

HABILIDADES DE ORIENTACIÓN ESPACIAL: DE LA CARTOGRAFÍA AL GPS

MARGHERITA GONZATO, JUAN D. GODINO

Universidad de Granada (España)

En este trabajo realizamos una breve síntesis histórica de la cartografía como campo de la actividad humana en la que se ponen en juego habilidades de orientación espacial. Así mismo, referimos la presencia de estas habilidades en diversas profesiones, actividades de la vida cotidiana y el uso de nuevos recursos tecnológicos que facilitan la orientación espacial. Esta información es útil para abordar la enseñanza de este tema incluido en las directrices curriculares.

El desarrollo de habilidades de orientación espacial es un objetivo incluido en las directrices curriculares. Así, en el Decreto de Enseñanzas Mínimas del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) para la educación primaria, área de matemáticas (MEC, 2006), se indica que en el primer ciclo se comienza con la descripción de posiciones y movimientos, en relación a uno mismo y a otros puntos de referencia, la interpretación y descripción verbal (uso de vocabulario geométrico) de croquis de itinerarios y su elaboración. Los niños utilizan los conceptos de izquierda-derecha, delante-detrás, arriba-abajo, cerca-lejos y próximo-lejano. Se pretende evaluar las capacidades de orientación y representación espacial, teniendo en cuenta tanto el lenguaje utilizado en la descripción como la representación en el plano de objetos y situaciones. Progresivamente se pasa a los contenidos del segundo ciclo en los que se introducen los

planos y las maquetas, como representaciones elementales de espacios conocidos, la descripción de las posiciones y los movimientos en un contexto topográfico. En el tercer ciclo se pretende que los alumnos interpreten una representación espacial realizada a partir de un sistema de referencia y de objetos o situaciones familiares, se introduce el sistema de coordenadas cartesianas y la representación elemental del espacio con escalas y gráficas sencillas.

En este trabajo incluimos información que puede servir para justificar la inclusión del tema de la orientación espacial desde los primeros niveles educativos. Nos referimos al interés práctico de la elaboración e interpretación de mapas (cartografía) y a la aplicación de las habilidades de orientación espacial en distintas actividades profesionales y de la vida cotidiana. Esta información puede ser útil al profesor como fuente de motivación y sugerencia de posibles actividades para los alumnos.

BREVE HISTORIA DE LA CARTOGRAFÍA

Para poder comprender los procedimientos y las dificultades que están relacionadas con situaciones de Orientación Espacial describimos brevemente cómo y por qué nació la necesidad de representar el espacio a lo largo de los siglos y los procesos con los cuales la cartografía se convirtió en una disciplina científica¹.

Es opinión común que todos los pueblos primitivos han tenido cierta forma de cartografía rudimentaria. Parece que un estímulo que favoreció la redacción de mapas sea la propensión que tuvieron algunas comunidades al movimiento, al desplazamiento desde su lugar de origen.

Los primeros mapas con fundamento científico provienen de Grecia y fueron elaborados por los filósofos que trataron de conjugar y reproducir con fidelidad las diferentes informaciones aportadas por viajeros diversos.

El primer intento de enfoque científico de la cartografía griega se encuentra con Dicearco de Messina (350 - 290 a. C.), discípulo de Aristóteles, que señaló por primera vez la necesidad de una línea de referencia de oeste a este en una carta del ecúmene.

Posteriormente Eratóstenes (276 a 195 a.C.) sugirió que un cierto número de líneas fueran dibujadas en paralelo a una de referencia, pero no regularmente espaciadas.

¹ Esta síntesis se basa principalmente en Thrower (2002) y las imágenes son de dominio público en la web.

Ptolomeo (ca. 100 - ca. 170 d.C.) recogió todos los conocimientos de sus predecesores y presentó en la *Geographike Syntaxis* el primer panorama completo del progreso cartográfico logrado hasta su tiempo. Publicó un método acerca de la determinación de coordenadas con base en meridianos y paralelos. Este tratado fue el trabajo teórico de referencia geográfica durante toda la Edad Media, siendo sustituido sólo durante el siglo XVI. Después de la obra de Ptolomeo y durante muchos siglos la cartografía se estancó y los marinos navegaban usando mapas improvisados.

Aunque los documentos cartográficos que nos llegaron de la civilización Romana son pocos, se puede suponer que podían tener una predisposición a la construcción de mapas por diferentes factores: el gran número de carreteras a mantener, las guarniciones numerosas esparcidas por los cuatro rincones del imperio, los especialistas de las medidas.

