

APLICACIÓN DE ALGUNOS MATERIALES DIDÁCTICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

Sergio Yussim Guarneros

División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM.

yussim@servidor.unam.mx

Resumen

Las mayores dificultades en la enseñanza de la Geometría Descriptiva radican en lo abstracto de algunos de los temas tratados, la necesidad de visualizar los problemas en tercera dimensión y la falta de materiales didácticos apropiados. Respecto a este último punto, se proponen algunos materiales que tienen como finalidad auxiliar en la visualización y demostración de los principales temas de la asignatura. El primer material que se propone es un modelo físico de un plano inclinado dentro de un prisma de base rectangular, el cual permite desdoblar cada una de sus caras para observar la proyección del plano inclinado en cada cara. El modelo permite variar la inclinación del plano y trazar una dirección determinada sobre éste; de esta manera se explican conceptos tales como echado, echado aparente, ángulo de deflexión, cabeceo e inmersión. Para los conceptos relacionados con la Red Estereográfica se presenta el modelo físico del hemisferio inferior, en el cual se pueden proyectar líneas y planos y se utiliza para determinar sólo las relaciones angulares entre estos elementos. Con la orientación adecuada del hemisferio y la simulación de algunos elementos ya mencionados, se pueden resolver las principales relaciones espaciales de diferentes problemas. Finalmente, se presenta un análisis digital que facilita el análisis geométrico de la deformación en Geología. Este análisis utiliza la relación entre una figura geométrica regular original y su estado deformado para establecer los principales parámetros de su matriz de deformación.

Antecedentes

El planteamiento que se hace a continuación se refiere a la asignatura de Geometría Descriptiva, que se ofrece en las carreras de Ingeniería Geológica y de Ingeniería en Minas y Metalurgista, de la División de Ciencias de la Tierra. Esta asignatura tiene como objetivo resolver los problemas relacionados a la forma, dimensión y posición de los elementos geométricos en el espacio, empleando diversos métodos de representación gráfica. Aunque su objetivo no se encuentra directamente relacionado con conceptos geológicos o mineros, sus contenidos sí lo están, ya que la asignatura tiene la función de introducir a los estudiantes en las relaciones espaciales de las diferentes estructuras geológicas así como en la utilidad geométrica de los diversos métodos para explorarlas.

No obstante la claridad del objetivo, en la enseñanza de la Geometría Descriptiva frecuentemente se recorre un camino oscuro. Hay varias razones para esta

situación, pero seguramente la más importante radica en la falta de habilidad para presentar, analizar y entender las situaciones propuestas en la perspectiva de la tercera dimensión. Esta situación se agrava por los escasos o nulos materiales didácticos efectivos; esto es, materiales que verdaderamente favorezcan múltiples visiones espaciales del problema planteado (Silva-Romo, et al., 2003) y no sólo sean materiales que presenten ejercicios.

Como una solución al problema planteado, se proponen algunos materiales didácticos que favorecen una nueva perspectiva en la Geometría Descriptiva, así como una serie de consideraciones pertinentes para su aplicación, tanto como ejercicio como para el planteamiento del curso.

Modelos Convencionales

Para explicar las ventajas de los materiales propuestos, examinemos primero los materiales convencionales con un ejemplo, el de la inclinación de un plano o cómo se maneja en la Geología, el echado de un plano. Para aclarar este ejemplo definiremos algunos conceptos.

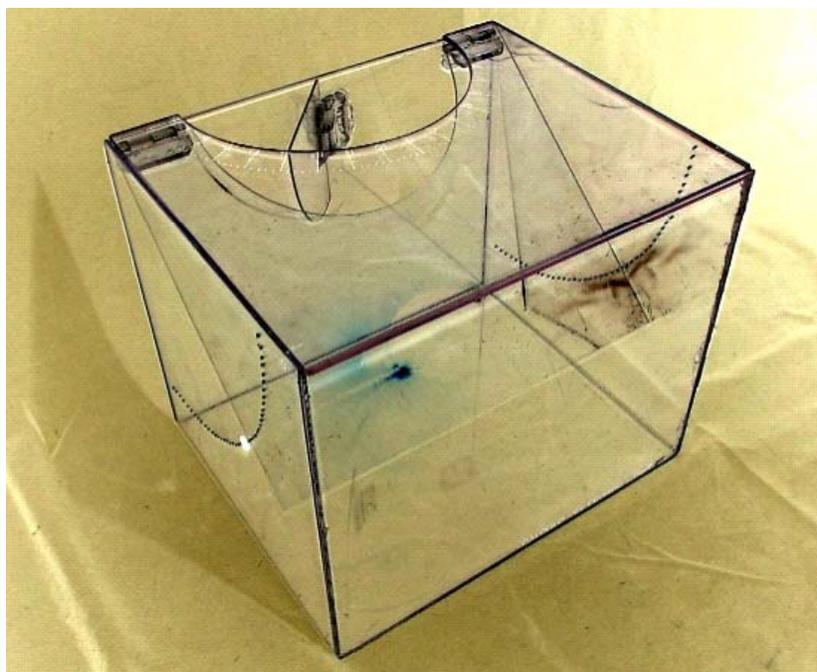
Todo plano puede ser definido de manera abstracta por medio de dos datos; el rumbo: que es el ángulo horizontal que forma una recta horizontal contenida en el plano con un sistema de referencia dado, por ejemplo el norte geográfico; y el echado, o ángulo vertical: que se mide entre el horizonte y la máxima pendiente del plano. Hay que aclarar que el ángulo vertical medido entre el horizonte y cualquier dirección diferente de la máxima pendiente del plano es llamado echado aparente, y existen dos direcciones de echado aparente simétricas respecto a la dirección del echado o extensivamente echado real. Por último, las direcciones del echado real y del rumbo siempre son perpendiculares.

