

TRABAJO PRÁCTICO INTEGRADOR DE LA MATERIA REPRESENTACIÓN GRÁFICA ENFOCADO EN LA EDUCACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS

Rubén Darío Morelli, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura -
Universidad Nacional de Rosario, rdm@fceia.unr.edu.ar

Dana del Valle Martella, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura -
Universidad Nacional de Rosario, dana_martella@hotmail.com

Resumen— Desde el año 2014 rige un nuevo Plan de Estudios para las carreras de Ingeniería dictadas en nuestra Institución. Previamente hubo un intenso trabajo en las comisiones de Reforma Curricular donde se fijaron los criterios rectores para la formación de los futuros egresados, considerando la formación basada en las competencias emanadas del CONFEDI. Dictamos la materia Representación Gráfica, correspondiente al primer año del Ciclo General de Conocimientos Básicos, cuatrimestral y común a todas las carreras. En el nuevo plan se le asignó el formato pedagógico de Taller, que se basa en un intenso trabajo presencial del estudiante durante el cuatrimestre, con evaluación continua y promoción mediante la aprobación de trabajos prácticos. En este trabajo presentaremos una actividad muy importante desarrollada en el tramo final del curso: el Trabajo Práctico Integrador. Es una enriquecedora experiencia de trabajo en equipo para los alumnos, de investigación sobre una temática específica dada, como por ejemplo superficies alabeadas, intersección de superficies o modelados paramétricos de piezas. Realizan modelados 3D, maquetas, láminas, hacen informes y presentaciones donde exponen sus resultados en breves ponencias. A partir de ejemplos de la producción de nuestros alumnos queremos poner en consideración nuestro aporte a la educación basada en competencias.

Palabras clave— *Representación Gráfica, Taller, competencias, aprendizaje, Trabajo Práctico Integrador.*

1. Introducción

En el año 2014 comenzó a regir un nuevo Plan de Estudios para las seis carreras de Ingeniería que se dictan en nuestra Institución. Durante los años 2012 y 2013 se desarrolló un intenso trabajo en las comisiones de Reforma Curricular creadas por la Facultad con el propósito de generar la discusión institucional y elaborar los documentos bases correspondientes para la formulación de los nuevos planes de estudio. En dichos documentos se plasmaron los criterios rectores para la formación de los futuros egresados, destacándose el énfasis en una sólida formación en ciencias y tecnologías básicas, y una formación general en tecnologías aplicadas y complementarias que los graduados completarán y actualizarán permanentemente a lo largo de toda la vida profesional, dado el avance y desarrollo permanente de las tecnologías en esta era. Además el diseño de los nuevos planes se orientó hacia la formación por competencias, teniendo en cuenta las recomendaciones del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) que definió en el año 2006 las diez Competencias Genéricas de la Ingeniería, vinculadas a las competencias profesionales comunes a todos los ingenieros argentinos. Declara el CONFEDI en [1] que la formación por competencias “es una tendencia internacional en el diseño de los planes

Trabajo Práctico Integrador de la materia Representación Gráfica enfocado en la Educación Basada en Competencias

de estudio de ingeniería” y que “su integración en el Plan de Estudios ayudaría a vigorizar el saber hacer requerido a los ingenieros recién recibidos”.

“El diseño del nuevo plan de estudios procura superar la atomización del conocimiento, promoviendo la integración de los distintos espacios curriculares que la conforman y para ello resolvió disponer de un menú variado de formatos pedagógicos para las Actividades Curriculares, a saber: Asignatura, Taller, Seminario, Proyecto, Práctica Profesional Supervisada, Espacio Curricular Electivo. Todos los formatos son igualmente significativos, y sus características varían según los objetivos planteados y resultados de aprendizaje esperados para el logro de las competencias” [2].

