

## MODELADO E IMPRESIÓN 3D DE MECANISMO CRUZ DE MALTA COMO PRÁCTICA DE EXTENSIÓN

Laura Lopresti, Lucas Speroni, Sergio Gavino, Laura Fuertes y Gabriel Defranco <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia Grupo de Ingeniería Gráfica Aplicada (UIDET GIGA)

Departamento de Mecánica – UNLP Facultad de Ingeniería  
Calle 1 y 48, La Plata, Argentina- laura.lopresti@ing.unlp.edu.ar

### RESUMEN

Esta presentación se enmarca en las acciones de extensión que la Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia Grupo de Ingeniería Gráfica Aplicada (UIDET GIGA) ha implementado desde el año 2005 a la fecha. En esta oportunidad, se relatan las actividades realizadas con estudiantes de 7mo año de la orientación electromecánica de la Escuela de Educación Secundaria Técnica N° 6 Albert Thomas de la ciudad de La Plata, dependiente de la Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. La modalidad de trabajo se realizó bajo el Sistema de Prácticas Formativas en Ambiente de Trabajo. Las mismas son obligatorias para la Educación Técnico Profesional según Resolución 2343/2017. Estas prácticas contribuyen a la formación integral de los estudiantes, en este caso de escuelas técnicas, ya que constituyen una aproximación progresiva al campo ocupacional y colaboran a consolidar el perfil profesional según los requerimientos propios de los sectores científico, tecnológico y socio productivo. Bajo esta premisa, se consideró realizar una actividad enmarcada en una instancia de proyecto real como es la modelización e impresión 3D de un mecanismo o conjunto articulado. En esta ocasión, se ha seleccionado el mecanismo llamado Cruz de Malta o Rueda de Ginebra, se trata de un sistema que transforma un movimiento circular continuo en otro movimiento circular intermitente y se aplica industrialmente en líneas de producción y ensamble. En este trabajo se detalla el diseño del mecanismo como modelo didáctico, sin que el mismo pierda la identidad morfológica y funcional, y se describe la secuencia de actividades llevadas a cabo. En un sentido más general, este trabajo nos permite reflexionar sobre nuestras propias prácticas docentes y de extensión para una constante revisión de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

**Palabras clave:** Extensión; escuelas secundarias; sistemas de representación; Mecanismo Cruz de Malta.

## 1. INTRODUCCIÓN

El rol del extensionismo vivencia un profundo cambio y se hace extensivo a las universidades latinoamericanas. Como lo analiza Cano Menoni (2014) *“la universidad ha cambiado esta mirada desde perspectivas centradas en la propia institución hacia otras miradas cada vez más vinculadas con la sociedad y los aspectos sociopolíticos que la atraviesan”* [1]. Y en esta evolución, fruto de los cambios políticos-históricos y de perspectiva generacional, es inevitable redefinir las acciones y los actores. Como indica Bejarano (2011) *“La extensión universitaria viene atravesando, en los últimos años, un proceso sostenido de crecimiento y jerarquización, paralelamente a una profunda redefinición de sus objetivos y metodologías”* [2]. De esta manera la extensión universitaria discurre hacia un proceso dinámico y en constante revisión.

A nivel regional en la Universidad Nacional de La Plata se encuentran coincidencias en las palabras de Tauber (2018), *“... la extensión universitaria experimentó un proceso de crecimiento y de afianzamiento institucional que se consolida día a día. Pasó de mero integrante en el discurso histórico de las funciones básicas de la universidad, junto a la enseñanza y la investigación, a ser protagonista activa de procesos sociales asociados a la formación de estudiantes y docentes, con un fuerte vínculo que la comunidad reconoce cada vez con más claridad, y se transformó en referente en el tema entre las universidades del país y la región.”* [3]. Es así como las acciones de extensión establecen lazos y crean redes para contribuir al desarrollo social y al bienestar de la sociedad a través de la aplicación práctica del conocimiento y la participación activa de la universidad en su entorno.