Para explicar este tema se recurre generalmente a realizar la explicación teórica de los conceptos anteriores, para hacer el análisis de éstos desde la perspectiva de las proyecciones ortográficas, se estudia la solución trigonométrica (Ragan, 1973) y, sólo en algunos casos, se analiza el problema con la Red Estereográfica (Turner y Weiss, 1963). No es que este método este equivocado o no funcione, de hecho considero que es la manera más conveniente de abordar el tema, lo que se propone es la aplicación de nuevos materiales didácticos.

Así de manera convencional, los materiales usados comúnmente se basan en dibujos, esquemas y representaciones gráficas de los problemas propuestos y sus soluciones. Sin embargo, cuando no se ha desarrollado la habilidad de visualizar los problemas en tercera dimensión, los materiales citados suelen ser limitados para el entendimiento del problema por parte de los estudiantes. Es importante señalar que los materiales y modelos didácticos no remplazan a las definiciones; coadyuvan a su entendimiento, su descripción y su aplicación, pero de ninguna manera la sustituye.

Modelos Propuestos

Los materiales que se proponen tienen como finalidad auxiliar a los alumnos en la visualización y demostración de los temas de la asignatura, y en particular para la explicación del echado aparente. El primer material que se propone es un modelo físico de un plano inclinado dentro de un prisma de base rectangular, como se muestra en la siguiente figura. Éste se fabrica de acrílico transparente lo que permite observar un plano inclinado en su interior, que puede colocarse desde la horizontal hasta la vertical, graduando su inclinación por medio de una escala grabada en cada costado del prisma. Al permitir que se varíe la inclinación del plano, también se permite trazar una dirección cualquiera sobre éste; de esta manera se pueden medir varios parámetros como son el echado, echado aparente, ángulo de deflexión, cabeceo e inmersión.



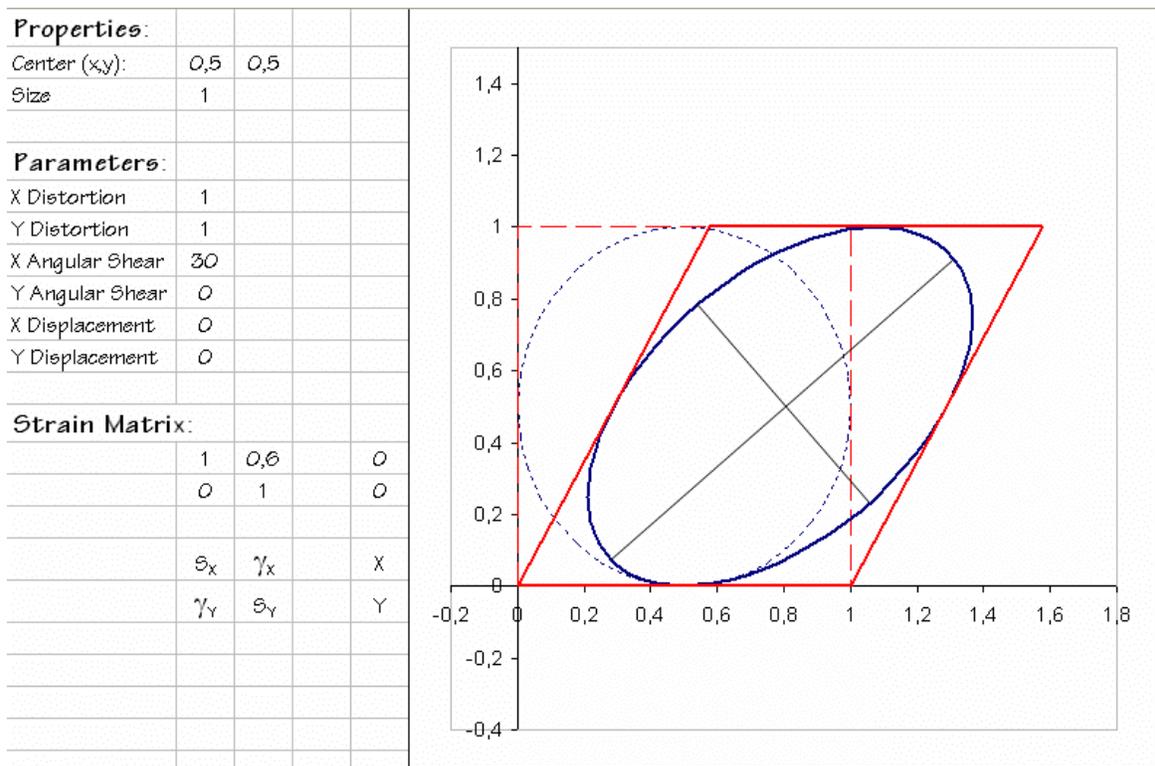
Este modelo permite explicar los conceptos a los que se ha hecho mención, mostrando físicamente la posición y el sentido de cada elemento. La pregunta que surge es ¿cuándo y como se debe utilizar? Este modelo puede utilizarse a continuación de las definiciones y puede emplearse como complemento de los ejercicios de una serie en donde los problemas pueden resolverse por el método trigonométrico y corroborarse con este modelo.