De este modo, en el primer cuatrimestre de primer año se cuenta con dos Asignaturas y tres Talleres. En la Tabla 1 se ejemplifica como se estructura dicho cuatrimestre para la carrera de Ingeniería Mecánica. En las otras terminalidades es similar, solo cambia el nombre del taller de Introducción a la Ingeniería según la carrera (Civil, Industrial, etc.)

Tabla 1. Primer año, primer cuatrimestre - Ingeniería Mecánica.

Actividad Curricular	Formato	Hs. semanales	Hs. totales
Introducción a la Física	Taller	3	48
Cálculo I	Asignatura	6	96
Álgebra y Geometría Analítica	Asignatura	6	96
Representación Gráfica	Taller	5	80
Introducción a la Ing. Mecánica	Taller	3	48

Fuente: Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica

Nuestra materia es Representación Gráfica, corresponde al primer año del plan siendo común para todas las carreras, y en esta reforma curricular se le asignó el formato pedagógico de Taller. Tal como se explica en [3], “la modalidad de Taller es muy formativa ya que apunta a la resolución práctica de problemas y/o ejercicios, tanto en el aula como en el laboratorio, haciendo que las actividades sean participativas y socializadas por parte de los alumnos, tal como sucede en la vida profesional”. Aquí la clase magistral es ocasional y acotada. “Los Talleres son una instancia de experimentación para el trabajo colaborativo y en equipo, para la investigación y el autoaprendizaje en el estudio y resolución de problemas” [2]. Prima la actividad presencial y la participación intensa del estudiante en las actividades a lo largo del cuatrimestre. Por eso la evaluación es continua y la promoción surge de la aprobación de los trabajos prácticos que se hacen semanalmente. En cambio el formato Asignatura está asociado a la materia tradicional, “donde prima lo metodológico y la construcción del razonamiento lógico, siendo un espacio donde se combinan y entran los contenidos tópicos, los lenguajes y las operaciones cognitivas. Así se organizan y ponen de manifiesto los procesos de enseñanza y aprendizaje, y la construcción de sentido” [2]. La promoción de una Asignatura se logra fundamentalmente a través de la aprobación de exámenes parciales y/o finales. Se entiende por “promoción” a la aprobación de la materia.

La intención del nuevo Plan de Estudios para este primer cuatrimestre donde se sitúa nuestra actividad, es amortiguar el impacto que significa para el estudiante el ingreso a la Universidad y a una carrera compleja como es Ingeniería. Al disponer de tres Talleres y solo dos Asignaturas en el cuatrimestre de inicio de su vida universitaria, los alumnos

pueden organizar mejor sus tiempos de estudio, pues tienen menos exámenes. Aunque deben considerar que hay más exigencia de asistencia y participación en los Talleres. Presentaremos una actividad práctica que venimos desarrollando y perfeccionando desde el año 2014 denominada Trabajo Práctico Integrador (TPI), que es una experiencia muy importante que los alumnos desarrollan en el tramo final de la cursada, donde se trabaja en equipo con tutoría docente, con investigación sobre una temática específica, donde los estudiantes aprenden temas diversos como superficies alabeadas, intersección de superficies y modelados paramétricos de piezas. Confeccionan maquetas y hacen presentaciones de sus resultados en breves ponencias. A partir de ejemplos de la producción de nuestros alumnos queremos poner en evidencia nuestro aporte a la formación basada en competencias desde nuestra área curricular.

1.1 El Taller de Representación Gráfica y la Formación por Competencias

Nuestra materia pertenece al área Sistemas de Representación, tal como está definido en el Plan de Estudios. En nuestra Facultad, institucionalmente se propende a que las Actividades Curriculares se planifiquen en función de la Formación por Competencias, y en ese sentido las diferentes Escuelas por especialidad han comenzado a trabajar en los últimos tiempos. Es un proceso lento porque por muchos años los docentes nos acostumbramos a planificar por Objetivos y Contenidos a alcanzar, en una construcción hacia un ideal de futuro, mientras que la Formación por Competencias requiere planificar a partir de las competencias de egreso que debe reunir el profesional que necesita la sociedad, y desde ese ideal de capacidades volver en la planificación definiendo competencias específicas y resultados de aprendizaje que esperamos de los alumnos en cada carrera y materia hasta llegar al primer año. Es pensar la planificación centrada en el alumno, en sus intereses: el alumno debe participar activamente, tanto en lo individual como en equipo, colaborando con sus compañeros, y como docentes debemos inducirlo hacia un proceso de aprendizaje activo, que plantee desafíos que deba y pueda resolver. Esto es un nuevo paradigma educativo que requiere cambios pedagógicos y cambios en la manera de pensar.

