

MATERIAL DIDÁCTICO EN EL ESPACIO REAL Y EN 3D VIRTUAL PARA EL ESTUDIO DEL SISTEMA DIÉDRICO Y LAS PERSPECTIVAS

Juan Beltrán Chica. José Manuel Beltrán Polaina

Grupo de Investigación Comunicación Visual” HUM 228. Universidad de Granada.

Método en el espacio real.- Para la enseñanza de los sistemas de representación cilíndricos (diédrico, perspectiva caballera y perspectiva axonométrica) y para la proyección cónica se han construido varias maquetas, figuras de alambre y opacas, y se dispone de material diverso como fuentes de iluminación, cámara de vídeo, “cañón” de proyección, etc. Para explicar los sistemas de representación se ha de emplear una metodología didáctica acorde con este material, aprovechando las ventajas que se le ofrecen al alumno al poder ver simultánea y alternativamente el espacio real y el proyectado.

Las maquetas están construidas con tablero blanco de aglomerado de madera y planchas de plástico transparente. Sobre estas superficies se puede dibujar con rotuladores gruesos que después se pueden limpiar fácilmente. Se pueden realizar proyecciones lumínicas para trazar también en láminas de papel desechable y con tiza en la pizarra . Los planos de estas maquetas se mueven o abaten, y disponen de varios tipos de bisagras y otros elementos para la fijación y manipulación durante las explicaciones. Se utilizan figuras de alambre u opacas que se pueden fijar en la superficie de estas maquetas.

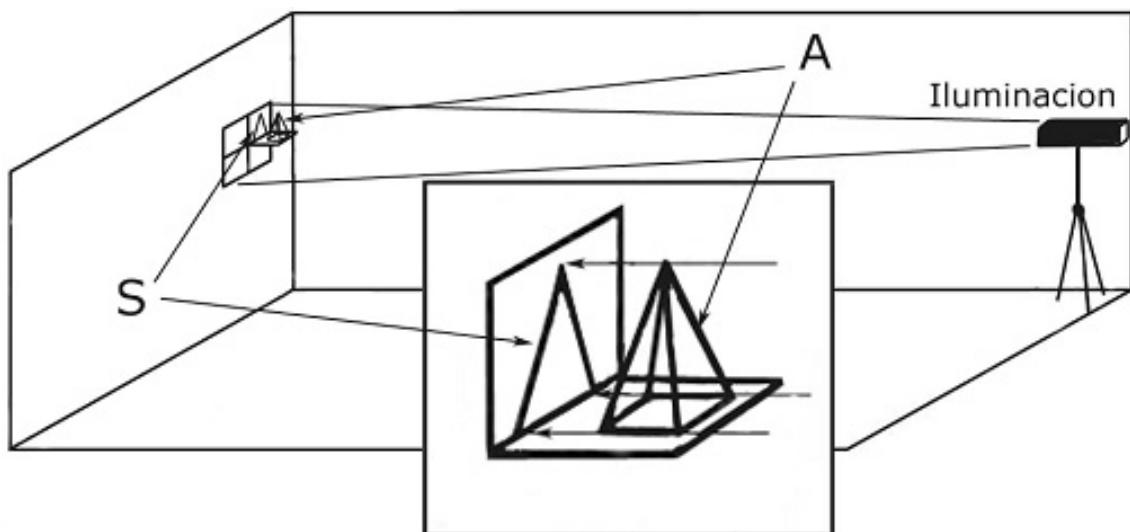


Fig. 1

Este material (fig. 1) se coloca en el lugar del aula donde están la pizarra y una pantalla enrollable de proyección. Una gran parte de la pizarra queda libre para explicaciones complementarias.

Modo sombras.- Las representaciones en el plano se pueden efectuar con sombras. El alumno puede distinguir entre las formas del espacio real (fig. 2) y sus representaciones o sombras en el plano. Esto es así porque los elementos del espacio real se mueven y manipulan a la vez que se observan los mismos cambios en sus sombras.

Según se ve en la figura 1, el proyector ilumina con rayos de luz cuasi perpendiculares al plano de proyección de la maqueta. La sombra producida es semejante a la proyección cilíndrica ortogonal del sistema diédrico.

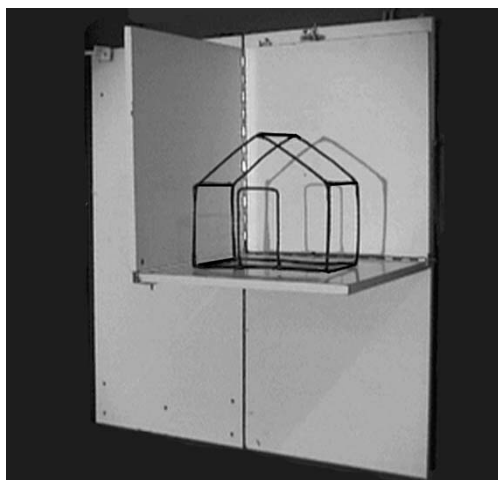


Fig. 2

En la foto de la figura 2 se puede ver la sombra de la casa, con los defectos propios de un objeto de alambre de construcción casera; lo cual no está mal porque así en la sombra no se ven co-fundidas las aristas delanteras con las traseras y se tiene una idea más realista de la proyección-sombra.

En rigor, estas sombras no son proyecciones cilíndricas porque el punto de iluminación está a distancia finita, cuando geoméricamente el centro de proyección se considera en el infinito. Pero en vista de los resultados (ver la sombra de la figura 2) las ventajas pedagógicas del uso de la luz para producir estas proyecciones justifican esta falta de rigor. No obstante, al alumnado se le informa e instruye acerca de este error geométrico que se consiente en pro de las ventajas didácticas.

Efectivamente, el alumno ve la casa de alambre a la vez que su sombra. Diferencia perfectamente entre las formas reales y las formas representadas. El estudio para la obtención de las vistas (planta, alzado y perfil) se ve facilitado al poder observar los movimientos y abatimientos del triedro del sistema. En la figura 3 se pueden ver varias fotos de la secuencia para la obtención de las vistas. Se ha comenzado por el alzado (aunque se suele comenzar por la planta en este caso se ve mejor comenzando así). Con un rotulador tipo “veleda” se dibujan las proyecciones siguiendo las sombras. El triedro gira para orientar sus planos perpendicularmente a la fuente de luz “cilíndrica”.

