

Entornos virtuales para la visualización de modelos tridimensionales digitales

EJE N° 5

Perspectivas y experiencias pedagógicas en propuestas de enseñanza mediadas por TIC

Sergio Gavino, Lucas Speroni, Laura Lopresti, Laura Fuertes, Gabriel Defranco
Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de La Plata
sergio.gavino@ing.unlp.edu.ar
lucas.speroni@ing.unlp.edu.ar
laura.lopresti@ing.unlp.edu.ar
lfuertes@ing.unlp.edu.ar
ghdefran@ing.unlp.edu.ar

RESUMEN

La presente comunicación da cuenta del desarrollo de modelos tridimensionales digitales (MTD) para su visualización en entornos virtuales como recursos de aprendizaje en las carreras de Ingeniería de la UNLP. Una de las líneas de trabajo de la Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia *Grupo de Ingeniería Gráfica Aplicada* (UIDET GIGA) que articula con la cátedra *Grafica para Ingeniería y Sistemas de Representación "C"* es diseño o creación de los MTD para su validación en diversas instancias de aprendizaje: prácticas de croquizado, resolución de ejercicios y de Dibujo Asistido por Computadora (CAD). Tradicionalmente el croquizado se realiza a partir de piezas mecánicas reales, pero ante el aumento progresivo de la matrícula es necesario proveer a todos los estudiantes de modelos con el mismo nivel de dificultad morfológica. La pandemia fue una oportunidad para validar uno de los recursos ya desarrollados, los modelos 3D en formato *pdf*. En esta oportunidad se suma un nuevo desarrollo: un entorno de visualización que permite interactuar con los modelos 3D tanto en computadoras personales como en dispositivos móviles.

PALABRAS CLAVE: entornos virtuales, modelos 3D, sistemas de representación, dibujo tecnológico, ingeniería.



DESARROLLO DEL TRABAJO

La UIDET GIGA pertenece a la Facultad de Ingeniería de la U.N.L.P y está integrada por un equipo multidisciplinario que incluye a ingenieros, diseñadores industriales y arquitectos. Desde su creación en el año 2006 sus líneas de trabajo en el marco de proyectos acreditados, se estructuran a partir de distintos ejes: *investigación*, a través de técnicas de relevamiento 3D (fotogrametría y láser escáner), modelado paramétrico e impresión 3D; un eje *didáctico*, referido a la integración de las TIC en las prácticas de enseñanza, el desarrollo de material didáctico en distintos soportes (impreso y digital) y el diseño de modelos tridimensionales digitales con el objeto de enriquecer la enseñanza del dibujo de naturaleza técnica; un eje de *servicios*, con el desarrollo de simulaciones o animaciones y la edición de publicaciones impresas o electrónicas; y un eje de *extensión*, orientado a la actualización para docentes de la especialidad como también estudiantes de escuelas secundarias o institutos superiores.

Con relación al desarrollo de material didáctico en soporte digital, los nuevos lenguajes de programación, las aplicaciones para el modelado 3D, además de la evolución de Internet y su impacto en la educación, han configurado un extenso espacio de investigación en los modos de integración de estos en las prácticas de enseñanza de todos los niveles educativos y de todos los campos disciplinares.

Aunque los estudiantes pueden acceder a material digital en diversos formatos, incluidos texto, imágenes, animaciones de video y audio, estos *per se* no garantizan que los mismos hayan sido diseñados con intención pedagógica (Liarokapis, 2004). Paralelamente, en los últimos años, los gráficos 3D se han convertido en una parte distintiva de la experiencia web multimedia.

La investigación de gráficos 3D aplicados a variados campos disciplinares se ha desarrollado en esta última década; sin embargo, la mayor parte de este esfuerzo de investigación se ha centrado en aspectos técnicos y de aplicación (Evans y otros, 2014) siendo aún un área de vacancia su impacto en educación y en particular en la enseñanza de disciplinas tecnológicas.