En lo referido a nuestra área y materia, tenemos experiencia previa ya que en el año 2008, como producto de un proyecto de investigación, presentamos una ponencia [4] donde fundamentamos cuáles son las competencias genéricas que contribuimos a desarrollar desde nuestra área y materia, entre las diez que definió el CONFEDI. Además definimos las competencias específicas para el área Sistemas de Representación. Se debe tener en cuenta que luego de haber definido y aprobado las diez Competencias Genéricas de la Ingeniería Argentina, el CONFEDI hizo una larga pausa en su implementación ya que el tema fue merecedor de discusión e intercambio entre los diversos actores, tanto a nivel de las universidades como del Ministerio de Educación, sobre todo considerando que hubo avances y cambios de enfoque en lo referido a las competencias específicas y a nuevas visiones dado el avance de la ciencia educativa. En base a lo expuesto, entendemos que la materia Representación Gráfica contribuye al desarrollo de las siguientes competencias genéricas:

- 1- Competencia tecnológica para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- 2- Competencia actitudinal para comunicarse con efectividad.
- 3- Competencia social-actitudinal para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- 4- Competencia actitudinal para aprender en forma continua y autónoma.

El desarrollo de estas competencias genéricas es de nivel básico, ya que nuestros alumnos están en el primer año de la carrera. Nivel básico significa que se enseñan los aspectos esenciales y los alumnos comienzan a practicarlas a través de las actividades que hacen en las clases, esperando ver los elementos fundamentales de las mismas en las competencias específicas de nuestra materia, denominadas actualmente Resultados de Aprendizaje (RA).

1.2 RA para Representación Gráfica

Los RA son los logros que esperamos de nuestros alumnos y son específicos para cada materia o área. En nuestro caso, definimos los siguientes RA:

Que el alumno sea capaz de:

1. Diseñar y representar objetos tridimensionales mediante proyecciones.
2. Dibujar bocetos o croquis técnicos.
3. Resolver problemas de representación aplicando conceptos de geometría descriptiva.
4. Expresar la representación gráfica con calidad y precisión geométrica.
5. Utilizar eficazmente los medios de representación, tanto analógicos como digitales.
6. Entender la lógica de los sistemas de representación CAD.
7. Modelar tridimensionalmente e ilustrar con software CAD.
8. Conocer y aplicar las normas y convencionalismos del dibujo tecnológico.
9. Presentar los trabajos prácticos con profesionalismo.
10. Exponer verbalmente con la terminología técnica adecuada.
11. Investigar y aprender contenidos de la materia trabajando en equipo.

1.3 Marco de esta investigación aplicada: El Trabajo Práctico Integrador (TPI)

En oportunidad del Congreso Latinoamericano de Ingeniería del año 2017 (CLADI) presentamos una ponencia que es un antecedente para este trabajo [3]. En aquella oportunidad se abordó la temática del TPI desde la experiencia de la inclusión de software libre de diseño asistido (CAD) en nuestra materia en el curso del año 2016, ya que formamos parte de un equipo de investigación sobre ese particular: el software libre en la enseñanza de la Representación Gráfica. El tema del software libre CAD es uno de los varios contenidos que se incluyen en el TPI.

En esta oportunidad estamos explicando la importancia del TPI como estrategia didáctica para el logro de competencias por parte de los estudiantes y se describen todos los temas que abarca.