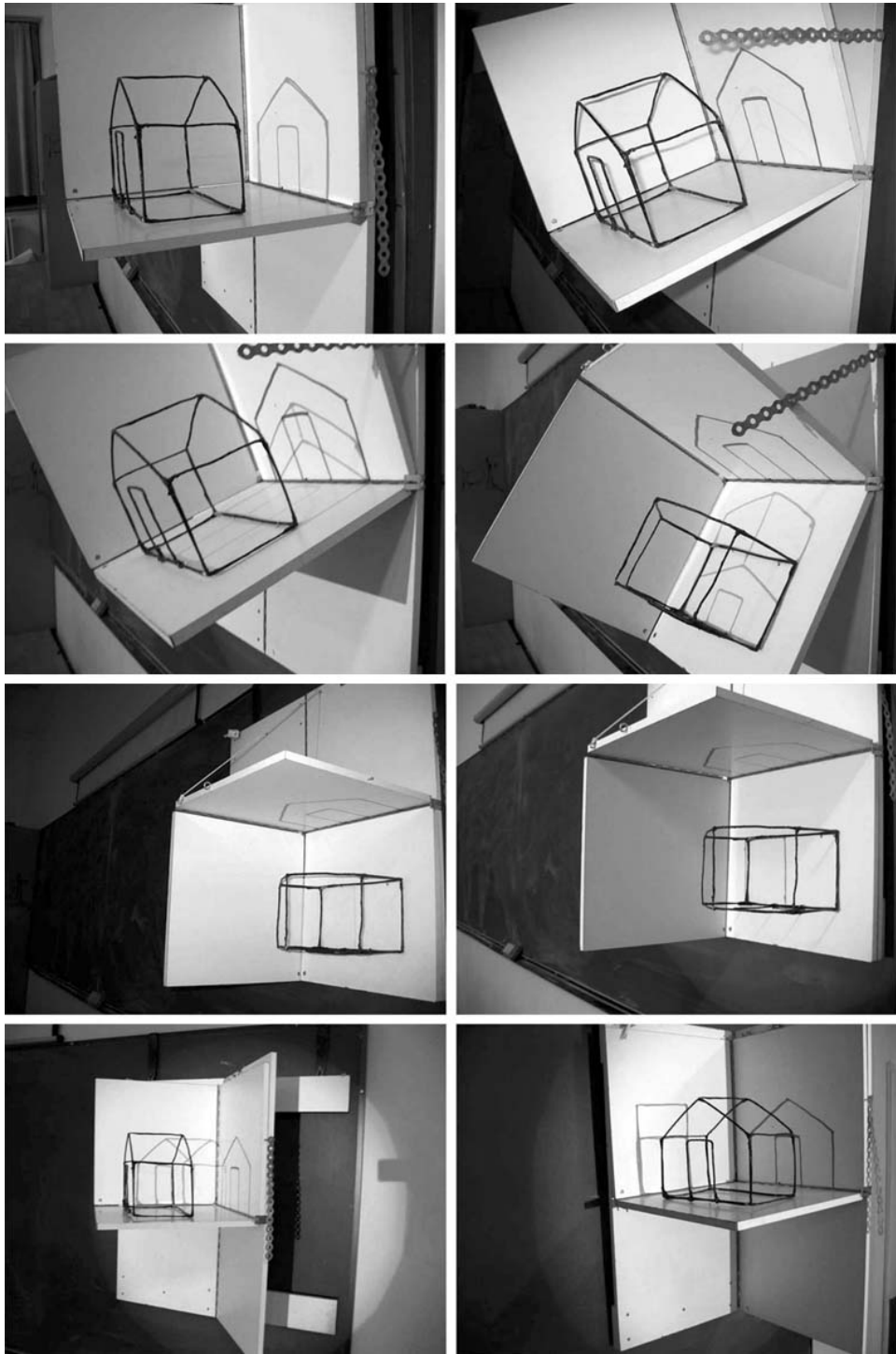


Fig. 3

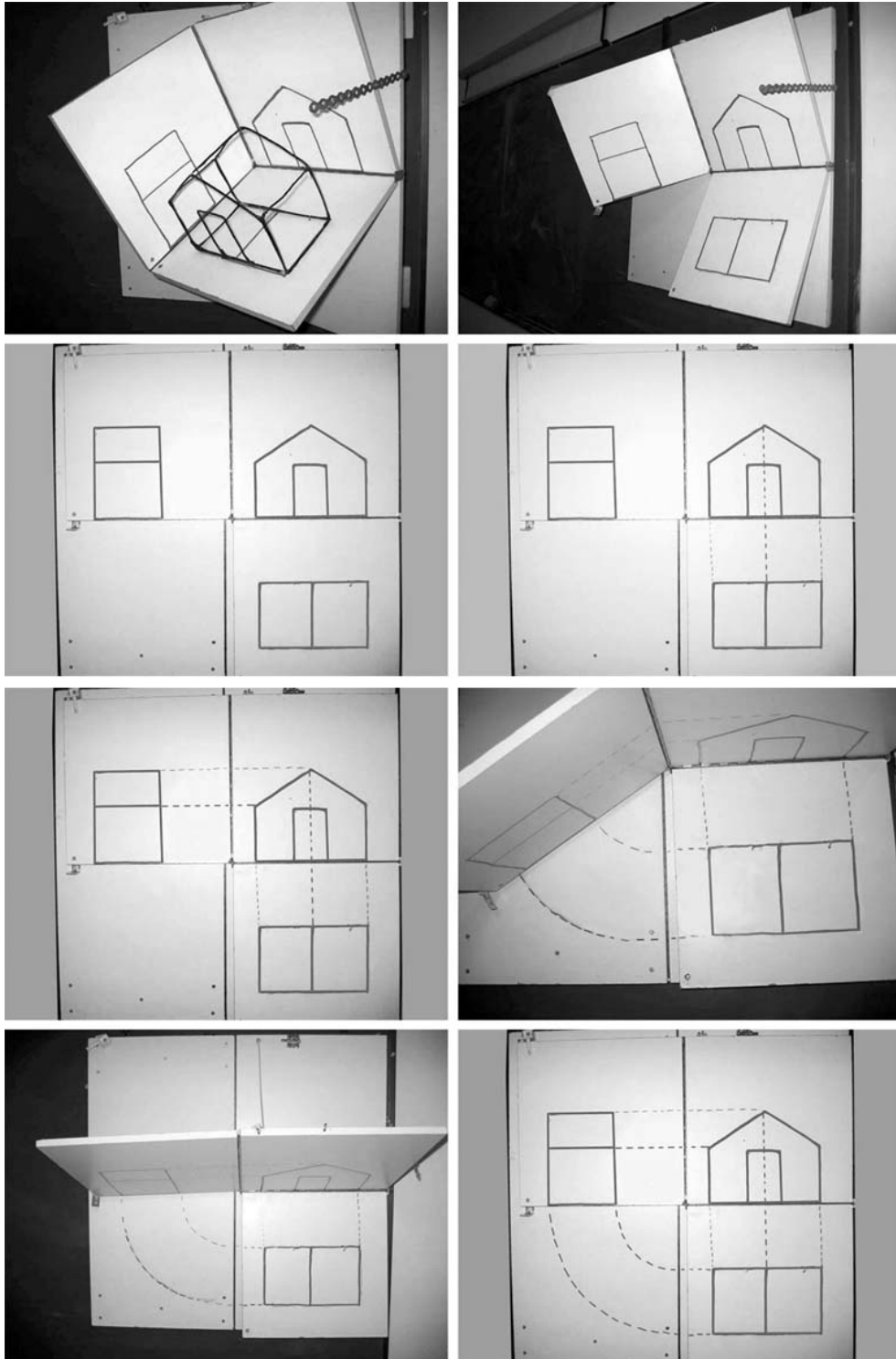


Fig. 4

En las fotos de la figura 4 se puede ver que ya se han trazado las tres vistas. El paso siguiente consiste en trazar las líneas de referencia, lo cual se completa trazando los arcos

que hacen corresponder la planta con la vista lateral, mientras se gira el plano de perfil. Aunque no hay una precisión rigurosa en el trazado (por los defectos de la luz “cilíndrica”, la construcción casera de los modelos de alambre, la delineación a mano alzada...) el alumno puede elaborar un concepto muy exacto de los fundamentos de este sistema.

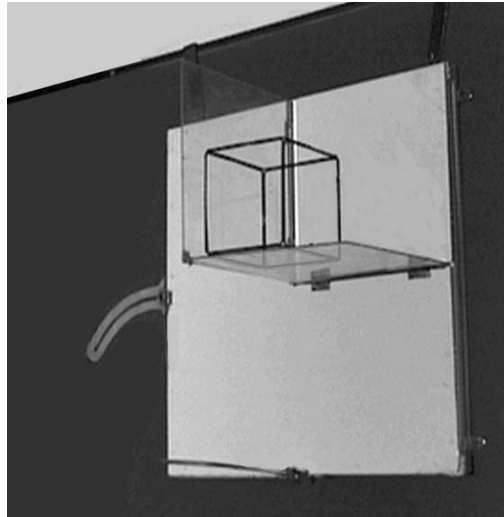


Fig. 5

Para explicar las proyecciones axonométricas (ortogonal y oblicua) se utiliza la maqueta especial de la figura 5. Se compone de una doble pantalla; la de atrás es opaca y fija, y la que está delante puede girarse y ser, opcionalmente opaca o transparente para explicar algunos aspectos de la perspectiva axonométrica. En las figuras 5 y 6 se ve la maqueta preparada para perspectiva caballera. Para utilizarla se colocan figuras de alambre (como este cubo) en el espacio correspondiente al triedro trirectángulo. Se ilumina de manera que se produzca la proyección o sombra “cilíndrica oblicua” propia de la perspectiva caballera.

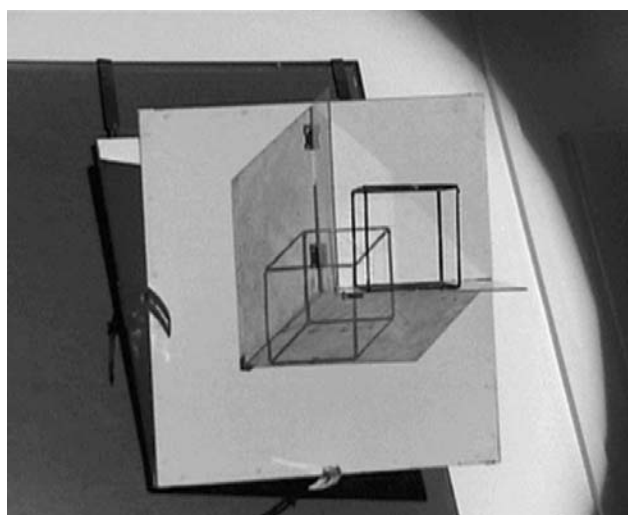


Fig. 6

En la figura 6 el alumno puede diferenciar entre el cubo real de alambre y la sombra del mismo sobre el plano de proyección. Con este material se puede hacer comprender más fácilmente los conceptos de paralelismo, verdaderas magnitudes en longitudes y ángulos, coeficiente de reducción y escalas, etc. de la proyección-sombra respecto a los objetos reales y tangibles. Para ello se emplea un utillaje auxiliar compuesto de escuadras, segmentos, etc. de alambre y de plástico transparente que también produce sombras.

El plano horizontal del triedro trirectángulo se puede abatir para trazar en él las figuras planas, en verdadera magnitud, que tras el desabatimiento constituirán la base de las figuras que se vayan a trazar. Al ser el plano transparente, estas formas se proyectan como sombras y se estudian también de acuerdo con una metodología didáctica específica para este material. Esta metodología no se detalla aquí porque el profesional de la enseñanza la puede idear con facilidad y de acuerdo con sus preferencias.

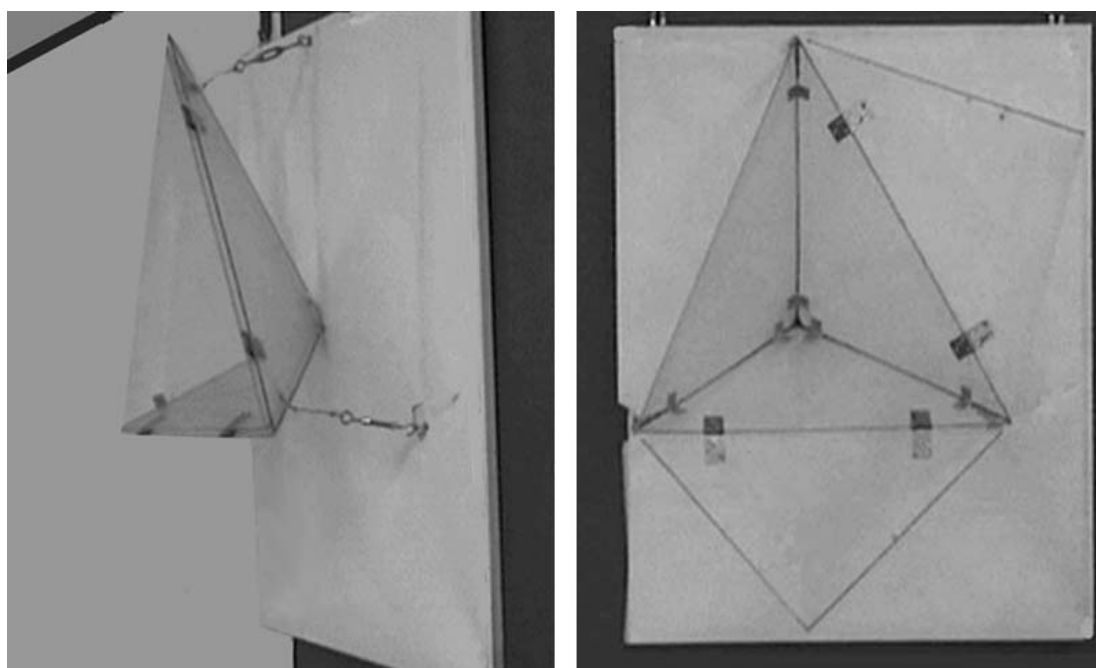


Fig. 7 y 8

Las fotos de las figuras 7 y 8 muestran la maqueta especial para explicar los fundamentos de la perspectiva axonométrica. Previamente se explica que: un plano secante, paralelo al de proyección, conforma esta maqueta cuando secciona el triedro trirectángulo y define el triángulo fundamental. La maqueta especial es de plástico transparente, con dos de sus planos abatibles para poder determinar las escalas de los ejes X, Y, Z y efectuar otras operaciones y trazados (ver figura 13).