La UIDET – Grupo de Ingeniería Gráfica Aplicada ha buscado desde sus inicios consolidar su espacio de extensionismo inmersos en esta constante resignificación de espacios y actores. Ha propiciado el vínculo con instituciones de nivel medio y terciario. Ha realizado actividades y talleres con el objeto de promover la enseñanza de los sistemas de representación de acuerdo con marcos de referencia, tanto teóricos como instrumentales. Ha trabajado con docentes de escuelas técnicas de la provincia de Buenos Aires y estudiantes de institutos de formación docente, de pregrado y de grado, de profesorado tecnológico y graduados. En este diálogo continuo se reúnen las distintas voces de los actores directos e indirectos y se propone la búsqueda de acciones que complementen la formación del estudiantado de nivel medio en el marco de Prácticas Profesionalizantes. Estas prácticas, definidas por el Consejo Federal de Educación como *“estrategias y actividades formativas que, como parte de la propuesta curricular, tienen como propósito que los estudiantes consoliden, integren y/o amplíen las capacidades y saberes que se corresponden con el perfil profesional en el que se están formando”* permiten una articulación entre los saberes escolares y los requerimientos de los diferentes ámbitos extraescolares. Es así como las *“prácticas profesionalizantes se orientan a*

*producir una vinculación sustantiva entre la formación académica y los requerimientos y emergentes de los sectores científico, tecnológico y socio productivo. Esta vinculación intenta dar respuesta a la problemática derivada de la necesaria relación entre la teoría y la práctica, entre el conocimiento y las habilidades" [4]*

En este trabajo se han propuesto encuentros formativos con los estudiantes de nivel medio. En estos talleres se han retomado contenidos propios de la formación secundaria técnica de la orientación electromecánica. Se ha promovido la aplicación de conocimientos y habilidades para representar piezas mecánicas en 3D a partir de asignaturas incluidas en el diseño curricular, como Dibujo Tecnológico (4° año) y Diseño y Procesamiento Mecánico (6° año). Los contenidos desarrollados por estas asignaturas, ya transitados por los alumnos asistentes, nos han permitido abordar desde el aspecto de diseño de partes mecánicas como también la confección de planos. En ambos casos se trabajó con aplicaciones CAD (Diseño Asistida por computadora) poniendo énfasis en la lectura e interpretación de representaciones gráficas y en la evaluación de la información requerida en un plano.

## 2. DESARROLLO

### 2.1 Mecanismo Cruz de Malta

Se ha optado por un mecanismo de funcionamiento electromecánico y de aplicación industrial para circunscribir el tema de esta experiencia en la especialidad electromecánica. De esta manera se ha seleccionado el mecanismo cruz de Malta también conocido como rueda de Ginebra (*Geneva drive*). Este dispositivo se deriva de los originalmente aplicados en relojes mecánicos, que fueron popularizados en Ginebra, presentes en automatización, robótica, transmisiones mecánicas, transmisiones continuas variables especialmente cuando se trata de transmitir fuerzas y momentos elevados. Son utilizados en reemplazo o en combinación con engranajes. Este mecanismo traduce un movimiento de rotación continuo en un movimiento giratorio intermitente. Una rueda motriz giratoria está equipada con un perno o pivot que entra en una ranura en la otra rueda denominada rueda accionada que lo hace avanzar un paso a la vez. La rueda principal tiene además un disco de bloqueo circular que bloquea en cada paso la rueda giratoria accionada. El paso utilizado da lugar a diferentes combinaciones funcionales de este mecanismo. La configuración más común del accionamiento de rueda de Ginebra es la que la rueda accionada tiene cuatro ranuras (Figura 1), como la utilizada en este trabajo, y por lo tanto el paso de avance es de 90°. Generalizando, si la rueda accionada tiene  $n$  ranuras entonces el paso de avance será de  $360^\circ/n$  para completar una vuelta.

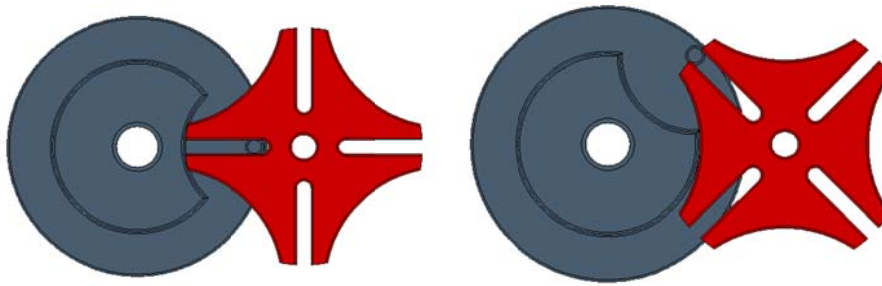


Figura 1: Dos posiciones del mecanismo Cruz de Malta.

Otras aplicaciones, aparte de la relojería, son los proyectores y las cámaras de cine convencionales donde la película avanza fotograma por fotograma y necesariamente tiene que cumplir con un intervalo de detención delante de la ventana de exposición. También se pueden encontrar en el cambio de punta en plotters, dispositivos de muestreo automático, máquinas contadoras de billetes, máquinas etiquetadoras, cambiadores de herramientas en máquinas CNC; torretas de tornos, máquinas de roscar, algunos tipos de mesas giratorias; por mencionar algunas de ellas.