Durante el desarrollo del curso los estudiantes van realizando semanalmente Trabajos Prácticos tanto en el aula, donde dibujan con instrumentos tradicionales (lápiz, papel, escuadras, etc.), como en el Laboratorio de Gráfica Digital donde aprenden a digitalizar y modelar con sistemas CAD. Progresivamente van logrando los RA indicados en la lista del ítem 1.2. Y van madurando el aprendizaje para llegar a la etapa final donde se desarrolla el TPI que es una actividad diferente.

El TPI trata sobre un tema específico que los alumnos investigan, desarrollan y defienden en equipo de tres o cuatro integrantes (excepcionalmente dos integrantes), bajo la dirección o tutoría de uno de los docentes de la cátedra. Hacen un abordaje integrador de los contenidos de la materia y con esta actividad van a afianzar y profundizar los RA adquiridos y concretar los que faltan alcanzar, fundamentalmente los indicados en 9, 10 y 11 del listado de RA del ítem 1.2.

El programa analítico vigente para Representación Gráfica fija los requisitos de aprobación en que el alumno tenga el 80% de los trabajos prácticos asistidos y aprobados, y además debe “aprobar el trabajo integrador final (Presentación y defensa del trabajo consistente en la resolución y representación de un problema relacionado con la ingeniería)” más la presentación de una carpeta en papel y digital con toda su producción en el Taller. El “Trabajo Integrador” al que hace mención el programa es lo que nosotros diseñamos y denominamos TPI, y que desarrollamos en este trabajo. Vale aclarar que en nuestra Facultad las materias son cuatrimestrales y se vuelven a dictar en el cuatrimestre siguiente al cursado original. Así, nuestro dictado original es en el primer cuatrimestre de primer año y en el segundo cuatrimestre la materia se dicta nuevamente. Es lo que denominamos *redictado* y es para aquellos alumnos que no la cursaron en su momento o no la aprobaron y quedaron libres en el cuatrimestre anterior. En las subsecciones 1.1 y 1.3 se hacen referencias a proyectos de investigación en la disciplina educación que llevamos a cabo como docentes universitarios. Entendemos a la investigación como una actitud esencial de la vida universitaria, que nos permite estar actualizados con el conocimiento que evoluciona en forma permanente en nuestra era. Nos permite innovar a través de pensar metodologías y estrategias didácticas para que nuestros alumnos aprendan de la mejor manera. Y estamos de acuerdo con que “la investigación obliga al docente a estar al día sobre temas contemporáneos, haciendo de su clase un espacio de reflexión actual y enfocado en la realidad de los estudiantes” [5]. Zaldívar Dávalos y Vázquez Parra consideran que:

“Muchos académicos consideran que la investigación se centra únicamente en el proceso de búsqueda de conocimiento a partir de una metodología, pero eso no lo es todo. También podemos mencionar que es una parte esencial de la labor académica, a que si el docente no está actualizado y bien informado en su disciplina y no participa activamente sobre lo que se investiga, ¿cómo esperamos que imparta una clase realmente actualizada? Desde esta perspectiva podemos decir que quien sabe investigar y aplica estos conocimientos en el aula tiene toda la capacidad de poder enseñar mejor. Las competencias investigativas permiten desarrollar el pensamiento crítico, cuestionar lo establecido y plantear respuestas a partir de argumentos académicamente óptimos, abriendo la posibilidad de generar innovación en nuestra práctica docente” [5].

2. Diseño del caso de estudio

Nuestro trabajo se basa en la actividad llevada a cabo en el curso del año 2017, que es significativa porque suma la experiencia del equipo docente que también participó en los dos cuatrimestres del año 2016.

Explicitamos en primer lugar las características de la actividad TPI, luego los temas o contenidos que se abordan.

A continuación exponemos las pautas y consignas a seguir por los estudiantes para el desarrollo del trabajo y la forma de evaluación, que es dada a conocer a los estudiantes al inicio.