En la figura 9 la luz “cilíndrica ortogonal” proyecta (como sombra) el conjunto formado por la maqueta y la casa de alambre. Dos de los planos del triedro se han girado para que queden paralelos al plano de proyección y proyecten sus sombras sobre el mismo. De este modo se pueden calcular las escalas y hacer otras operaciones (ver figura 13), pues el alumno puede diferenciar entre las magnitudes del objeto real, y sus proyecciones-sombras.

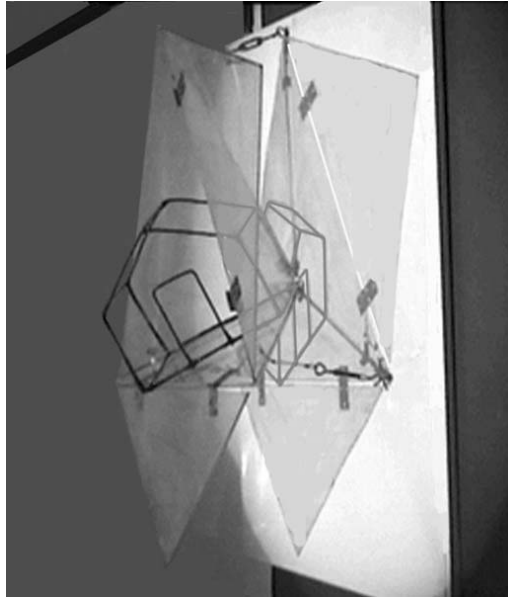


Fig. 9

La maqueta se ha construido para que se corresponda con un caso de perspectiva axonométrica trimétrica. Las modalidades dimétrica e isométrica se estudian fácilmente después, sin necesidad de maquetas. El “modo sombras” en perspectiva axonométrica tiene el inconveniente de que en el aula no todo el alumnado puede observar desde los laterales, lo cual se soluciona aplicando el “modo vistas” (ver figura 13).

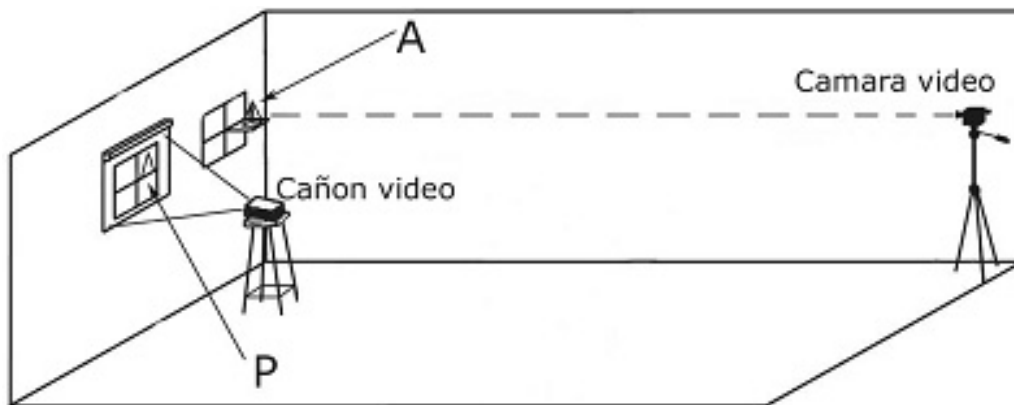


Fig. 10

Modo vistas.- En la figura 10 se presenta el esquema de uso de un material para obtener las representaciones como “vistas”. La cámara de vídeo con un potente zoom ocupa el mismo lugar de la fuente de iluminación utilizada en el “modo sombras”. Como antes ocurría con la luz “cilíndrica”, con la cámara se supone que se producen vistas semejantes a las proyecciones cilíndricas, las cuales se envían al cañón de proyección de vídeo.

En sistema diédrico (figuras 11 y 12) el cañón de vídeo proyecta sobre una pantalla de papel desechable o directamente en la pizarra, para trazar las *tres vistas*, con rotulador o con tiza. La cámara de vídeo tiene su eje óptico perpendicular al centro de la maqueta. Así se produce una “visión cilíndrica”, y se resuelven y trazan la planta, el alzado y el perfil girando el triedro como antes se hizo en “modo sombras” (fig. 3).

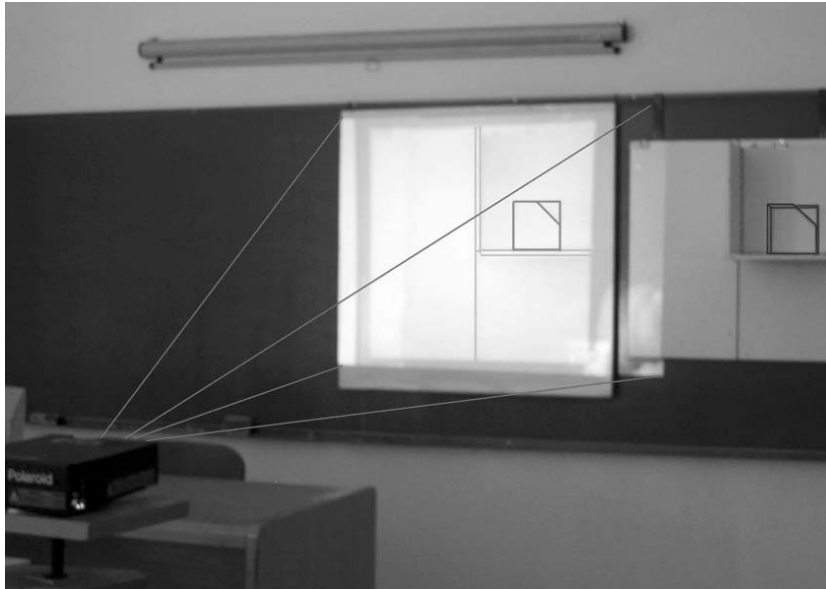


Fig. 11



Fig. 12

También en el “modo vistas” el alumno diferencia y compara entre realidad y representación. La maqueta real (a la derecha) y su “proyección-vista cilíndrica” (a la izquierda) ofrecen la oportunidad al alumno para que pueda simultanear sus observaciones en ambos lugares. El profesor deberá de dirigir la mirada del alumno según donde esté el interés de la explicación, y concediendo el tiempo necesario.

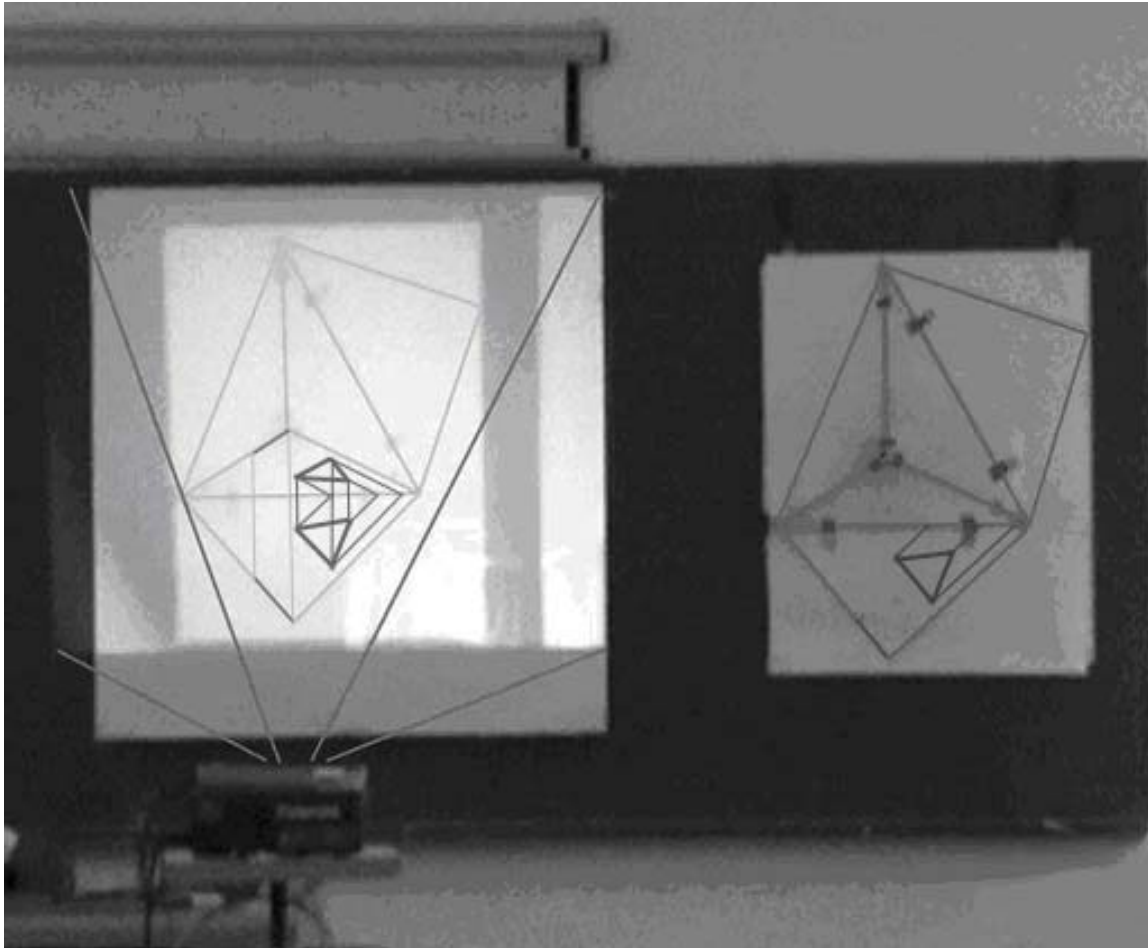


Fig. 13

En la figura 13, se opera con la maqueta especial para la perspectiva axonométrica. El encuadre captado por la cámara se proyecta en la pantalla recubierta de papel o en la pizarra en donde se visualizan y trazan las imágenes proyectadas.