## 2.2. Diseño del mecanismo

Se han considerado varios aspectos para el diseño del mecanismo como modelo didáctico:

Que el mecanismo esté compuesto por la mínima cantidad de piezas para poder llevar a cabo el modelado y ensamble en el tiempo dado de la actividad.

Que permita explorar otras opciones funcionales dentro del mismo mecanismo articulado. (Como el cambio de paso)

Que cada una de las partes que conforman el conjunto posean diferente morfología que permitan abordar diferentes formas de modelado 3D.

Que se pueda imprimir cada pieza optimizando el tiempo.

Que las piezas impresas 3D puedan vincularse y funcionar sin terceros elementos de unión.

De esta manera el mecanismo ha quedado constituido por cinco piezas: una base, con agujeros de sujeción para un futuro anclaje y dos agujeros donde se vinculan los ejes; la cruz propiamente dicha, con cuatro ranuras; la rueda motriz con el pivote y dos ejes, que se vinculan solo por forma para facilitar la posterior fabricación y el ensamble sin terceros elementos. (Figura 2).

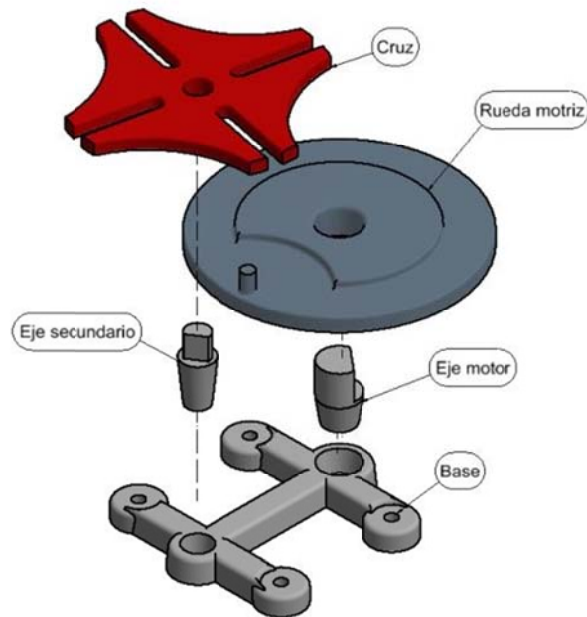


Figura 2: Partes del mecanismo propuesto en vista explotada.

Para llevar a cabo el modelado 3D de cada una de las piezas se ha considerado la siguiente secuencia didáctica:

**Rueda motriz:** se utilizan extrusiones y redondeado de aristas.

El modelado de esta pieza permite reconocer que una sumatoria de extrusiones puede generar una volumetría. Además, ayuda a entender qué es una sección constante y su relación con la operación 3D.

**Cruz:** se utiliza extrusión de un módulo y luego se realiza una copia múltiple de ese módulo. Se suma la extrusión del cilindro central y se genera la cavidad para el eje. Por último, se realiza el redondeado de aristas.

Permite reconocer otra estrategia de modelado 3D como lo es trabajar por módulos (Figura 3). Luego, las diferentes maneras de combinación del módulo generan diferentes disposiciones de geometrías.

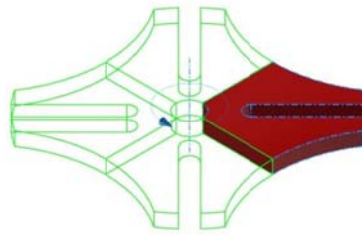


Figura 3: Módulo de la cruz

**Ejes:** se utiliza la operación de revolución y luego se complementa con una extrusión negativa.

Estas piezas permiten explorar la operación de revolución como generatriz de este tipo de volúmenes. Además, posibilita analizar el impacto que tiene variar la forma de la sección o cambiar el eje de revolución en el modelado 3D. Es importante centrarse aquí en la vinculación y las dimensiones de estas piezas con respecto de la base y con las dos ruedas para luego poder definir las al momento de pensar la impresión 3D y lograr el ajuste adecuado entre ellas.

**Base:** se trata de una pieza compleja y debe ser modelada por una sumatoria de operaciones. No hay una operación generatriz que se destaque. En este modelado se utilizan los siguientes comandos: extrusión, extrusión negativa, copia múltiple con matriz, agujereado y redondeado de aristas.

Esta base permite una aproximación al ejercicio de lectura y generación de modelado 3D de piezas de morfologías complejas.