Como resultados para la discusión se muestra la producción de nuestros alumnos en una selección de contenidos (láminas y fotografías de maquetas) obtenidas de la presentación que ellos realizaron como exposición final.

Finalmente se publican dos gráficos con estadísticas de resultados del curso para el segundo cuatrimestre del año 2017, y hacemos un análisis comparativo de los resultados entre la aprobación del TPI y la aprobación de la materia.

2.1 Características de la actividad TPI y contenidos que se abordan

El TPI es una actividad muy importante para nosotros porque es durante esta etapa donde el concepto de “aprendizaje activo y centrado en el alumno” se verifica completamente. Requiere un esfuerzo importante de seguimiento y apoyo docente en las consultas (son consultas “del equipo” por lo que deben asistir todos los alumnos integrantes) y la duración de la actividad es de aproximadamente seis a ocho semanas, tomando las últimas tres semanas de clases y el período de exámenes. Cada grupo regula su ritmo porque en ese período muchos tienen que recuperar trabajos prácticos no aprobados y atender también exigencias de las otras materias. Es decir que no es una dedicación de tiempo completo al TPI, es una actividad flexible en su organización. Como se mencionó en 1.3, se forman equipos de trabajo de tres o cuatro integrantes con un coordinador que eligen ellos mismos y un docente de la cátedra oficia de tutor. El alumno coordinador es quien ordena el trabajo y coordina con el docente tutor los momentos de consulta y la presentación con la entrega final. El docente tutor acciona en sus consultas como disparador de ideas que, según las observaciones que va haciendo sobre el grupo, considera de mayor pertinencia. Antes de comenzar con el trabajo de investigación y producción propiamente dicho, el tutor comparte con los grupos a los que se les asignó la temática, resultados obtenidos en TPI de cuatrimestres anteriores de similares características, a fin de orientar la búsqueda, plantear expectativas mínimas respecto de sus logros y dar ocasión a las consultas que surgieran del primer contacto con producciones del estilo. Se considera que este tipo de práctica amplia, cuatrimestre a cuatrimestre, los horizontes de las investigaciones que hacen los estudiantes.

Los temas y contenidos del TPI son los siguientes:

- TEMA 01: Superficies regladas, no desarrollables o alabeadas: paraboloides hiperbólico, hiperboloide reglado de revolución y conoide.
- TEMA 02: Superficies alabeadas: cubiertas con tenso-estructuras textiles.
- TEMA 03: Modelado Sólido Paramétrico con Software Libre.
- TEMA 04: Intersección de superficies: Cono con cilindro.

2.2 Pautas, consignas y evaluación del TPI

La matriz de esta actividad se basa en la siguiente dinámica: dado el tema, deben estudiar los conceptos teóricos en base a bibliografía dada, buscar ejemplos en Internet, diseñar un posible ejemplo de aplicación en el caso que sea posible (se da en los Temas 01 y 02), realizar el diseño y modelado con el software CAD correspondiente, generar las presentaciones o láminas, confeccionar maquetas físicas de los objetos de estudio, (para lo cual deberán investigar y consultar con el docente tutor sobre la técnica adecuada para la confección de maquetas conceptuales de objeto) y hacer una reflexión crítica sobre el producto gráfico obtenido, donde se verifique que se entendieron los conceptos teóricos de la geometría de cada forma en los planos obtenidos con el diseño en computadora (por ejemplo, para el caso de superficies alabeadas indicar cómo se generan y representan, cuáles son las líneas generatrices y las directrices, los planos directores, y sus secciones planas características).

La exposición y entrega final consiste en una presentación con diapositivas de unos 20 minutos de duración, donde exponen todos los integrantes, además de presentar una carpeta con la documentación elaborada (investigación, láminas de modelado, etc.) y las maquetas de estudio, y el alumno coordinador debe subir al Drive de la cátedra toda la presentación en formato digital.