Para hallar las escalas de los ejes X, Y, Z o para trazar figuras planas (como el triángulo de la figura 13) se efectúan los giros o abatimientos necesarios (ver figuras 7 y 8). Esto se hace de modo que el alumno vea perfectamente que los elementos geométricos (segmentos, ángulos, polígonos y demás figuras planas) se proyectan en su verdadera magnitud cuando están contenidos en un plano colocado paralelo al de proyección, y comprendiendo cómo se proyectan y trazan dichos elementos geométricos.

Modo sombras.- En perspectiva cónica se utiliza un material de fácil construcción y uso (figuras 14, 15 y 16) que consiste en una pantalla en donde se proyectan maquetas de

alambre con una luz halógena, la cual da sombras bien definidas por tener su filamento más reducido. El objeto real (una habitación de alambre) está en el espacio perspectivo intermedio para que se produzcan estas proyecciones cónicas con sombras.

La habitación de alambre está colocada (figuras 14 y 15) para que genere unas sombras semejantes a los dibujos de la denominada perspectiva cónica frontal. Así, se demuestra que las aristas de alambre perpendiculares al plano de proyección, cuando proyectan sus sombras en el plano del cuadro, concurren al punto de fuga determinado por la *recta característica*: la que va desde el punto de luz al punto de fuga. En este montaje se ven claramente las propiedades de la *recta característica* para definir los puntos de fuga: se ve el paralelismo entre dicha *recta* y el haz de rectas perpendiculares al plano de proyección. Por ello se ve que el punto de fuga no varía aunque el objeto de alambre cambie su altura al accionar la cremallera del trípode que lo sostiene (ver el cambio en figuras 14 y 15).

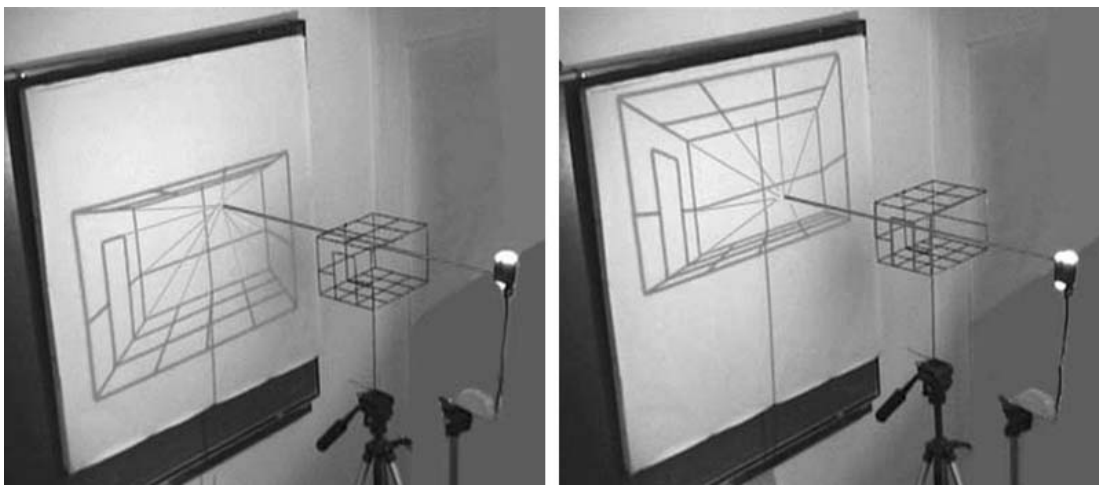


Fig. 14 y 15

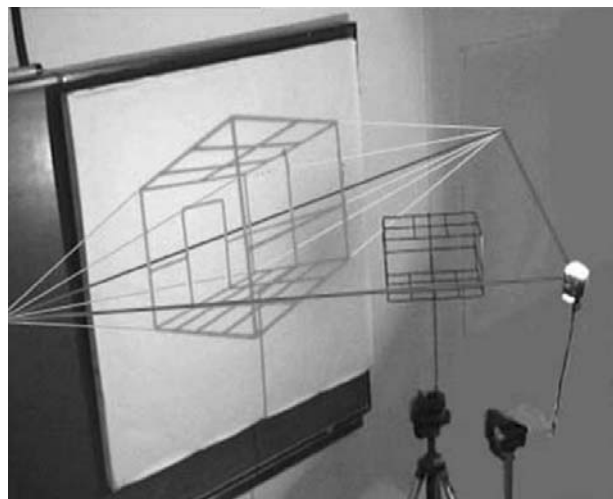


Fig. 16

En la figura 16 se observa que los dos puntos de fuga se definen también por dos *rectas características* porque, en este caso, son dos las direcciones de rectas que conforman esta perspectiva (que se suele denominar: cónica oblicua). Las representaciones cónicas que se explican por medio de sombras ofrecen oportunidades para que alumno comprenda diversos aspectos de este sistema de representación. Este material enseña, simultáneamente, los cambios que se producen en las sombras y en la maqueta en movimiento.

Modo vistas.- El paralelismo de la recta característica con el haz de rectas a representar, también se puede ver (figuras 17 y 18) cuando se utiliza el plano del cuadro transparente, con el objeto situado en el espacio perspectivo real.

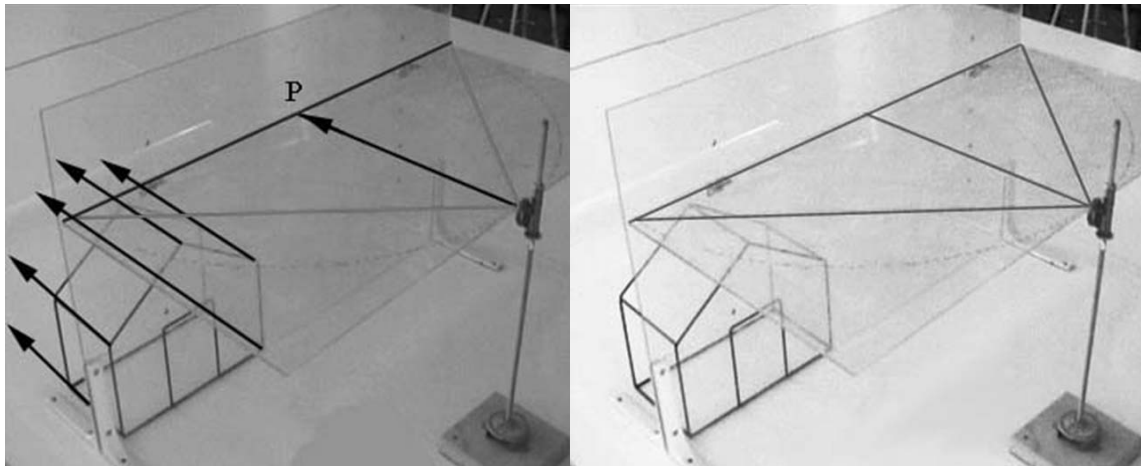


Fig. 17 y 18

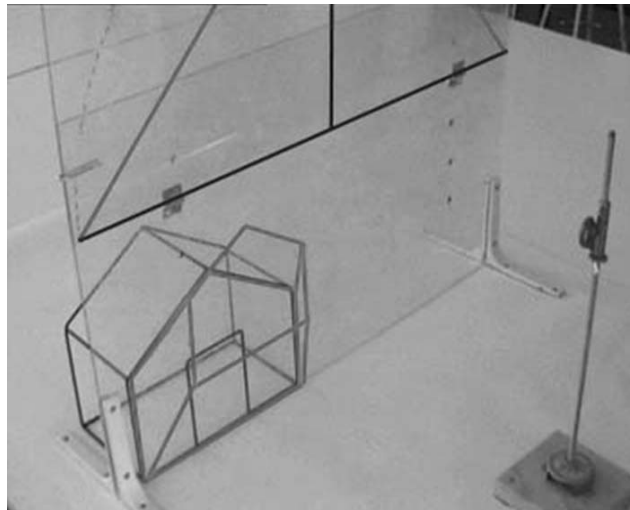


Fig. 19

Sobre el plano del cuadro transparente (fig. 19) el profesor o el alumno dibuja el objeto visto desde el punto V (fig.20). Al trazar las prolongaciones de las rectas que van al punto P se demuestra la propiedad de la recta característica para definir los puntos de fuga.