La construcción de las cartas náuticas en la Edad Media no se basó en principios matemáticos. En el siglo XIII el uso de la brújula magnética asociado a la rosa de los vientos permitió la elaboración de los primeros portulanos, que eran cartas marítimas que detallaban las costas y los puertos y tenían como fondo una retícula trazada a base de los rumbos o líneas de dirección de la rosa de los vientos.

Los viajes y los grandes recorridos por las costas de África y América dieron un nuevo y gran impulso a la cartografía. A partir del siglo XVI se dibujaron los primeros atlas para uso comercial y se desarrollaron muchas técnicas de proyección y coordenadas para dibujar mapas. Se comenzó con un concepto correcto, según el cual el mapa debía estar provisto de una red de meridianos y paralelos. También se adoptó el concepto de ortogonalidad de los meridianos y los paralelos, pero introduciendo un error que se mantuvo durante mucho tiempo: establecida una cierta escala de graduación en la longitud, también se adoptó la misma escala para la graduación en la latitud.

Los cartógrafos que se ocupaban de las cartas de navegación utilizaron la proyección cilíndrica de la Tierra. En el siglo XVI, Mercator, al introducir el concepto de aumentar la latitud (aunque no en forma matemáticamente rigurosa), sentó las bases de las nuevas cartas de navegación.

Desde entonces, la cartografía tuvo una connotación científica y fueron los gobiernos estatales que se hicieron cargo del trabajo.

La teoría de los logaritmos y el cálculo infinitesimal, creado por Leibniz (1648 - 1716) y Newton (1642 - 1727) dio una forma matemática rigurosa al concepto de latitud creciente y proporcionó las expresiones con las cuales tal magnitud puede ser calculada.

Finalmente en el siglo XX empezaron a utilizarse fotos aéreas para dibujar mapas y posteriormente se desarrolló el uso de satélites y nuevas técnicas que permitieron una alta precisión de detalle, con los cuales se consigue explorar la totalidad de la superficie terrestre.

En síntesis podemos constatar que la necesidad de elaborar mapas está estrictamente relacionada con el desplazamiento de las personas y con la edificación de las primeras ciudades, para organizar el espacio: los barrios, las calles,...

El problema de la proyección de la esfera terrestre en el plano y de la introducción de un sistema de referencia para localizar puntos fue un proceso largo y dificultoso: la distancia entre paralelos, la ortogonalidad del retículo de meridianos y paralelos y sus graduaciones fueron cuestiones que emergieron de los filósofos griegos y llegaron hasta el renacimiento.

Otro aspecto interesante que emerge es el uso de instrumentos (brújula, satélites,...) que permitió elaborar mapas más precisos y orientarse en espacios con pocos puntos de referencias.

Este breve estudio histórico sobre la cartografía nos orienta sobre posibles situaciones problemas a adaptar para el desarrollo de la Orientación Espacial en la escuela primaria, como la exploración de lugares desconocidos con el objetivo de elaborar mapas, la lectura de mapas hechos por otros, el usos de diferentes tipos de simbologías, la introducción de sistemas de referencias,...

NUEVO SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO Y DE NAVEGACIÓN

En diferentes campos de investigación y de trabajo se utiliza ahora un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés). GIS es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada.

Un instrumento interesante de navegación es el GPS (Global Positioning System), que funciona mediante una red de satélites en órbita sobre el globo. Los terminales

receptores GPS (Unidades GPS) indican la posición en la que están, informando sobre su latitud, longitud y altitud. Los receptores GPS se están incorporando en vehículos para dotarlos de un sistema de navegación. En todo momento este sistema informa sobre la posición exacta donde se encuentra el vehículo, el nombre de la calle y el sentido de marcha. Mediante un pequeño ordenador que lleva incorporados mapas de carreteras y planos urbano, puede servir para trazar distintos recorridos.

Por otra parte existe diferente software que permite navegar sobre la superficie terrestre. Por ejemplo el programa informático de Google Earth (<http://earth.google.com/>) permite visualizar imágenes en 3D del planeta, combinando imágenes de satélite, mapas y el motor de búsqueda de Google que permite ver imágenes a escala de un lugar específico del planeta. Introduciendo el nombre de una ciudad, de una calle se obtiene la dirección exacta, un plano o vista del lugar. Además, es posible medir distancias geográficas, ver la altura de las montañas, ver fallas y cambiar la vista tanto en horizontal como en vertical. Con Google Maps (<http://maps.google.es/>), o Via Michelin (<http://www.viamichelin.es/>) es posible obtener informaciones viales para planear un viaje, sean en coche propio, en transporte público o a pié.

