

## LECTURA Y COMPRESIÓN DE PIEZAS MECÁNICAS EN ENTORNOS VIRTUALES APLICADOS A LA ENSEÑANZA DE LOS SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA

FUERTES, Laura - GAVINO, Sergio - LOPRESTI, Laura - DEFRANCO, Gabriel

UIDET GIGA - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Plata  
Cátedra Gráfica para Ingeniería y Sistemas de Representación "C" -  
AV. 1 y 47 1900 - La Plata, Argentina - lfuentes@ing.unlp.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Un rasgo distintivo y propio de las imágenes es su valor de pregnancia. Una forma es considerada como tal cuando es visualmente fuerte debido a su regularidad, simplicidad, unidad, baja complejidad o simetría. En el caso de una perspectiva isométrica, el grado de pregnancia es elevado, ya que la representación del objeto real se percibe como una totalidad. Mientras que para dibujos en Sistema de Monge, el nivel de pregnancia es menor, requiriendo un mayor esfuerzo de comprensión respecto a la correspondencia entre vistas, el empleo de tipos de líneas normalizadas, ejes de simetría, indicación de cortes, cotas y demás grafismos específicos normalizados requieren un conocimiento sobre cómo se emplea dicho sistema de representación [1]. En este marco, Fernández Blanco y otros [2], retomando el trabajo de diversos autores, describen actividades que propician el desarrollo de habilidades de reconocimiento espacial a partir de la lectura e interpretación de figuras. En nuestro caso, las perspectivas isométricas de piezas mecánicas se introducen en diversas actividades para promover en los estudiantes de los primeros años de carreras de Ingeniería el desarrollo de capacidades para la lectura, interpretación y realización de representaciones gráficas de carácter técnico.

Sin embargo, en el empleo de este tipo de imágenes al inicio de un curso, se suele detectar y en coincidencia con Naranjo y Bohórquez, que *“una de las áreas donde se presentan mayores dificultades, en cuanto al aprendizaje de los alumnos, es en el tópico referido a la representación de objetos a través de dibujos axonométricos isométricos”* [3]. En este sentido, no se debería dejar de considerar la pertinencia de los dibujos isométricos como modelos adecuados para el desarrollo de las habilidades espaciales. Más específicamente, la visualización espacial, descrita por McGee [4], retomada por Mataix Sanjuán [5], como la habilidad de *“reconocer y cambiar puntos de vista (cambio de perspectivas), interpretar perspectivas de objetos, rotar mentalmente objetos, interpretar diferentes representaciones planas de objetos tridimensionales (perspectivas, vistas,...), convertir una representación plana en otra, construir objetos a partir de una o más representaciones planas”*.

En este contexto y a partir del desarrollo de modelos tridimensionales interactivos, las prácticas de enseñanza de los sistemas de representación se ven fuertemente impactadas y enriquecidas por la alta pregnancia que poseen estos recursos y su potencialidad comunicacional acorde a los nuevos entornos tecnológicos [6].

Atendiendo entonces a este escenario, se ha decidido incorporar modelos tridimensionales en formato *pdf* como recurso didáctico complementario, fundamentalmente por la diversidad de complejidades de carácter morfológico que estos modelos digitales permiten visualizar, la posibilidad de interactuar con ellos y la compatibilidad de los mismos en distintas plataformas operativas [7]. Por lo tanto, la selección de recursos (en este caso isometrías o modelos 3D interactivos) y la adecuación de estrategias didácticas al medio tecnológico utilizado (un documento *pdf* alojado en la página web de la cátedra) supone *“un enfoque pedagógico del tratamiento de los entornos virtuales donde el énfasis, más que en las posibilidades comunicativas de las TIC o en la sofisticación en la gestión de dichos entornos, o en la envergadura de la infraestructura, lo situamos en los cambios metodológicos puestos en juego para un mejor resultado en términos de aprendizaje”* [8].