Trabajo Práctico Integrador de la materia Representación Gráfica enfocado en la Educación Basada en Competencias

El desarrollo del TPI es estructurado por las clases de consulta con el docente tutor, a las que les damos suma importancia. El estudiante de primer año todavía no está familiarizado con la asistencia a consultas. Sí comprende la importancia en los cursos más avanzados, promediando segundo año en adelante. Las consultas, que son obligatorias, permiten al docente aportar ideas y orientar el trabajo, y además va conociendo la característica del equipo, la actitud de cada integrante, cómo se expresan, cómo se entusiasman y proponen, y así, en cuatro o cinco momentos de consulta a lo sumo, los equipos van llegando a mostrar toda la idea del trabajo, incluso el borrador de la presentación con diapositivas. Y por supuesto el docente tiene una primera evaluación silenciosa de la actividad del grupo. Tan es así, que cuando el docente considera que el trabajo llegó a un nivel aceptable, da el visto bueno y se fija la fecha y hora de entrega y exposición, y los alumnos tienen la tranquilidad de que el trabajo será aprobado. Solo resta saber la calificación que tendrá. Esto es muy positivo para el alumno de primer año, porque minimiza el nerviosismo lógico de cuando se tiene que exponer, máxime que para ellos es la primera vez que lo hacen en la etapa universitaria. Entonces, con esta característica salvo raras excepciones, los equipos que exponen aprueban el trabajo. La forma de evaluación del TPI, es mediante una rúbrica (ver Figura 1) que se da a conocer al inicio de la actividad a todos. Así los estudiantes saben qué aspectos se tendrán en cuenta al evaluar, y les sirve para organizarse mejor.

Departamento de SIRE - FCEIA - U.N.R.				CONSULTAS	CONSULTA FINAL	FECHA EXPOSICIÓN	TRABAJO DEL EQUIPO (Materiales, Colaboratividad, Liderazgo)	PRESENTACIÓN PPS, Láminas, Fotos, etc. Reflexión y Conclusiones DIGITAL Y PAPEL	MAQUETA	Exposición Individual	NOTA GLOBAL
Actividad Curricular: REPRESENTACIÓN GRÁFICA											
Carrera: Todas. Formación Básica											
Nº	Tema	ALUMNO	Coord								
		Apellido y Nombres									
		TEMA 01		Contenidos: Superficies curvas Regladas, No desarrollables o alabeadas:							
1	01	ALUMNO A									
		ALUMNO B	X								
		ALUMNO C									
		ALUMNO D									

Figura 1. Rúbrica para evaluación del TPI
Fuente: elaboración propia

3. Resultados

Diseñamos por cada tema una hoja-instructivo donde están el enunciado, los datos técnicos necesarios, el procedimiento que deben seguir, la bibliografía, la forma de presentación y duración de la actividad, consignas y recomendaciones importantes a tener en cuenta. Por una razón de espacio solo explicamos el comienzo de cada enunciado, pudiendo consultarse el instructivo completo para cada tema en <http://www.fceia.unr.edu.ar/de-sire/TPI.pdf>.

Para cada tema se presentan ejemplos de trabajos de equipos seleccionados por ser representativos de la producción general, mostrándose pantallas de modelado en software CAD (AutoCAD o FreeCAD), láminas de presentación de proyecciones ortogonales y perspectivas, y fotos de las maquetas de estudio presentadas. En todos los casos son trabajos académicamente satisfactorios, donde se lograron los RA esperados.

3.1 Tema 01: Superficies curvas Regladas, no desarrollables o alabeadas.

El enunciado comienza así: “El objetivo de este trabajo práctico integrador es que aprendas y reflexiones acerca de la geometría de las superficies curvas complejas, sus posibles aplicaciones en ingeniería, arquitectura o en el diseño en general. Las superficies curvas abarcan una amplia gama de tipologías (ver cuadro). En el curso estudiamos cilíndricas, cónicas y esféricas. En este TP profundizarás el tema con el

estudio del hiperboloide reglado de revolución, el paraboloides hiperbólico y el conoide, que son superficies regladas no desarrollables o alabeadas (Ver Figura 2).”