INTRODUCCIÓN



Una de las actividades que los estudiantes de las carreras de ingeniería desarrollan en las asignaturas *Grafica para Ingeniería* y *Sistemas de Representación "C"* de la Facultad de Ingeniería de la UNLP, es el croquizado de piezas mecánicas. Se entiende por croquis a la práctica de dibujo a mano alzada y proporcionado a partir de la lectura e interpretación de un objeto o modelo. El uso del croquis y el desarrollo de las habilidades de visión espacial son de vital importancia para la actividad proyectual del ingeniero (Jerz, 2002). Tradicionalmente, los modelos utilizados para la actividad de croquizado se realizan a partir de piezas mecánicas reales (figura 1).

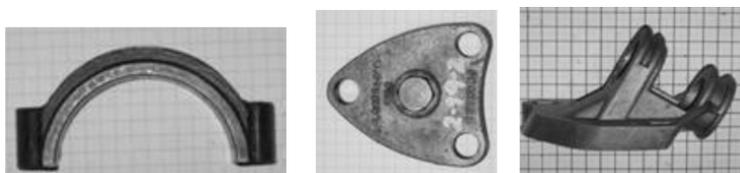


Figura 1. Piezas mecánicas de grado de complejidad creciente.

La UIDET GIGA cuenta con un amplio repertorio de piezas mecánicas de distintos niveles de complejidad morfológica. Estas piezas han sido objeto de una clasificación siguiendo criterios tomados de Félez y Martínez (1997): las primitivas y las operaciones de composición de primitivas, como la unión, intersección y sustracción, basadas en la matemática de Boole y conocidos como operadores booleanos (Giesecke, 2006), conceptos fundantes para el modelado tridimensional, tanto en lo que concierne a la lectura e interpretación de morfologías complejas, como necesarios para su representación por medios analógicos o digitales (Defranco, 2015).

Ante el aumento progresivo del alumnado, la biblioteca de piezas mecánicas, aunque extensa en su variedad, no puede abastecer a todos los estudiantes cuando se requieren actividades que aborden las mismas dificultades morfológicas. Por ejemplo, en el primer semestre del 2022, la matrícula inicial del curso *Grafica para Ingeniería* fue de 550 estudiantes.

Para dar respuesta a esta problemática, la UIDET GIGA incorpora en sus líneas de investigación el diseño y posterior visualización de MTD en entornos virtuales con el objeto de proveer a todos los estudiantes del mismo nivel de dificultad morfológica en las actividades prácticas propuestas.

ANTECEDENTES



Los primeros MTD interactivos desarrollados por esta UIDET, se resolvieron en *skp* (figura 2), formato nativo de las primeras versiones de *SketchUP*® todavía en manos de *Google*®. La interfaz para el modelado 3D de la versión gratuita era muy intuitiva pero la visualización a través de una computadora requería que el programa nativo estuviera instalado en el dispositivo.

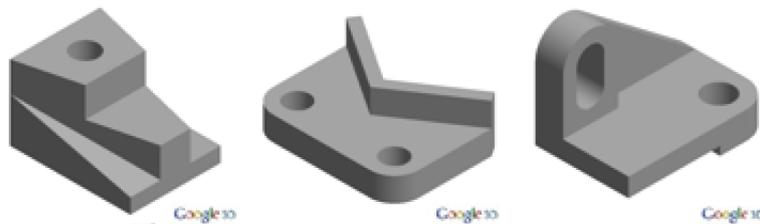


Figura 2. Modelos 3D interactivos en formato *skp*.

Luego se avanzó en MTD en lenguaje *Java*® : a partir de una escena virtual, en este caso como en el anterior, con un fondo blanco pleno para facilitar el contraste donde se inserta el MTD referenciado a un sistema de coordenadas no visible (figura 3). Para su visualización se requerían varias condiciones: embeber el modelo 3D en una página web (html), alojar en el servidor los archivos requeridos para activar el visualizador y finalmente que la computadora desde donde se pretendía visualizar los MTD, tuviera instalado *Java*®.