Es oportuno indicar que el formato *pdf* (*portable document format*) ha ido evolucionado desde la visualización de texto y gráficos estáticos hasta la gestión de medios dinámicos como videos, sonidos, animaciones y modelos 3D interactivos [9]. En nuestro caso, el formato *pdf* posibilita una extensa interactividad con el modelo 3D: rotar, acercar o alejar el objeto, establecer cortes según planos preestablecidos, etc.

## PARTE EXPERIMENTAL

El desarrollo de los entornos virtuales para integrarlos en ambientes de aprendizaje ha interpelado a los docentes de todos los niveles, en relación a la selección de recursos y estrategias para la enseñanza de los sistemas de representación. A partir de estos avances, es necesario encontrar respuestas a cuestiones como:

- ¿Los modelos 3D interactivos, en este caso en formato *pdf*, facilitan la lectura y comprensión de piezas mecánicas?
- ¿las dificultades que presentarían los dibujos isométricos para la comprensión de ciertas morfologías indican la caducidad de este tipo de recurso? o ¿es necesario repensar cuándo y cómo utilizarlos en la enseñanza?

En atención a estos interrogantes, la experiencia que relatamos propone evaluar los grados de respuesta de alumnos del curso Sistemas de Representación “C” correspondiente al 1º y 2º año (según el plan de estudios) de algunas carreras de Ingeniería de la UNLP.

Para esta experiencia inicial de carácter comparativo se consideraron 2 grupos de 30 alumnos cada uno. El primer grupo trabajó con una perspectiva isométrica y el segundo resolvió la misma consigna a partir de un modelo 3D interactivo inserto en un documento *pdf*. Para ambos grupos, el tiempo para resolver la actividad fue de 90 minutos. La actividad propuesta para ambos grupos consistió en resolver las vistas necesarias en Sistema de Monge (ISO E), un corte y el acotamiento correspondiente, en un sistema CAD métrico.

El trabajo propuesto se realizó en base a tres piezas con características similares: morfologías de revolución constituidas por una suma de volúmenes regulares básicos: cilindro, prisma de sección cuadrada o de sección hexagonal. Otros rasgos morfológicos distintivos de las piezas: rosca macho, cambios de secciones transversales (en forma o en dimensión), agujeros pasantes transversales al eje longitudinal. Por cada una de las piezas, se elaboró una perspectiva isométrica y un modelo 3D interactivo (Figura 1).

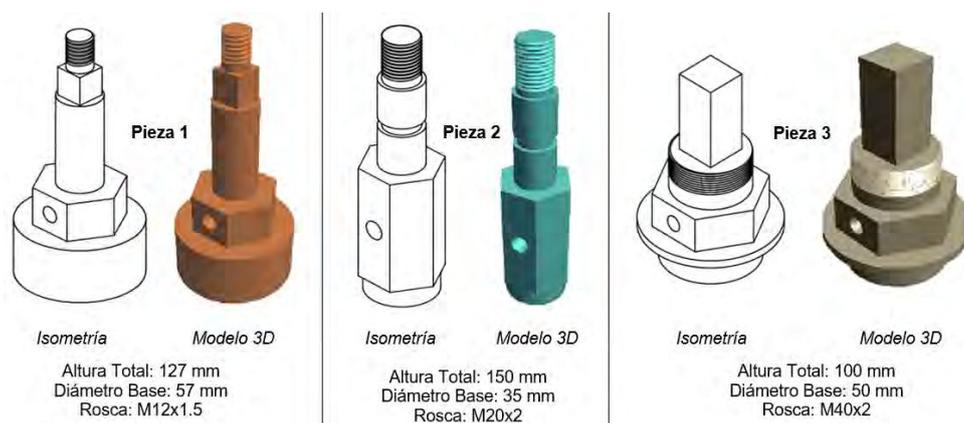


Figura 1. Perspectivas Isométricas y Modelos 3D de las piezas seleccionadas.