Todos estos recursos tecnológicos plantean cuestiones de innovación e investigación didáctica de gran interés: indagar cómo se puede incorporar su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la orientación espacial en los niveles de educación primaria y secundaria.

EL USO DE LA ORIENTACIÓN ESPACIAL EN DIFERENTES TRABAJOS Y SITUACIONES DE LA VIDA COTIDIANA

Pilotos, conductores, marineros, médicos, arquitectos, ingenieros, geógrafos, meteorólogos, topógrafos, físicos, electricistas, fontaneros, carpinteros, ciertamente utilizan en sus trabajos habilidades relacionadas a la Orientación y Visualización Espacial. Este uso requiere la habilidad de reconocer un objeto tridimensional desde ángulos diferentes, la habilidad de describir un espacio conocido con un lenguaje adecuado o con una representación gráfica, la habilidad de comprender una representación gráfica de un espacio,...

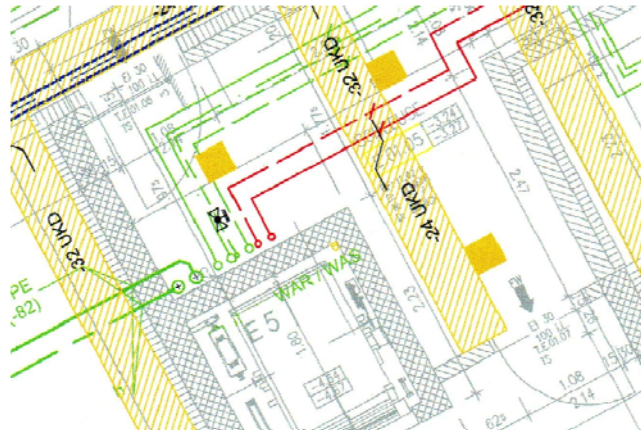


Figura 1. Plano de coordinación, S A M Architekten und Partner (Zürich)

Se puede pensar, por ejemplo, en un arquitecto que tiene que proyectar un edificio; frecuentemente en su trabajo tiene que colaborar con ingenieros civiles y presentar proyectos específicos a fontaneros, electricistas,... (Figura 1). El lenguaje gráfico tiene que ser compartido para que cada uno pueda comprender el plano asignado y trabajar correctamente.

Definiendo la habilidad de “relación espacial” como el “reconocimiento de un objeto tridimensional desde ángulos diferentes”, Suárez y col. (2004), afirman que esta habilidad es una de la más importantes de toda aquellas que un individuo debe poseer para el ejercicio de la ingeniería.

La habilidad de reconocer un objeto desde diferentes perspectivas está presente también en el trabajo del médico. Por ejemplo, para interpretar correctamente una radiografía de una parte del cuerpo tiene que distinguir entre los diferentes niveles de grises de las formas tridimensionales de la parte del cuerpo proyectado en el plano de la radiografía. La dificultad está en distinguir los diferentes niveles de profundidad. También existen ahora software de visualización diagnóstica, como PACS, un software de visualización diagnóstica de radiografías usado en medicina (Figura 2) donde se pueden archivar las imágenes médicas digitales.