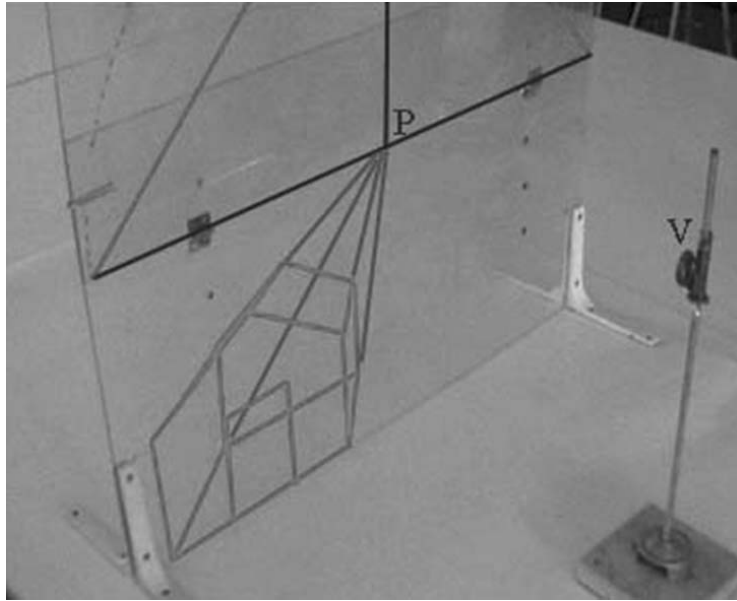


Fig. 20

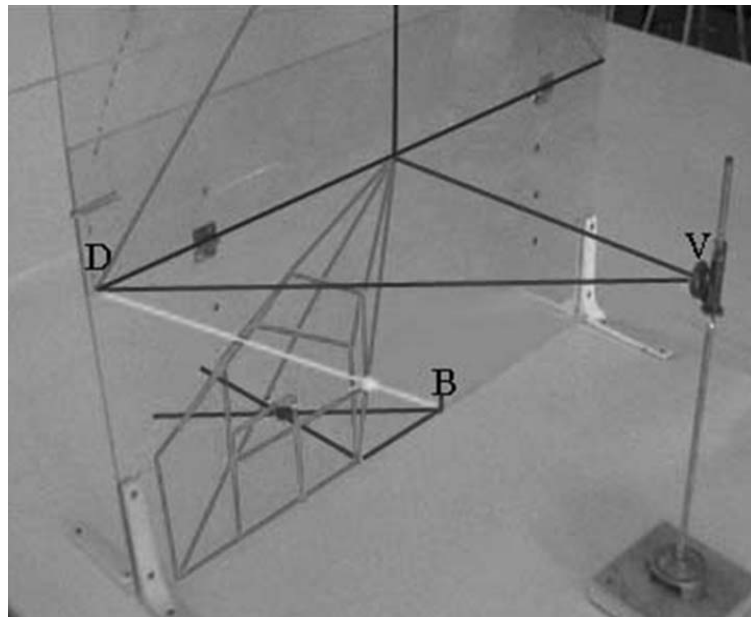


Fig. 21

En la figura 21 también se demuestra que la recta característica V-D define el punto métrico D utilizado para medir la profundidad (ver recta B-D).

Pasando ya a la denominada perspectiva cónica oblicua (fig. 22), del mismo modo se puede hacer comprender la importancia de las rectas características para definir los puntos de fuga M y N, contenidas en el plano de horizonte, como también (figuras 23 y 24) para los correspondientes puntos métricos (*m...*)

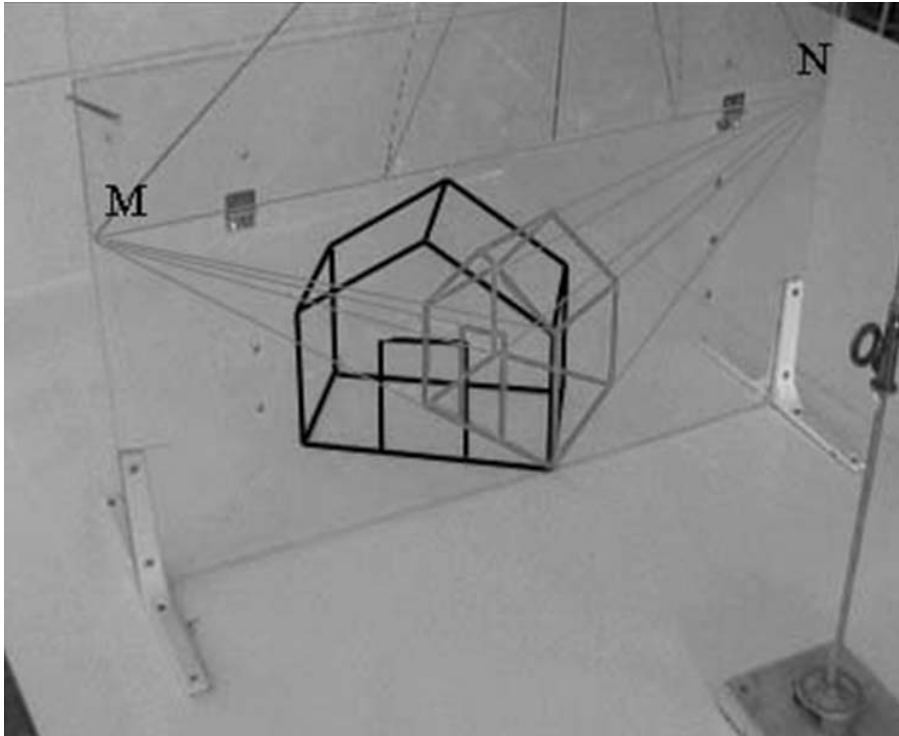


Fig. 22

Se traza la casa sobre el plano del cuadro (fig. 22) observando desde el punto de vista; después se prolongan las rectas, cada grupo de ellas en su dirección respectiva, y se demuestra así que fugan a M y a N, respectivamente.

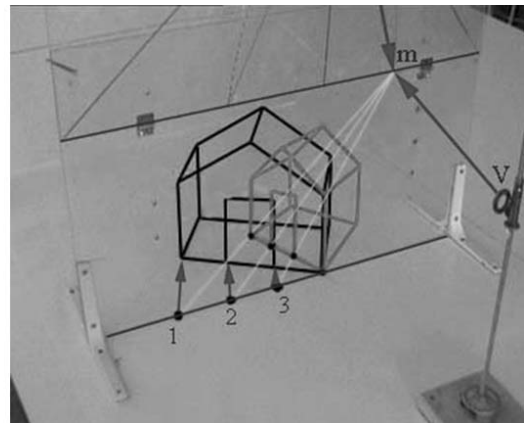
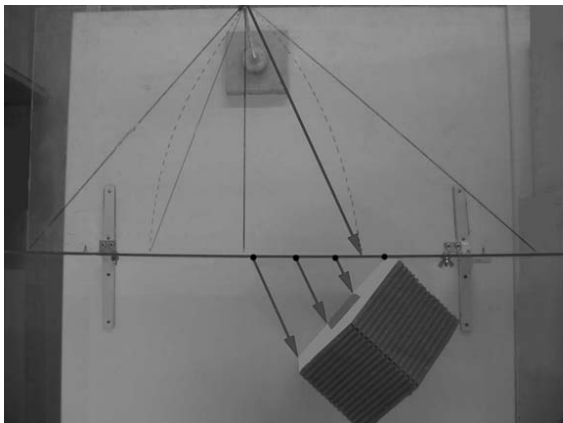


Fig. 23 y 24

Los puntos métricos o medidores (m en las figuras 23 y 24) también se hallan con sus rectas características correspondientes. Este material puede ser utilizado mirando desde el punto de vista y, alternativamente, observando desde otro lugar.

Método en el espacio 3D virtual.- En la práctica docente se ha utilizado ampliamente el material didáctico anteriormente expuesto. Se han hecho diversas valoraciones que aconsejan su utilización, siempre que se aplique adecuadamente. Partiendo de estas experiencias se han seleccionado algunas de sus características, y se han añadido otras, para concretar modelos para la configuración y diseño del material en el espacio 3D virtual que a continuación se expone.

Para facilitar el manejo de este material infográfico se ha optado por hacer las presentaciones con ficheros de vídeo que pueden enseñarse en un reproductor multimedia con la función “moviola” (Windows Media 6.4..., VirtualDub...) de fácil utilización.

Para explicar el sistema diédrico, en los “fotogramas” de la figura 25 se ve la sucesión de imágenes de una explicación con un “guión cinematográfico” en el que se han incluido sus cualidades o peculiaridades pedagógicas.

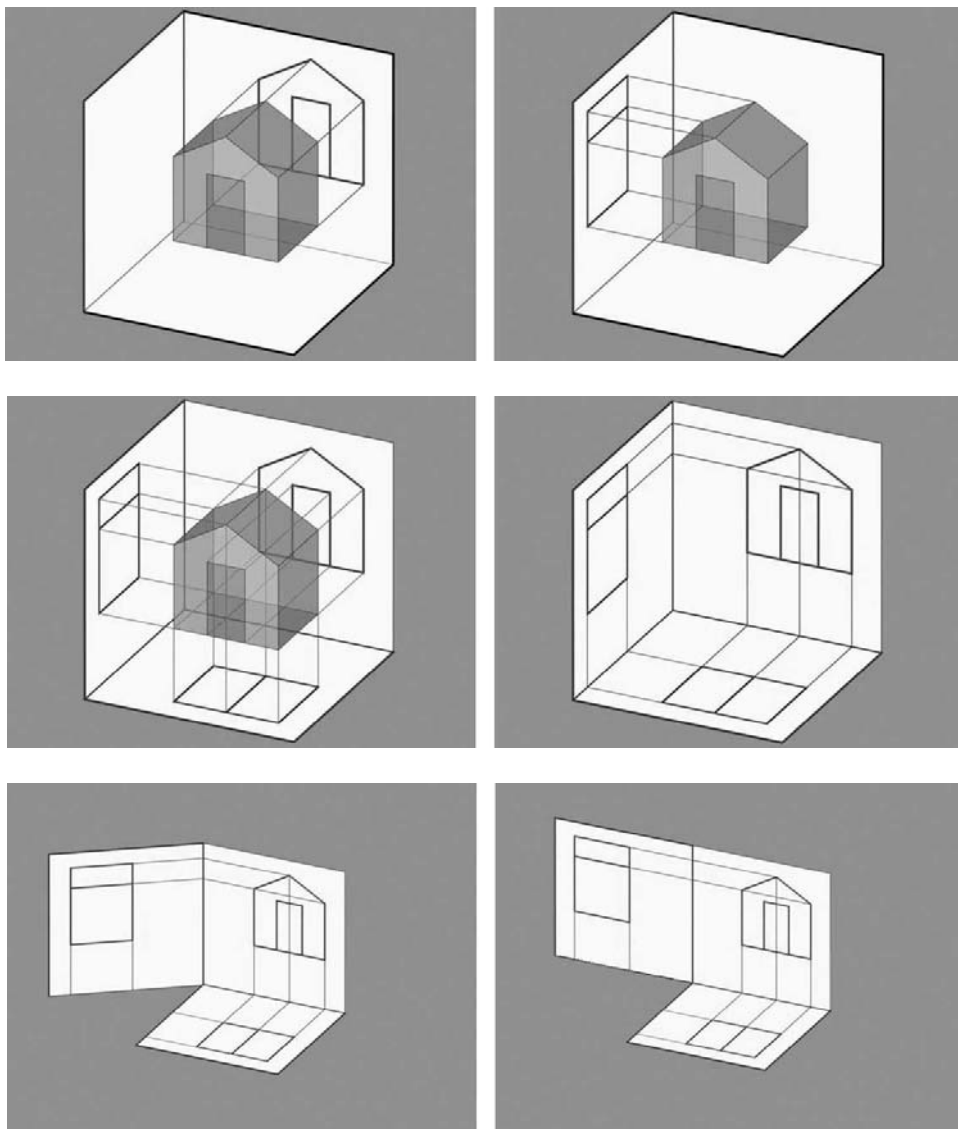


Fig. 25

En esta explicación (fig. 25) se ha emulado el “modo sombras” empleado en las maquetas, con la diferencia de que aquí se supone que hay tres fuente de luz “cilíndrica ortogonal” para cada uno de los tres planos de proyección: para la planta, el alzado y el perfil. Por tratarse del espacio 3D virtual se pueden hacer presentaciones que sería imposible conseguir con las maquetas, como hacer que la figura levite, que sea semitransparente para ver lo que hay detrás, que los rayos proyectantes se vean moviéndose por el espacio...