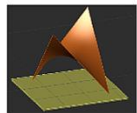

Regladas <small>(generadas por el movimiento de una recta)</small>	Desarrollables o de simple curvatura	Cilíndricas	<ul style="list-style-type: none"> • De revolución • Oblicuas de 2º grado • Oblicuas en general 	Hiperboloide reglado de revolución	
		Cónicas	<ul style="list-style-type: none"> • De revolución • Oblicuas de 2º grado • Oblicuas en general 		
	Convolutas	<ul style="list-style-type: none"> • En general • Convoluta helicoidal o helicoide desarrollable 			
No desarrollables o alabeadas	No desarrollables o alabeadas	Hiperbólicas de revolución	<ul style="list-style-type: none"> • Estéricas • Elípticas alargadas • Elípticas achatadas • Parabólicas de revolución • Hiperbólicas de dos hojas • Tólicas • Revolución en general 	Paraboloides hiperbólico	
		Parahiperbólicas			
	Helicoidales rectas, cerradas y abiertas	<ul style="list-style-type: none"> • Conoides • Cilindroides 			
No regladas	De doble curvatura	De revolución	<ul style="list-style-type: none"> • En general • Paraboloides elíptico 	Conoide	
	En general	Paraboloides elíptico			
De simple curvatura		<ul style="list-style-type: none"> • Serpentina • Canales • De traslación 			

Figura 2. Superficies alabeadas, datos para el Tema 01.
Fuente: elaboración propia

En sus informes los grupos definen la generación de las superficies regladas que se analizan partiendo de generatrices y directrices, y las aplicaciones de cada una, aportando imágenes que grafican las formas y donde se destacan los elementos componentes. Se aplican los comandos de “malla” de AutoCAD para modelar estas superficies complejas. Se obtienen las vistas automáticas fundamentales y perspectivas que sirven para la comprensión espacial. Las presentaciones son en láminas A3 con escala seleccionada como muestra la Figura 3. Analizan las curvas que se obtienen a partir de las secciones planas, como se ve en la Figura 4 a la izquierda. Se destaca en las presentaciones muy buenas reflexiones críticas que evidencian los logros de aprendizaje. Se verifica un orden lógico de análisis y el uso correcto del lenguaje técnico de la materia.

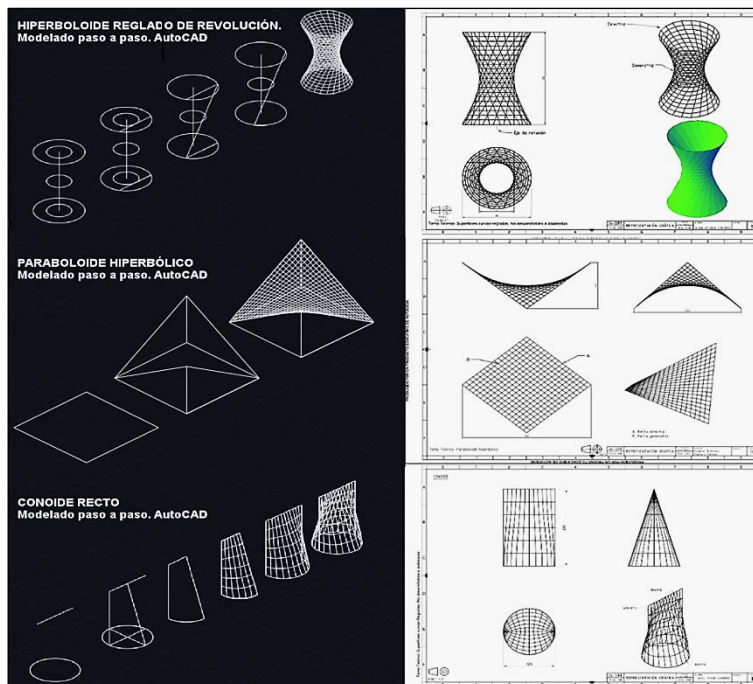


Figura 3. Modelado 3D paso a paso y proyecciones automáticas en AutoCAD.
Fuente: Equipos varios. Coordinados por: M. Fredes, T. Geuna, y F. Branchesi.

