, que lo puedan entender y utilizar posteriormente), puede ser una buena manera de enganchar a los niños en el estudio de las ciencias.

4. REFERENCIAS

Gil-Pérez, D., 1983. “Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 1(1), pp. 26-33.

Gil-Pérez, D., 1993. “Contribución de la Historia y la Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación”. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 11(2), pp. 197-212.

Gil-Pérez, D.; Carrascosa, J., 1994. “Bringing pupils' learning closer to a scientific construction of knowledge: a permanent feature in innovations in science teaching”. *Science Education*, núm. 78(3), pp. 301-315.

Gil-Pérez et al., 2002. “Defending constructivism in science education”. *Science & Education*, núm. 11, pp. 557-571.

Lelliott, A.; Rollnick, M., 2010. “Big Ideas: A review of astronomy education research 1974–2008”. *International Journal of Science Education*, núm. 32, pp. 1771-1799.

National Research Council., 1996. “National Science Education Standards”. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council., 2012. “A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas”. Washington, DC: The National Academies Press.

Osuna, L.; Martínez-Torregrosa, J.; Menargues, A., 2012. “Evaluación de la enseñanza problematizada sobre la luz y la visión en la Educación Secundaria Obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, núm 30(3), pp. 295-317.

Plummer, J. D.; Maynard, L., 2014. “Building a learning progression for celestial motion: an exploration of students’ reasoning about the seasons”. *Journal of Research in Science Teaching*, núm. 51, pp. 902-929.

Savall et al., 2014. “Com es moues el Sol i la Terra?” Alicante: Universidad de Alicante. Servicio de Lenguas y Cultura.

Savall, P., 2015. “L’ensenyament problematitzat de la física quàntica en batxillerat com a instrument de millora de l’aprenentatge”. Tesis Doctoral, Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas, Universidad de Alicante.

Verdú, R., 2004. “La estructura de los temas y cursos como problema: un instrumento de ayuda al aprendizaje de la Física y la Química”. Tesis Doctoral, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universitat de València.

Verdú, R.; Martínez-Torregrosa, J.; Osuna, L., 2002. “Enseñar y aprender en una estructura problematizada”. *Alambique*, núm. 34, pp. 47-55.