### 2.3. Desarrollo de los Encuentros

Cada encuentro se ha llevado a cabo de la siguiente manera:

**Encuentro 1.** Se ha presentado el marco general de la actividad de Prácticas Profesionalizantes y del espacio y grupo de trabajo. Se explicó el mecanismo y las partes constitutivas. Además, se mencionaron las aplicaciones industriales que tiene este mecanismo considerando el paso del tiempo. Luego, se inició con la lectura del plano de la rueda motriz (Figura 4) y se comenzó el modelado en el módulo IPT del software Autodesk® Inventor™. En esta actividad se hizo hincapié en los paradigmas de modelado 3D mencionando bajo qué tipo de procedimiento de modelado trabaja un software paramétrico. Por último, se mostraron acciones concretas de modelado 3D del software como operaciones de Extrusión y Revolución.





menciona anteriormente, debería ser un conocimiento previo trabajado en la materia dibujo tecnológico de 4º año. Para poder concretar esta tarea la lectura de planos se realizó de manera conjunta. También se presentaron problemas a la hora de enfrentarse al módulo de Ensamble por la complejidad operativa de la interfaz. Para lograr mejores resultados es necesario realizar previamente una actividad que permita un acercamiento paulatino a este módulo.

Durante las instancias de modelado y posterior ensamble de las partes del mecanismo presentado, los alumnos han demostrado entusiasmo y pudieron apreciar las potencialidades del programa Autodesk® Inventor™ tanto como una herramienta de ayuda en la concreción de planos como una herramienta de diseño de piezas. Algunos de ellos manifestaron estar interesados en el modelado de trabajos personales.

Respecto a la impresión 3D, si bien fue una actividad introductoria, se materializó todo el trabajo realizado y permitió darles un cierre a las actividades.

#### 4. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados mencionados para futuros encuentros se considerará rever la cantidad de horas de trabajo presencial. Si bien el tiempo planteado para estos encuentros estuvo sujeto a las actividades de docencia de grado que este grupo de trabajo ya posee y a los tiempos áulicos del estudiantado, se podrían incluir actividades no presenciales para la ejercitación y maduración de los contenidos dados. Además, se agregarían más actividades y prácticas de impresión 3D para reforzar su uso como herramienta de diseño y proyecto.

Respecto del mecanismo de Cruz de Malta utilizado, permitió un aprendizaje progresivo de modelado 3D. El modelo didáctico desarrollado, bajo las consignas ya dichas, permitió concretar tareas simples y de manera introductoria para luego complejizarlas. Para el corriente año se han planteado nuevos encuentros con estudiantes de la misma institución. Para los mismos se considerará implementar mejoras en el ensamble del mecanismo dado con el fin de facilitar el recorrido del estudiantado por este módulo, aunque no se descarta la implementación de nuevos modelos didácticos de otros mecanismos.

Es importante mencionar que la incorporación de ayudantes alumnos de grado en estas actividades de extensión consolida el recorrido formativo de los mismos. Se tiene pensado sumar más ayudantes a estas actividades.

A futuro, se espera abordar nuevas líneas de acción en el marco de las Prácticas Profesionalizantes que involucren el proceso proyectual como actividad central, en concordancia con los contenidos que la currícula de las escuelas secundarias tienen. Estas



acciones, en combinación con la docencia, impactan positivamente en el trabajo áulico de grado y son enriquecidas por su interacción con la realidad de la comunidad local y permiten reflexionar sobre las propias prácticas, docentes y de extensión, para una constante revisión de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

### AGRADECIMIENTOS

Un especial reconocimiento al ayudante alumno de la Cátedra Gráfica para Ingeniería: Nicolás Marinangeli (estudiante de la carrera Ing. Electromecánica), que acompañó a este grupo de trabajo en los encuentros realizados.

### REFERENCIAS

- [1] Cano Menoni J. A. La extensión universitaria en la transformación de la universidad latinoamericana del siglo XXI: disputas y desafíos. Repositorio digital. CLACSO. 2014.
- [2] Bejarano C. Los actores de la Extensión Universitaria. Un Saber Hacer para la construcción de un enfoque CTS. XI Congreso Iberoamericano de Extensión Universitaria. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina. 2011.
- [3] Tauber F., Giordano C. J. Pensar la extensión universitaria en la UNLP. Proyecto institucional de la Universidad Nacional de La Plata - 2018 - 2022. Documento de trabajo. 2018.
- [4] Ministerio de Educación. Consejo Federal de Educación. Resolución CFE N° 47/08. Anexo I. Lineamientos y criterios para la organización institucional y curricular de la educación de la educación profesional correspondiente a la educación secundaria y educación superior. 2016.