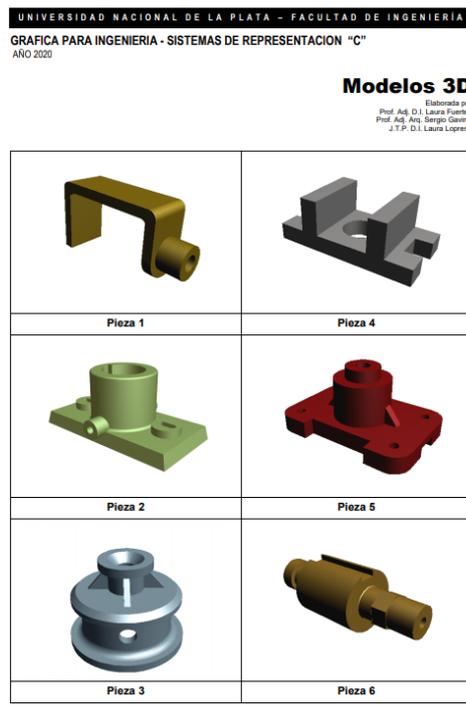
Figura 3. Modelos 3D interactivos desarrollados en *Java*®.

También, la generación de MTD a través de técnicas fotogramétricas permitió la visualización de piezas mecánicas en un visor *Flash*® incorporado en los navegadores (figura 4). Para la experiencia se utilizó el software de reconstrucción digital *3DSOM*®, en su período de prueba. La discontinuidad de *Flash*® por su vulnerabilidad ante ataques informáticos impidió seguir en esta línea. Aunque la aplicación *3DSOM*® ha actualizado sus formatos de exportación, la UIDET GIGA no ha retomado aún este recurso.



Figura 4. Modelos 3D obtenidos por fotogrametría.

Por último, entre otros antecedentes documentados, el desarrollo de modelos 3D insertos en archivos *pdf* es el soporte de visualización que ha sido validado en distintas instancias de aprendizaje (actividades de CAD o prácticas de croquizado). En la Figura 5, se puede observar la Guía de Modelos 3D en formato *pdf*. Esta interactividad sólo es posible en computadoras personales (tanto de escritorio o portátiles) que tengan instalada la aplicación *Acrobat Reader*[®] (versión 9 o posterior) ya que la funcionalidad de insertar e interactuar con el MTD es propiedad de *Adobe*[®].



Para visualizar correctamente los modelos 3D, es necesario Acrobat Reader 9 o posterior.

Figura 5. Guía con modelos 3D interactivos en formato *pdf*.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La necesidad de que los MTD fueran accesibles independientemente de la aplicación utilizada para su generación y del dispositivo de visualización, requirió de la búsqueda



de entornos virtuales o plataformas de publicación de archivos 3D de fácil acceso. Coincidiendo con Jankowski y Hachet (2011), quienes recogen el trabajo de varios autores, “en entornos virtuales se pueden caracterizar tres interacciones universales”:

- *navegación*, se refiere a la posibilidad de mover el punto de vista del usuario (con el mouse en una PC de escritorio o el dedo en una pantalla táctil).
- *selección del objeto*, como las técnicas para elegir y especificar posición, orientación y escala.
- *control del sistema*, se refiere a la comunicación entre el usuario y el sistema que no forma parte del entorno virtual.

El desafío de ofrecer a los alumnos interactuar con los MTD bajo estas tres condiciones tanto en computadoras personales como en dispositivos móviles, ha potenciado la búsqueda de entornos virtuales como, por ejemplo: *GrabCAD*® y *Sketchfab*®.