## RESULTADOS

Luego del análisis de la actividad propuesta, se destacan algunas dificultades propias de la comprensión de algunos elementos de la morfología de los tres modelos presentados. A continuación, se sintetizan las más significativas en relación a la interpretación de:

- **Secciones Circulares:** Los alumnos que realizaron la actividad a partir del dibujo isométrico, tendieron a representar la sección circular de la base como un casquete esférico o un cilindro con aristas redondeadas. En la Figura 2 se presentan algunos ejemplos de cómo se resolvió la base de la pieza 1. Esta dificultad se observó

también en las piezas 2 y 3. Sin embargo, los alumnos que trabajaron desde el modelo 3D pudieron mayoritariamente representar la sección circular correctamente (Figura 3). Para sintetizar los aspectos relevantes de los resultados obtenidos, en este caso, se tomó como referencia la pieza 1.

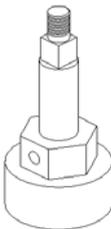
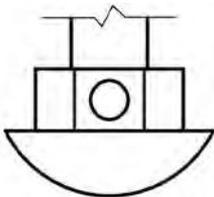
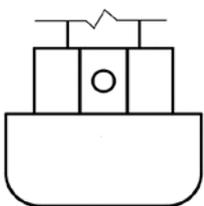
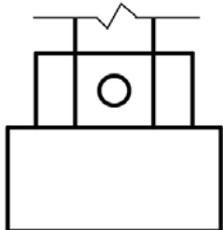
 <b>Modelo Isométrico Pieza 1</b>	 Incorrecto	 Incorrecto	 Correcto

Figura 2: Representación de sección circular de la base desde el dibujo isométrico.

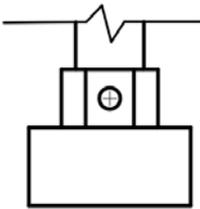
 <b>Modelo 3D Pieza 1</b>	No hubo casos incorrectos.	 Correcto
	Incorrecto	Correcto

Figura 3: Representación de sección circular de la base desde el modelo 3D.

- *Sección Hexagonal:* los estudiantes tuvieron dificultades en percibir la regularidad del hexágono en todas las piezas y en algunos casos se representó como octógono. En la Figura 4 se presentan ejemplos de cómo los estudiantes resolvieron el hexágono desde el dibujo isométrico y en la Figura 5 se muestra como lo resolvieron desde el modelo 3D. En este caso, se tomó como referencia la pieza 2.

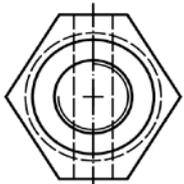
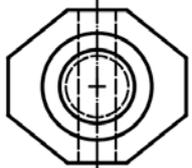
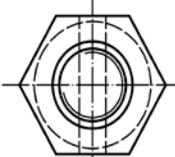
 <b>Modelo Isométrico Pieza 2</b>	 Incorrecto El hexágono no es regular	 Incorrecto Representa un octógono irregular.	 Correcto

Figura 4: Representación de la sección hexagonal desde el dibujo isométrico.

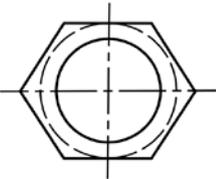
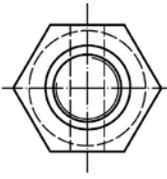
 <b>Modelo 3D Pieza 2</b>			
	<p><b>Incorrecto</b> El hexágono no es regular. Además no representa el agujero pasante ni la rosca.</p>	<p><b>Incorrecto</b> Representa un octógono.</p>	<p><b>Correcto</b></p>

Figura 5: Representación de la sección hexagonal desde el modelo 3D.

- *Agujero perpendicular al eje longitudinal:* El dibujo isométrico no permite determinar la profundidad del agujero que atraviesa la pieza. Esta ambigüedad significó que los alumnos interpretaran que el agujero podía ser pasante o no. Esto no fue interpretado como error. En la Figura 6 se presentan ejemplos de cómo se interpretó este detalle desde el dibujo isométrico y en la Figura 7, desde el modelo 3D. En este caso, se tomó como referencia la pieza 3.