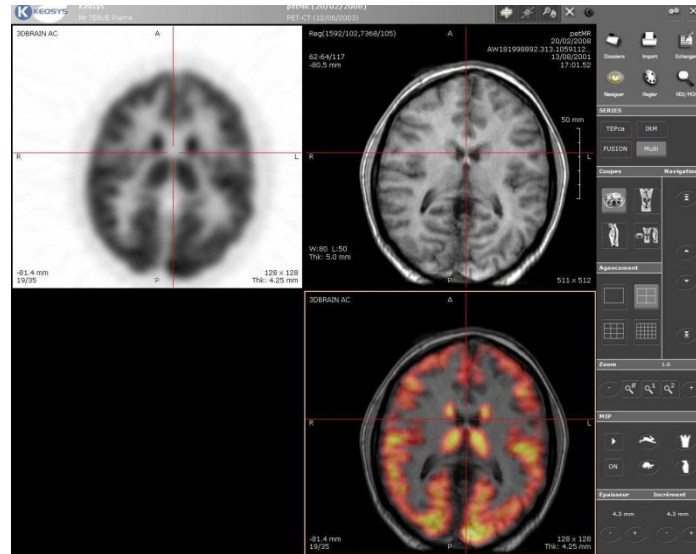


Figura 2. PACS

Otro trabajo interesante desde el punto de vista de las habilidades de Orientación Espacial es el del arqueólogo. En Drewett (1999) se presentan diferentes situaciones que requieren la lectura y la elaboración de mapas: la interpretación de mapas antiguos para encontrar posibles lugares donde hay restos arqueológicos, la lectura de mapas de otros arqueólogos para conocer el punto exacto donde escavar, el dibujo de parte de una excavación (planos, secciones, estratigrafías,...., Figura 3) por medio de diferentes técnicas de proyección, el localizar exactamente sobre la superficie terrestre el lugar de un hallazgo arqueológico (ahora por medio de GIS o GPS). Hay situaciones donde también se requiere la capacidad de hacer fotografías respetando algunas convenciones (la correcta inclinación, la distancia, poniendo una unidad de medida de referencia en la foto,...) e interpretar fotografías y dibujos de otras personas. En la Figura 3 se observa una unidad familiar, una granja medieval, Bullock Down, East Sussex, utilizado por arqueólogos para ilustrar las características de un sitio.

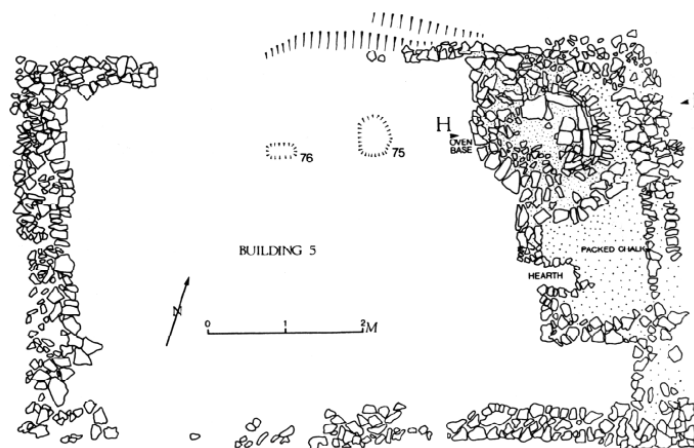


Figura 3. Plano

En conclusión, notamos que tanto en trabajos que requieren una formación académica como en trabajos que requieren un oficio, se pueden encontrar situaciones que necesitan una buena capacidad de Orientación Espacial.

También en situaciones cotidianas la Orientación Espacial está presente. Pensemos en el niño que tiene que conocer el camino para ir a la escuela, orientarse en una ciudad (el trabajo de Galvez, 1985, enfrenta el problema de los niños de la Ciudad de México que se pierden en la ciudad). Así mismo, se requiere “competencia espacial” para dar informaciones a un turista sobre el trayecto para ir a un sitio, para orientarse en una ciudad desconocida, leer los planos de las líneas de los transportes, para comprender un manual para construir un mueble o utilizar un electrodoméstico, para la elección de un mobiliario adaptado a una habitación, ...

De estas actividades se deriva que es importante para cada individuo desarrollar dichas capacidades.

ORIENTACIÓN ESPACIAL EN LA ENSEÑANZA

Observamos que las orientaciones curriculares españolas (MEC, 2006), las orientaciones de la Comunidad Autónoma de Andalucía (Junta de Andalucía, 2007), así como, por ejemplo, las orientaciones del National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) tratan el tema de la “Orientación Espacial” sugiriendo algunos objetivos. Es interesante constatar que dichas propuestas curriculares aconsejan empezar a trabajar el tema de Orientación Espacial considerando las orientaciones de cuerpos y objetos en el mundo real, seguir con la interpretación y la elaboración de representaciones

espaciales elementales (croquis de mapas, planos y maquetas), y terminar con la construcción y uso de sistemas de coordenadas para especificar posiciones y describir trayectorias. Esta repartición temporal de los temas en los años es coherente con el desarrollo del conocimiento cartográfico a lo largo de la historia.

Podemos observar que la situación-problema central emergente de los currículos analizados es la de “especificar posiciones y describir trayectorias en el espacio”: primero en el mundo real, después con el uso de representaciones elementales y al final con el uso de sistemas de coordenadas.