En esta misma visualización se abaten los planos de proyección para mostrar las vistas. Seguidamente aparece la casa (fig. 26) para irse posicionando ante la planta, el alzado y el perfil y verificar que los resultados coinciden con sus correspondientes vistas en ambos modos de concebir estas vistas-proyecciones. La casa puede ser vista desde arriba, de frente y de perfil, para comprobar que las tres vistas en 3D coinciden con las tres proyecciones en 2D anteriormente trazadas. Esta presentación mixta (*sombra y vista*) ayuda a integrar las concepciones que se tiene respecto al modo de operar, lo cual se hace mejor en el espacio virtual infográfico.

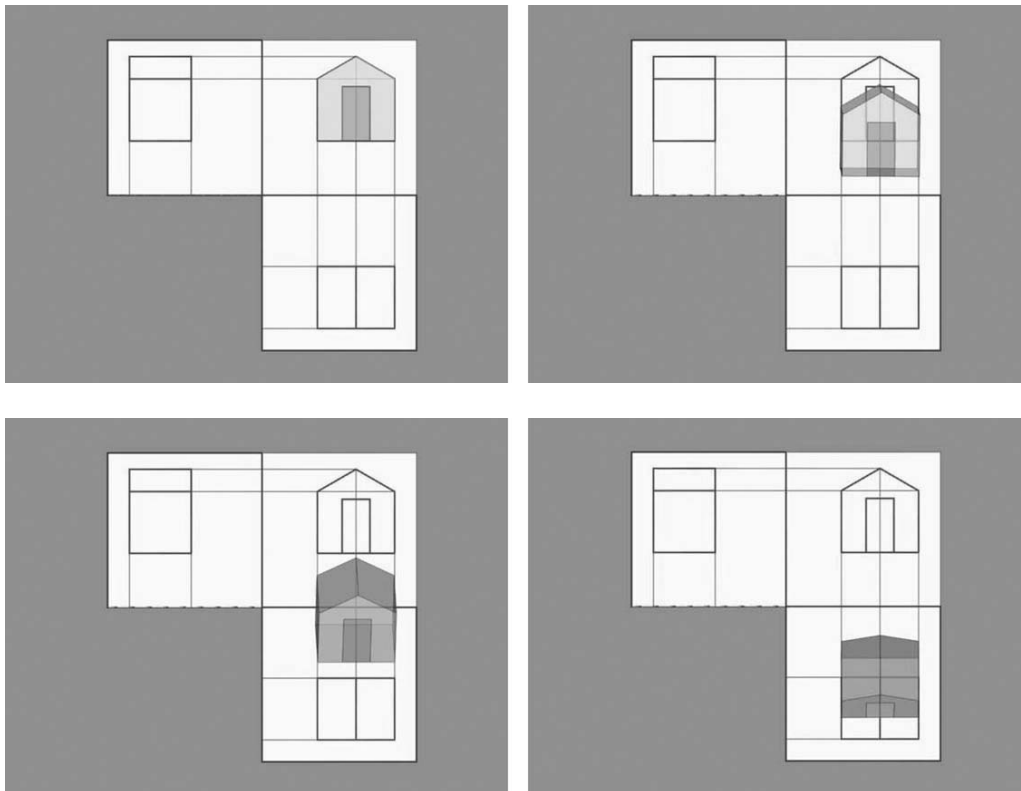


Fig. 26

Emulando el “modo vistas” en la figura 27 se ve la secuencia de imágenes correspondientes a un vídeo que muestra la casa vista desde arriba (planta), vista de frente (alzado) y vista de perfil, mediante giros del triedro. Estas tres vistas se van fijando gráficamente cuando la casa pasa por cada una de las correspondientes posiciones. Esta presentación es semejante a las que se realizan en el “modo vistas” (figuras 10, 11 y 12); aunque no esté presente la maqueta real, esta explicación se puede comprender.

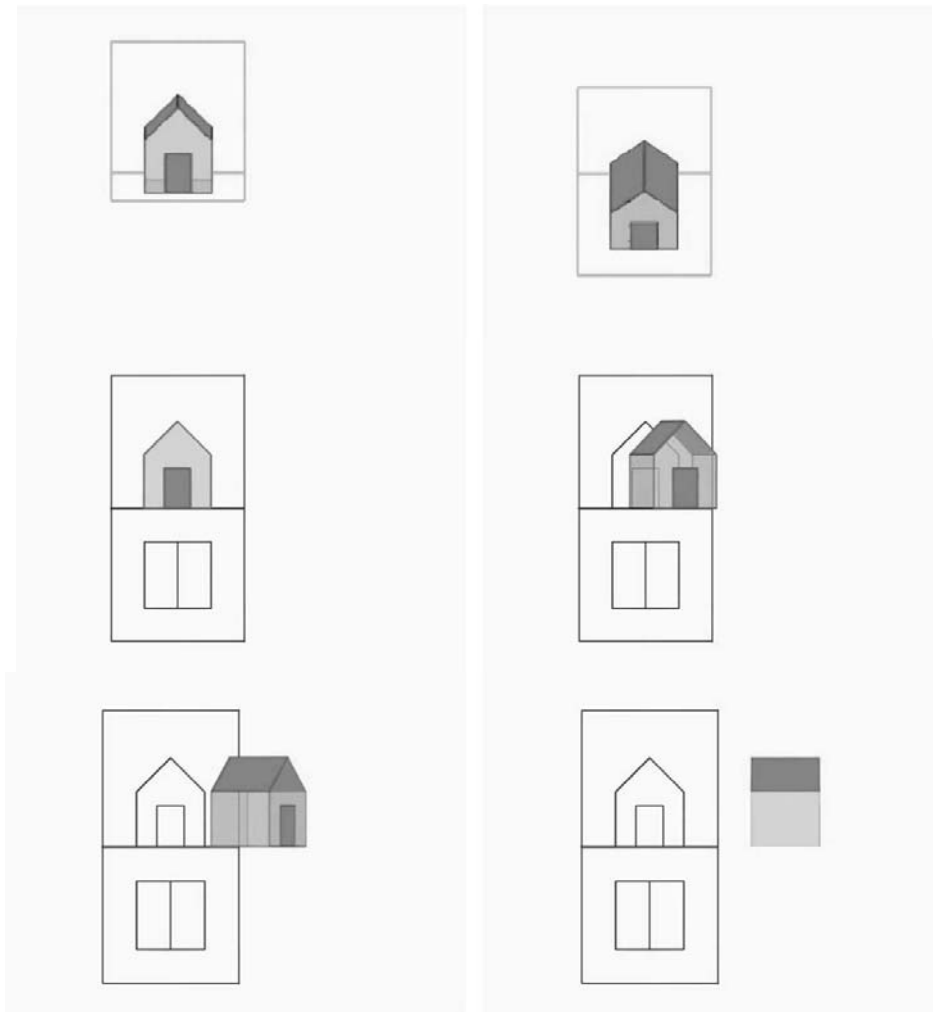


Fig. 27

En estas presentaciones los contenidos a estudiar, en este caso una casa, se exponen en el espacio tridimensional virtual y, de modo simultáneo, en sus correspondientes proyecciones planas, lo cual también permite su estudio comparativo a la vez que se ven otros aspectos de cómo funciona el sistema diédrico.

Para explicar la perspectiva axonométrica, como se ha hecho en sistema diédrico, también resulta útil visualizar de otro modo (figuras 28 y 29) cómo se produce la proyección axonométrica y cómo se hacen los abatimientos de los planos del triedro para hallar las escalas X, Y, Z (fig. 29).

La perspectiva axonométrica resulta de una proyección cilíndrica ortogonal que puede ser concebida como una observación desde una cámara de vídeo ideal situada (en términos geométricos) en el infinito, y provista de un zoom también ideal que amplíe la imagen también “infinitamente”. Esta “imagen cilíndrica ortogonal” puede ser emulada con medios infográficos. La presencia de la maqueta real (figuras 7, 8, 9 y 13) que es de gran ayuda también se ha tratado de emular para que pueda ser visualizada en tres dimensiones.