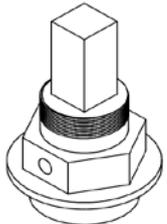
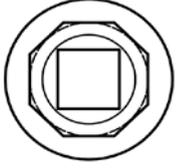
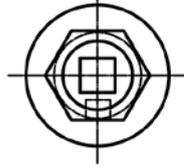
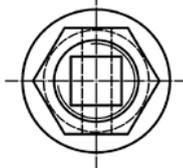
 <b>Modelo Isométrico Pieza 3</b>			
	<p><b>No lo representa.</b> También tiene dificultades en la identificación del hexágono y la representación de la rosca.</p>	<p><b>Correcto</b> Considera que el agujero no es pasante, aunque tiene dificultades en la representación de la rosca.</p>	<p><b>Correcto</b> Considera que el agujero es pasante.</p>

Figura 6: Representación de agujero perpendicular al eje longitudinal.

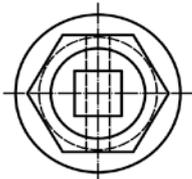
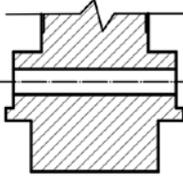
 <b>Modelo 3D Pieza 3</b>			
	<p><b>No lo representa.</b> Tampoco termina de resolver el corte y también tiene dificultades en la identificación del hexágono.</p>	<p><b>Correcto</b> Considera que el agujero es pasante y lo representa como contorno oculto.</p>	<p><b>Correcto</b> Considera que el agujero es pasante y lo representa en un corte.</p>

Figura 7: Representación de agujero perpendicular al eje longitudinal desde el modelo 3D.

Finalmente, en la Tabla 1 se presentan los grados de respuesta en cada grupo de trabajo. A manera de recorte del objeto de análisis, se tomaron como referencia los mismos aspectos tanto en el grupo de estudiantes que resolvió la actividad a partir de las isometrías, como en el grupo que trabajó con modelos 3D interactivos. En la evaluación de los resultados, no se tuvieron en cuenta otros aspectos como la selección de la vista principal, la resolución del corte, la acotación, el uso de capas, la representación de roscas etc. Esta decisión se fundamentó en la necesidad de recortar de la evaluación los aspectos propios de la forma.

Tabla 1. Síntesis de los grados de respuesta obtenidos

	Tipo de Representación	Resultados a partir de DIBUJOS ISOMÉTRICOS	Resultados a partir de MODELOS 3D INTERACTIVOS
Sección Circular de la Base	<b>Incorrecto:</b> Bordes redondeados	9	--
	<b>Incorrecto:</b> Casquete semiesférico	5	--
	<b>Incorrecto:</b> incompleto	2	2
	<b>Correcto:</b> Cilindro	14	28
Sección Hexagonal	<b>Incorrecto:</b> Hexágono irregular	12	9
	<b>Incorrecto:</b> Octógono	4	2
	<b>Incorrecto:</b> incompleto	3	2
	<b>Correcto:</b> Hexágono regular	11	15
agujero perpendicular al eje longitudinal	<b>Incorrecto:</b> No lo representa	2	4
	<b>Correcto:</b> Lo considera no pasante	8	--
	<b>Correcto:</b> Lo considera pasante	20	26

## CONCLUSIONES

Una vez realizada la actividad a partir de dibujos isométricos, las dificultades más notorias se vinculan a la interpretación de secciones circulares y hexagonales.

En relación con los modelos tridimensionales interactivos, como se observa en la Tabla 1, los alumnos pudieron reconocer con mayor precisión las características de las secciones de cada una de las piezas. De los resultados se infiere que los modelos 3D interactivos, en este caso en formato *pdf*, facilitan la lectura y comprensión de piezas mecánicas por lo tanto impactan positivamente en el aprendizaje. Pero todavía es apresurado afirmar que los alumnos que utilizan recursos 3D, poseen una mejor comprensión visual del espacio tridimensional. Ciertamente, las posibilidades que brindan las imágenes dinámicas (modelos 3d en *pdf*) frente a las estáticas (dibujos isométricos) hacen que su comprensión sea mayor, pero se requiere diferenciar qué habilidades de lectura e interpretación desarrollan unas u otras. Una imagen dinámica permite su manipulación, pero si lo que se desea es promover que el alumno desarrolle una visualización espacial, o como se la conoce habitualmente, visión espacial, definida por McGee [4], se hace necesario que el alumno se afiance en la lectura de figuras que no admitan la posibilidad de interactuar con ellas. Por tal motivo, podría decirse que las imágenes dinámicas, no prevalecen sobre las estáticas, sino que con unas y otras se logran aprendizajes significativos, que en algunos momentos actúan de forma complementaria y que en algunas ocasiones, especialmente en los inicios de los cursos, serían más convenientes las primeras y conforme se avance en el desarrollo de los contenidos de la asignatura, incorporar las imágenes isométricas.