Podemos observar que las Orientaciones Curriculares sugieren plantear situaciones para describir y comprender situaciones de la vida cotidiana y aconsejan educar a través del entorno, lo que se puede abordar con diferentes situaciones de Orientación Espacial. Por otra parte, en los objetivos relacionados con la orientación de objetos y cuerpos en el espacio físico y con el uso de representaciones se tratan sobre todo formas y objetos geométricos, y menos situaciones reales y cotidianas. Sería interesante reconstruir tipos de situaciones que permitieron desarrollar el conocimiento cartográfico a lo largo de la historia, como la exploración de lugares desconocidos con el objetivo de trazar mapas que orientaran a otros niños exploradores, la organización del espacio (por ejemplo del aula), la discusión de las diferentes simbologías utilizadas y de los errores cometidos.

Por lo que se refiere a los recursos tecnológicos a utilizar en situaciones de Orientación Espacial, (tales como la brújula, el GPS, o los software informáticos disponibles en la red) observamos que en las propuestas curriculares no se mencionan.

Situaciones de Orientación Espacial podrían ser presentadas no sólo en el ámbito matemático, sino también en otras asignaturas, como pueden ser la geografía, el dibujo técnico y la educación física. En matemáticas el niño se enfrentaría a la organización del espacio, a la lectura de mapas y planos y a la introducción de sistemas de referencia para especificar lugares en los mapas, en geografía el niño se enfrentará a situaciones relacionadas con la lectura y elaboración de materiales cartográficos, que podrían ser incentivadas yendo al descubrimiento de nuevos espacios. Observamos que en estas situaciones (tanto en matemáticas como en geografía) el uso de recursos tecnológicos (brújula, GPS,...) podría ser de gran interés y motivación. Con el dibujo técnico el niño podrá aprender los procedimientos de la proyección y los convencionalismos normativos mientras que con la educación física podrá experimentar la orientación de su

propio cuerpo con actividades motrices. Observamos así que en la escuela primaria el tema podría ser tratado de manera interdisciplinar.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos resaltado la importancia que tienen hoy día las habilidades relacionadas con la Orientación Espacial en situaciones de la vida cotidiana, en diferentes trabajos y en el uso de los nuevos medios informáticos para ubicarse y trazar recorridos. Todo esto da valor y relevancia al tema, presente en las orientaciones curriculares de la escuela primaria.

Un recorrido histórico sobre la cartografía nos ha permitido comprender cómo y por qué nació la necesidad de representar el espacio a lo largo de los siglos y los procesos con los cuales la cartografía se convirtió en una disciplina científica. Este estudio nos ayuda a comprender los procedimientos y las dificultades que están relacionadas con situaciones de Orientación Espacial, nos permite valorar las direcciones curriculares y orientar propuestas de tareas en la escuela primaria.

Un estudio en profundidad de los errores cometidos a lo largo de la historia en la representación plana de espacios conocidos, nos podría también orientar sobre las posibles dificultades, las concepciones erróneas, y los obstáculos de los estudiantes.

Agradecimientos

Trabajo realizado en el marco del proyecto de investigación, SEJ2007-60110/EDUC. MEC-FEDER y de la Beca FPU, AP2008-04560.

REFERENCIAS

- Drewett, P. L. (1999). *Field Archaeology: An Introduction*. London: UCL Press.
- Galvez, G. (1985). *El aprendizaje de la orientación en el espacio urbano: una proposición para la enseñanza de la geometría en la escuela primaria*. Tesis doctoral, Centro de Investigación del IPN Mexico.
- Junta de Andalucía (2007). Orden 10/8/2007 por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Primaria en Andalucía. Área de Matemáticas.
- MEC (2006). Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria.

- NCTM (2000). Principles and standards for school mathematics. National Council of Teachers of Mathematics. Edición electrónica: <http://standards.nctm.org/>
- Suárez, J., Rubio, R., Gallego, R. y Martín, S. (2004). *Desarrollo de un entrenador para la percepción espacial basado en realidad virtual mediante tecnologías de dominio público*. Trabajo presentado en el XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Barcelona.
- Thrower, N. J. W. (2002). *Mapas y civilización. Historia de la cartografía en su contexto cultural y social*. Traducción de la 2a edición de Francesc Nadal, Barcelona: Ediciones del Serbal.