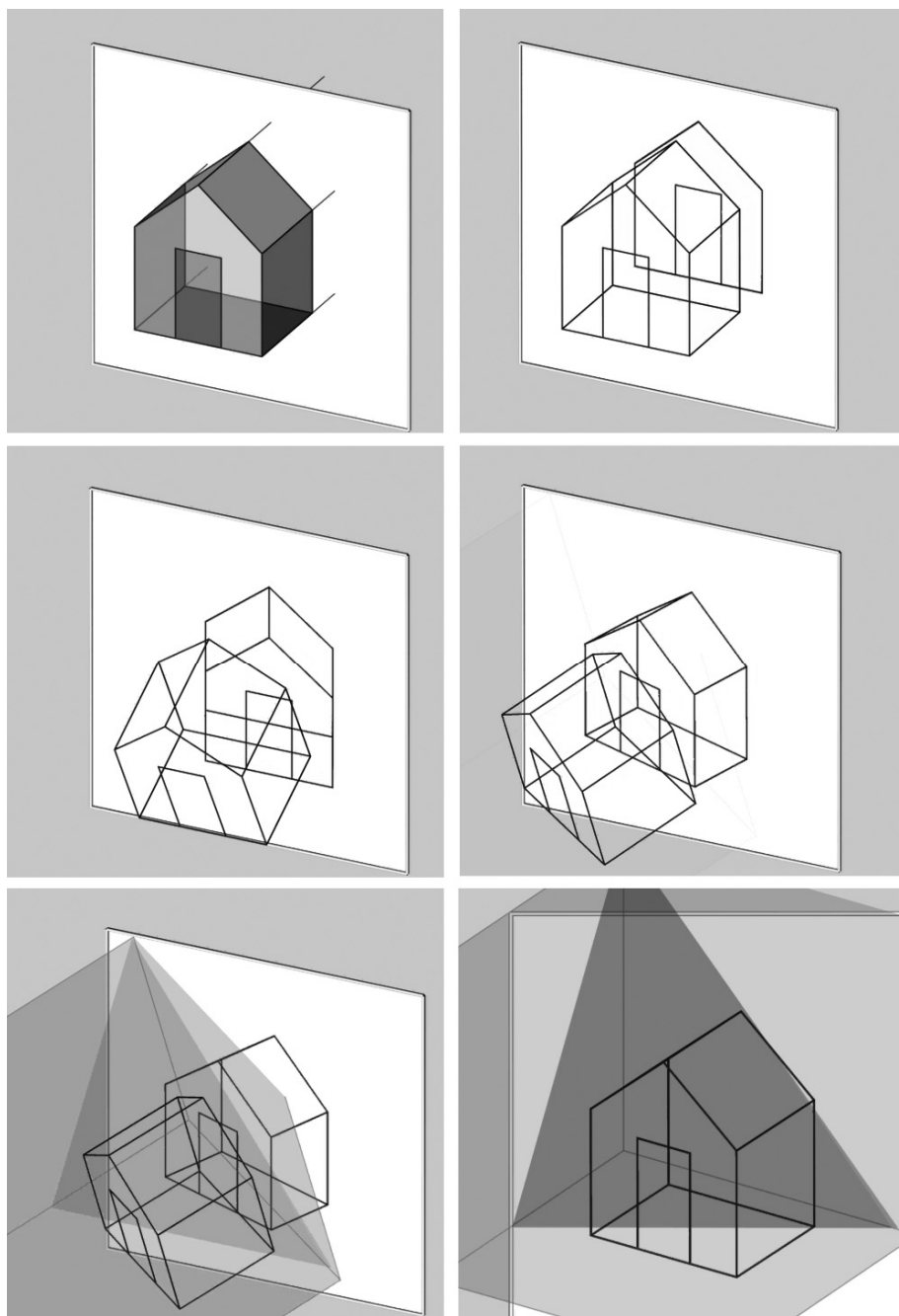


Fig. 28

En la figura 28 se empieza mostrando el conjunto casa / plano de proyección en sus tres dimensiones, pudiéndose diferenciar el objeto de su “sombra” o proyección en el plano. Comienza la explicación con una proyección cilíndrica ortogonal de la casa, la cual da un primer giro, después da un segundo giro cuya “sombra” termina de definir, como un dibujo, la representación en perspectiva axonométrica. Después se determina el triángulo fundamental y finalmente el resultado se muestra viendo el conjunto de frente.

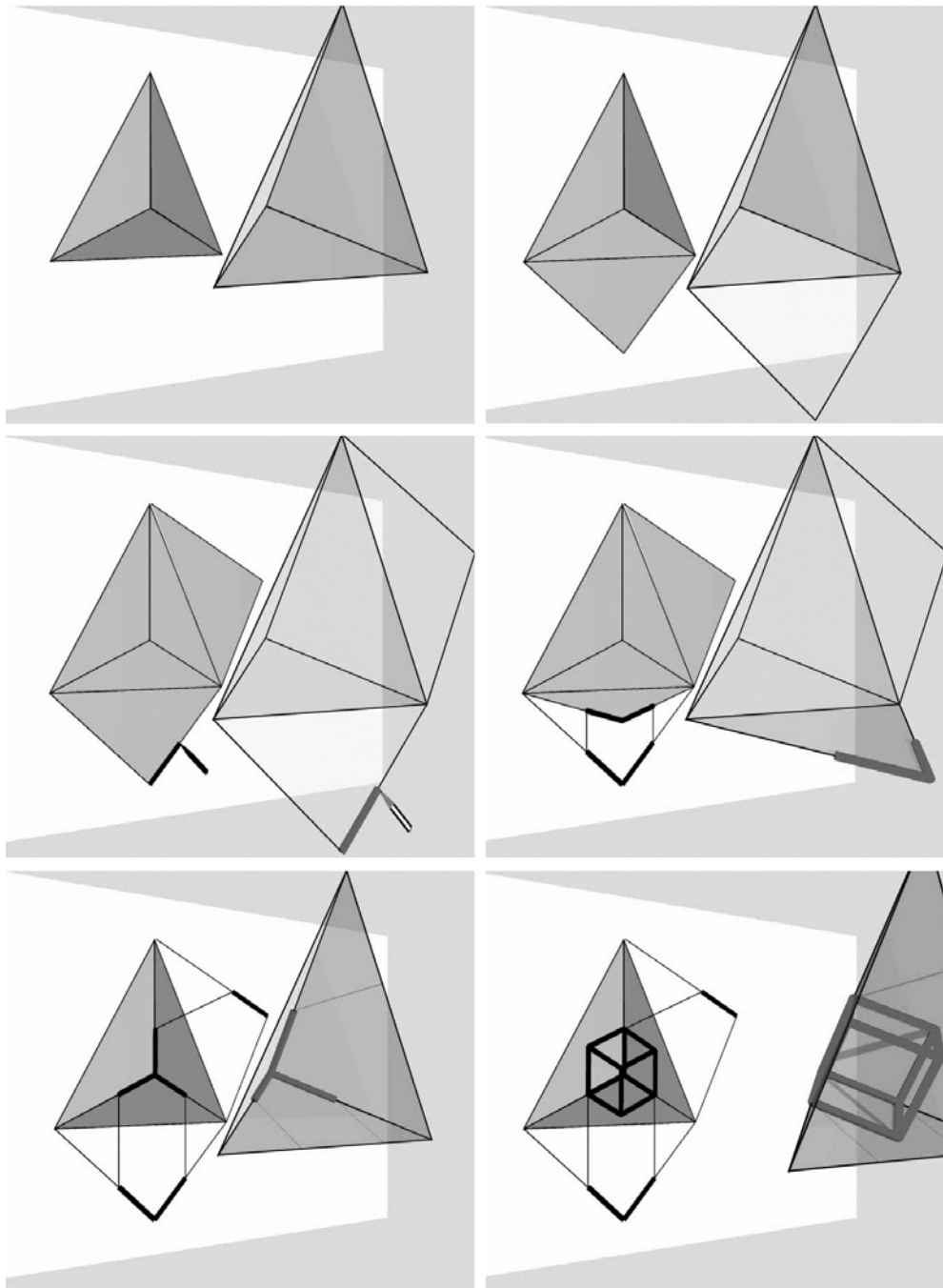
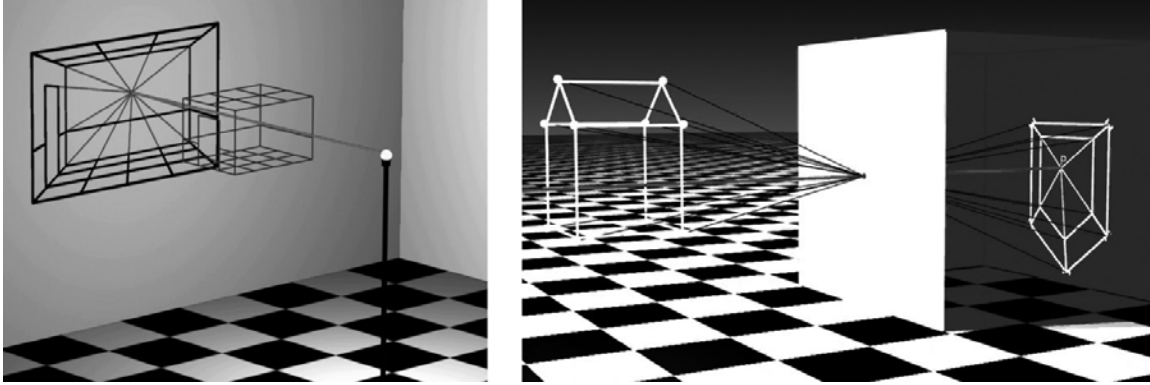
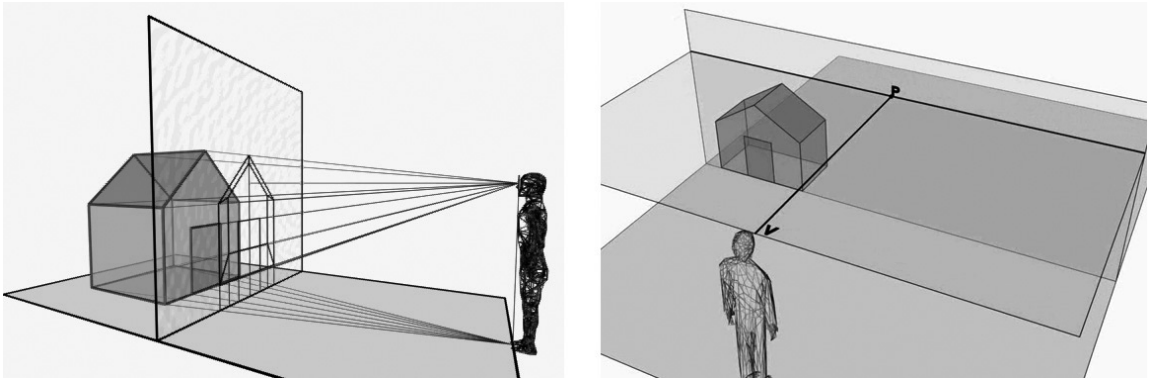


Fig. 29

En la figura 29, primero se presenta el triedro seccionado según las trazas del triángulo fundamental, visto lateralmente y levitando frente al plano de proyección sobre el que se ve representado por su “sombra”. Se da una presentación semejante a la de la figura 9, distanciando el triedro de su proyección para mejorar la observación. En los sucesivos “fotogramas” se abaten / desabaten dos planos del triedro sobre los que un lápiz traza los lados del cubo para después proceder a su trazado. Al final triedro sale de la escena.