GrabCAD® es un entorno gratuito de publicación de modelos 3D que permite administrar, ver y compartir archivos CAD. En las pruebas realizadas con los formatos 3D compatibles, se mantuvo la imposibilidad de interacción con el modelo 3D en un dispositivo móvil. En las computadoras portátiles o de escritorio actualmente se puede acceder a un visualizador incorporado en el mismo portal *GrabCAD*® que permite la interacción pero que no se activa automáticamente, sino haciendo intencionalmente clic en un enlace que inmediatamente abre un visualizador 3D.

En cambio, en *Sketchfab*®, también es un entorno de publicación de modelos 3D con un módulo gratuito y otro pago. Su tecnología (Web Graphics Library) para la renderización de gráficos en 3D es compatible con todos los navegadores y sistemas operativos (Mac, Windows y Linux). La plataforma tiene un visor 3D integrado que permite publicar modelos 3D para ser visualizados en cualquier navegador actual ya sea a través de un dispositivo móvil o uno de escritorio. El procedimiento para la gestión de modelos 3D a través de *Sketchfab*® consiste en:

- Crear una cuenta en *Sketchfab*®.
- Modelar el objeto 3D y exportarlo en formato *stl*.
- Subir el archivo *stl* a la cuenta de *Sketchfab*®. Se pueden ajustar algunos parámetros (color del modelo, color de fondo, si se permite la descarga, etc.).



- Publicar el modelo 3D: se puede generar un enlace para visualizarlo en cualquier navegador o generar el código en *html* para embeberlo en una página web.
- Generar etiqueta QR con enlace para insertar en la guía de trabajos (Figura 6).



Figura 6. Ejemplos de QR de acceso al modelo 3D.

En la Figura 7 se presenta un ejemplo de guía de trabajo con uno de los modelos. Además del código QR para que el estudiante tenga acceso al modelo 3D, se presenta una isometría del mismo modelo para propiciar en los estudiantes la lectura y comprensión de piezas a través de una de las perspectivas más utilizadas.



Figura 7. Guía de Trabajo con código QR de acceso al modelo 3D.

En la Figura 8, se observan capturas de pantalla de un dispositivo móvil que permite la interacción del usuario con el modelo 3D.

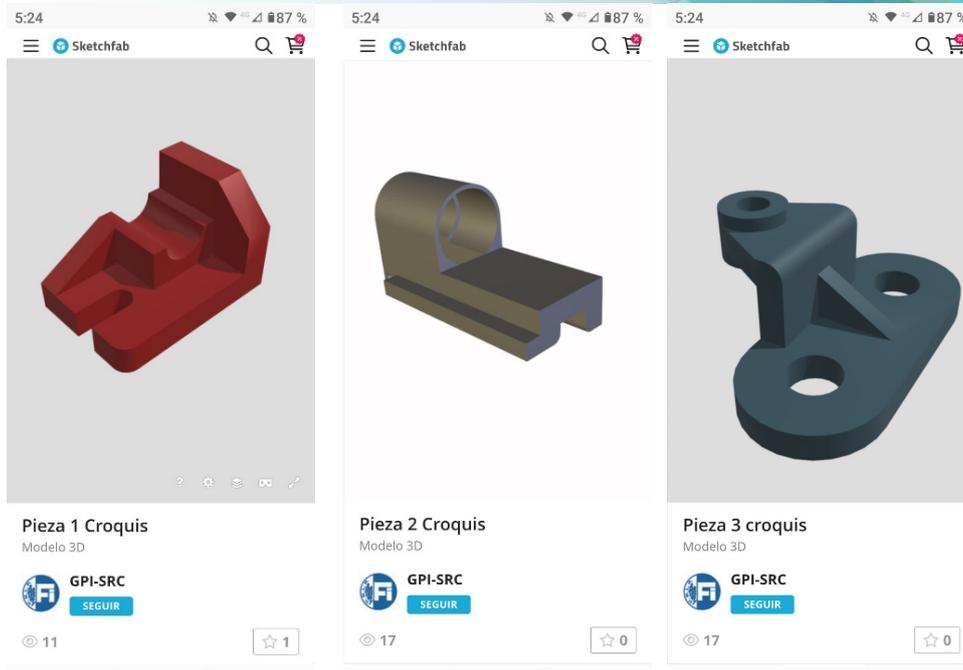


Figura 8. Capturas de pantalla de Modelos 3D interactivos a través de teléfono celular.