Claramente, tanto las isometrías como los modelos 3D en formato *pdf* constituyen alternativas de mediación de contenidos. En este caso, contenidos referidos al aprendizaje del Sistema de Monge (ISO E), que integrados a “procesos de mediación están representados por la intervención pedagógica, comunicacional, tecnológica y cultural que se produce en las situaciones de enseñanza para facilitar procesos de aprendizaje idiosincrásicos y que posee un carácter relacional” [10]. Sin duda, cualquiera de estos caminos deberá propiciar que los alumnos realicen una unívoca lectura, interpretación, abstracción y representación del modelo real tridimensional a partir de sus vistas, lo que significará haber adquirido el manejo experto del Sistema de Monge.

## REFERENCIAS

- [1] Feschotte, D., Moles, A. *Cómo se lee una representación gráfica compleja* en Costa, J. y Moles, A. (eds.). *Imagen Didáctica*. Enciclopedia del Diseño. Barcelona. 1991.
- [2] Fernández Blanco M. T., Godino J. D. *Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial*. Revista Números, Volumen 77, Número: julio, 2011.
- [3] Naranjo C., Bohórquez D. *Estudio diagnóstico sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje del razonamiento espacial aplicado a los dibujos axonométricos-isométricos*. Departamento de Dibujo y Enseñanzas Generales, Facultad de Ingeniería, Univ. del Zulia. Maracaibo, Venezuela. Revista Impacto Científico (ISSN: 1836-5042), Vol. 2, N°1, 2007.
- [4] McGee, M. G. *Human spatial abilities: Sources of sex differences*. Praeger Publishers, New York, 1979.
- [5] Mataix Sanjuán, J., Robles L., Montes Tubío, F. *Las habilidades espaciales de los estudiantes de las nuevas titulaciones técnicas. Estudio en la Universidad de Granada*. Revista: EGA Expresión Gráfica Arquitectónica (ISSN 2254-6103), Número 24, páginas 264-271, 2014.
- [6] Gavino, S., Fuertes, L., Lopresti, L., Defranco, G., Lara, M. *Aplicaciones para Dispositivos Móviles: una aproximación en las prácticas de enseñanza de los Sistemas de Representación*. Actas del V Congreso Internacional de Expresión Gráfica - Rosario, Argentina - 1, 2 y 3 de octubre de 2014 (ISBN 9788897821809). Editorial CUES, 2014.
- [7] Newe, A. *Enriching scientific publications with interactive 3D PDF: an integrated toolbox for creating ready to-publish figures*. Revista PeerJ Computer Science. 2:e64; DOI 10.7717/peerj-cs.64. 2016
- [8] De Benito, B.; Salinas J. *Situaciones didácticas en entornos virtuales de enseñanza aprendizaje en la enseñanza superior*. Universidad Islas Baleares, Grupo de Tecnología Educativa. Palma, España. 2008.
- [9] Gavino S., Fuertes L., Defranco G. *Recursos digitales para el aprendizaje del dibujo tecnológico*. TEyET 2012 Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (ISSN 1850- 9959). Editorial Responsable Red de Universidades Nacionales con Carreras de Informática (RedUNCI). Número 7, junio de 2012
- [10] Zangara, A., *Conceptos básicos de educación a distancia o las cosas por su nombre*. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/15679132/Conceptos-basicos-de-educacion-a-distancia-o-las-cosas-p>. 2004. Consultado el 14/05/2018.