Figuras 30 y 31



Figuras 32 y 33

En los trazados en perspectiva cónica (basados en los puntos de fuga, incluidos los puntos métricos) es muy importante comprender los fundamentos geométricos y utilización de la denominada *recta característica* para definir estos puntos de fuga. Para tener una visión más amplia se puede informar de esta *recta* en tres modos de estudiar la proyección cónica: como sombra (fig. 30), como imagen en la cámara oscura (fig. 31) y como vista proyectada en el plano del cuadro (figuras 32, 33 y 34). De este último modo se estudia gran parte de los contenidos de estas materias

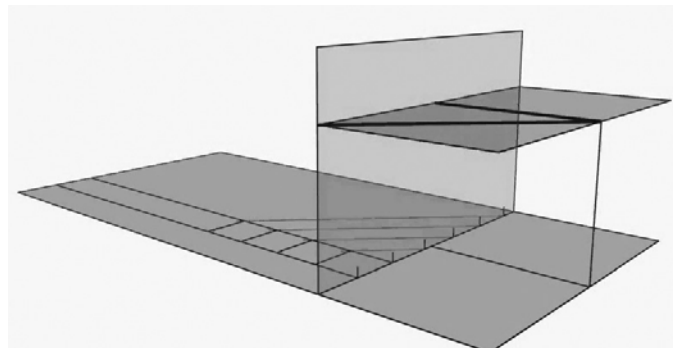


Fig. 34

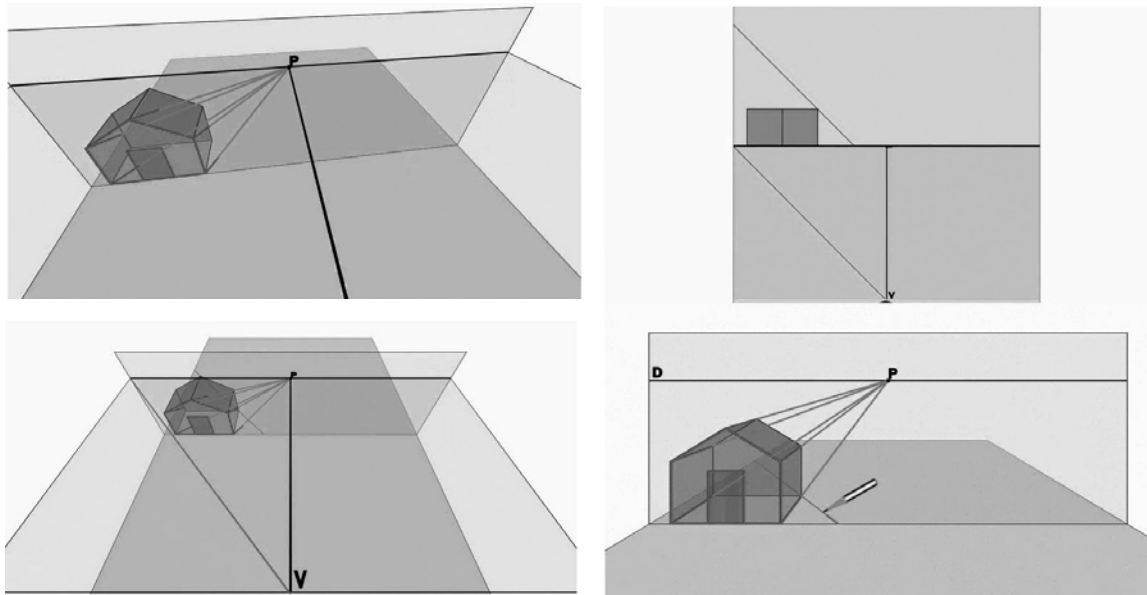


Fig. 35

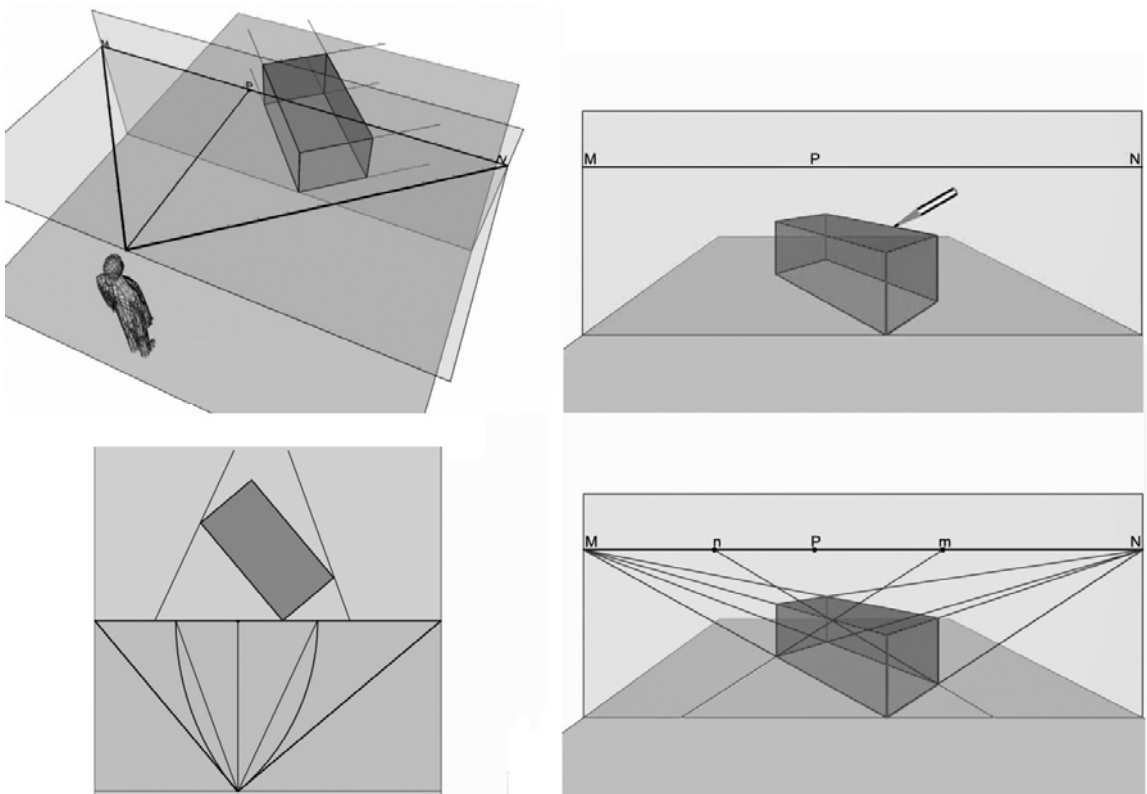


Fig. 36

En las figuras 35 y 36 se ven “fotogramas” que explican trazados en perspectiva cónica frontal (fig. 35) y perspectiva cónica oblicua (fig. 36) emulando explicaciones hechas con maquetas en el espacio real que pueden verse en las figuras 17 a 24.

Utilización del material didáctico

Este material, como su metodología didáctica, está incluido en un proceso permanente de investigación. Se ha realizado un estudio estadístico acerca de la eficacia del triedro en el espacio real, utilizado en la enseñanza del sistema diédrico, en donde el rendimiento educativo ha resultado ser mayor que cuando no se utiliza este material y solamente se recurre a trazados sobre la pizarra. En cuanto al resto del material utilizado en el espacio real para las perspectivas caballera, axonométrica y cónica, como también respecto a las presentaciones infográficas en el espacio 3D virtual, su utilización se basa en apreciaciones intuitivas que sostienen la hipótesis de que estos recursos también proporcionan mayores rendimientos académicos.

En valoraciones realizadas por profesorado y alumnos se ha estimado que el material didáctico en el espacio real y en el espacio virtual se complementan si se aprovechan las mejores cualidades de cada uno de ellos. No obstante, quizá por la mayor facilidad perceptiva del volumen en las maquetas, se ha estimado que conviene comenzar el estudio de los sistemas de representación en el espacio real. Después se puede alternar con las presentaciones infográficas en 3D en el momento educativo adecuado y convenientemente dosificadas. Con estos vídeos se puede explicar o repasar en el aula o en cualquier lugar con un ordenador portátil. No se necesitan especiales conocimientos de informática porque se trata de ficheros de vídeo con los cuales, a modo de moviola, se puede parar la imagen, avanzar, retroceder, etc., como también se puede avanzar, parar o repetir al usar las maquetas.

Todo este material se está utilizado preferentemente para ayudar en los comienzos del sistema de representación a estudiar, (diédrico, perspectiva caballera, axonométrica o cónica) cuando se explican los fundamentos de cada uno de ellos, y no mucho más. En sistema diédrico puede resultar interesante comenzar explicando la obtención de las vistas (planta, alzado y perfil) y algún contenido más para operar con cuerpos geométricos, para después seguir con el alfabeto del punto, de la línea, del plano, etc., cuando el alumno ya ha desarrollado determinadas competencias para “ver el espacio”.

Los grupos de alumnos suelen ser heterogéneos en sus antecedentes formativos, a veces con grandes desniveles. Es conveniente explicar no al nivel medio estimado en el grupo sino pensando en sintonizar con los alumnos de menor nivel; el resto de alumnos, aunque se les expliquen contenidos que ya conocían, ven con curiosidad en el espacio real o en el virtual 3D contenidos que antes no percibían con tanta evidencia y tenían que imaginar, además de que estas visualizaciones les van a ser útiles para después alcanzar mayores niveles.

Luego, gradualmente, se pueden y deben ir retirando estas ayudas porque el alumno, una vez desarrolladas ciertas competencias, podrá progresar con más capacidad para imaginar formas tridimensionales y, consecuentemente, con más autonomía.