CONCLUSIONES

En los cursos de *Gráfica para Ingeniería y Sistemas de Representación "C"* se promueve que el alumno adquiera competencias y habilidades para leer y resolver representaciones gráficas de carácter técnico mediante sistemas de representación convenidos a partir de normas tanto nacionales como internacionales. La propuesta metodológica para enseñar los saberes del dibujo tecnológico o los sistemas de representación aplicados a disciplinas tecnológicas ha sido y es permanentemente objeto de revisión: partir de un modelo físico (una pieza mecánica para los estudiantes de ingeniería) o de un MTD implica construcciones distintas del saber. En el primer caso se aprecian aspectos de la forma, pero también información relevante como la tecnología de fabricación, color, textura, peso, etc. En el caso de los MTD, se accede sólo a aspectos morfológicos, válidos e imprescindibles para las actividades de interpretación de la forma, pero limitados en la comunicación de otras propiedades. Sin duda, la intención de estos desarrollos no supone el reemplazo del contacto de los estudiantes con piezas mecánicas que pongan en contexto las actividades presentadas en clase. Pero el diseño o creación de MTD, al ampliar el repertorio de



recursos morfológicos, permite consolidar el aprendizaje del dibujo tecnológico, en este caso, en los primeros años de las carreras de Ingeniería.

La pandemia fue una oportunidad para validar los modelos 3D en formato *pdf*. Pero este formato todavía tiene una limitación: la imposibilidad de interactuar a través de un dispositivo móvil incluso a través de la versión *Acrobat Reader*® para los mismos.

Hasta el momento no se han realizado indagaciones sistematizadas sobre el impacto en el aprendizaje de los MTD a partir una etiqueta QR que direcciona a un modelo alojado en *Sketchfab*®. Próximamente, se espera avanzar en el desarrollo de MTD, utilizando esta modalidad de visualización, que permita comparar su utilización en lugar de las piezas mecánicas en la prácticas de aprendizaje de los cursos mencionados.

BIBLIOGRAFÍA

Evans A., Romeo M, Bahrehmand A., Agenjo J., Blat J. (2014) 3D graphics on the web: A survey. *Computers & Graphics*. Volume 41, Pag. 43-61, ISSN 0097-8493, <https://doi.org/10.1016/j.cag.2014.02.002>.

Defranco, G y otros (2015) De la forma a la dimensión: una propuesta metodológica para la enseñanza del dibujo para ingenieros. XIII Congreso Nacional de Profesores de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y Carreras Afines. Río Cuarto, Córdoba. Octubre 2015. ISBN 978-987-688-148-7

Felez, J. y Martínez, M. (1997). *Dibujo Industrial*. ISBN 84-7738-331-6. Ed.: Síntesis, Madrid.

Giesecke, F.; Mitchell, A.; HILL, I; Dygdon, J.; Novak, J.; Lockhart, S. (2006) *Dibujo y Comunicación Gráfica*. Ed.: Pearson Educación, México.

Jankowski J. y Hachet, M. (2011) Taskonomy of 3D Web Use. *Web3D '11: Proceedings of the 16th International Conference on 3D Web Technology*. Pag. 93–100. Digital Enterprise Research Institute, NUI Galway, Ireland.

Jerz, R. (2002) Redesigning engineering graphics to include CAD and sketching exercises. *ASEE Annual Conference Proceedings*, Montreal, Canada.



Liarokapis F., y otros (2004) Web3D and augmented reality to support engineering education. World Transactions on Engineering and Technology Education. UICEE Vol.3, No.1, pag. 11 a 14. University of Sussex Falmer, England.