Por otro lado, para presentar el análisis que se realiza del echado aparente con la Red Estereográfica se tienen que ligar ambas representaciones, por lo que considero resulta muy provechoso presentar la similaridad de ambos modelos. Para esto lo mejor es presentar los dos modelos de manera simultánea y mostrar físicamente la relación entre el modelo del plano inclinado y la Red Estereográfica.

Para el punto anterior se propone el modelo físico de un hemisferio inferior, en el cual se tiene líneas trazadas que corresponden a los meridianos y paralelos proyectados en la parte interna del hemisferio. Dentro del hemisferio se simulan líneas o planos con elementos de acrílico, orientándolos de una manera muy aproximada. Con este modelo se pueden determinar sólo las relaciones angulares entre líneas y planos, y pueden presentarse físicamente estas relaciones con una orientación adecuada del hemisferio y la simulación de los elementos a tratar. Este modelo no presenta la exactitud del anterior, pero permite aclarar el sentido que tienen las trazas en estereograma.

La aplicación de este modelo es muy amplia; se puede utilizar, como ya se mencionó, recreando la relación entre los elementos físicos reales y la manera en cómo son proyectados, ejemplificando así la relación de los elementos analizados o también para explicar el sentido de la proyección. Respecto a este último punto es más claro el modelo que elaboraron Silva-Romo y colaboradores (2003).

Otro tipo de modelos de gran utilidad son los digitales. En este caso se presenta el modelo elaborado en una hoja de Excel del análisis geométrico de la deformación en Geología (Marshak y Mitra, 1998). Para ilustrar este modelo se ha tomado otro ejemplo para mostrar otras posibilidades. En la figura se ilustra la página de Excel, y la relación entre una figura geométrica regular original y su estado deformado, en donde se pueden establecer los principales parámetros de la matriz de deformación.



La aplicación de este tipo de modelos es particularmente importante en fenómenos dinámicos, en los cuales la geometría cambia con el tiempo o en donde las variaciones de los parámetros llevan a diferentes geometrías. Las posibilidades que ofrecen estos modelos son inmensas, pudiendo facilitar la prueba de diferentes parámetros en un breve tiempo. Para elaborar estos modelos siempre se debe tener el fenómeno bien analizado, para que sean buenos como ejercicios.

Conclusiones

Varios de los temas tratados en la asignatura de Geometría Descriptiva son muy difíciles de abordar, por lo que es recomendable el uso de materiales didácticos que faciliten la comprensión de éstos. Si bien, una parte de las dificultades la presentan las deficiencias de los estudiantes, otra parte es responsabilidad del profesor, quien debe buscar los materiales y modelos didácticos más adecuados para presentar los contenidos de la asignatura, evaluando sus resultados y retroalimentándose de sus experiencias. Cabe aclarar que en sí, los materiales didácticos no solucionan los problemas educativos, sólo son una herramienta que debe aprenderse a elaborar y más importante todavía, a aplicarse.

Bibliografía

- Marshak, S. and G. Mitra. 1998. Basic Methods of Structural Geology. Prentice Hall. USA. 446 p.
- Ragan, D. M. 1973. Structural Geology: An Introduction to Geometrical Techniques. Second Edition. John Wiley & Sons. USA. 208 p.
- Silva-Romo, G., C. C. Mendoza-Rosales y A. Castro-Flores. 2003. Dispositivo para reafirmar la comprensión de la Proyección Estereográfica (Falsilla o Red Estereográfica de Wulff). *Ingeniería*, Vol. IV, No. 2. pp. 101-106.
- Turner F. J. and L. E. Weiss. 1963. Structural Analysis of Metamorphic Tectonites. McGraw-Hill Company, Inc. USA. 545 p.