Trabajo Práctico Integrador de la materia Representación Gráfica enfocado en la Educación Basada en Competencias

En el proceso de investigación los equipos seleccionan imágenes para ejemplificar aplicaciones de estas superficies en ingeniería, arquitectura y el diseño en general, como muestra la Figura 5. La confección de maquetas de estudio facilita la comprensión espacial y geométrica. Ver las Figuras 4, 6, 7 y 8.

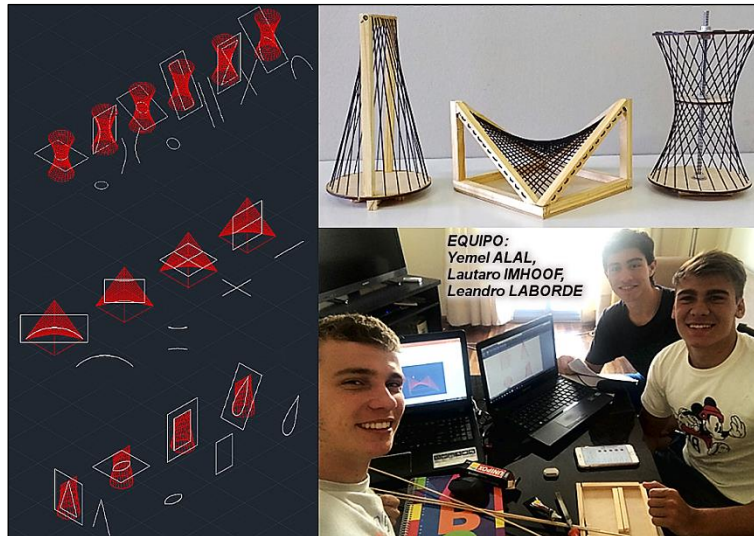


Figura 4. Estudio de secciones planas en AutoCAD y maquetas de madera con hilo elástico.
Fuente: Equipo: Yemel Alal, Lautaro Imhoof y Leandro Laborde



Figura 5. Aplicaciones de las superficies alabeadas en ingeniería y arquitectura.
Fuente: Elaboración propia. Equipos varios del curso año 2017

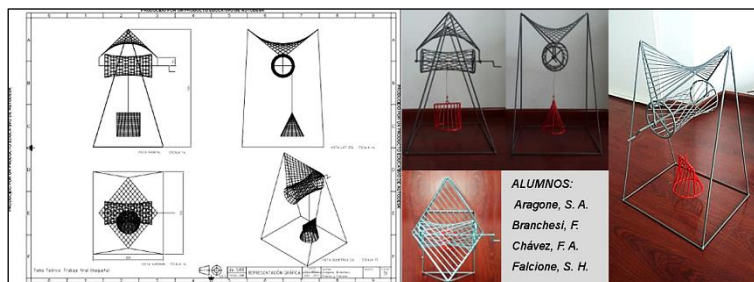


Figura 6. Proyecto que vincula las formas geométricas. Maqueta de varillas de hierro soldadas.
Fuente: Equipo: Sebastián Aragone, Fabricio Branchesi, Facundo Chávez y Santiago Falcione.



Figura 7. Maquetas de superficies alabeadas en prisma contenedor de proyecciones.
Fuente: Equipo: Juan E. Bossetti, Mateo Fredes y Juan Cruz Moreira



Figura 8. Maquetas de estudio con varillas de madera y cordón elástico con tornillo sinfin.
Fuente: Equipo: Juan I. Contardi, Tomás Geuna y Tomás Rusinek

Se hacen en escala o proporción con el modelado hecho en CAD. Como puede observarse en las imágenes precedentes, son distintas las técnicas utilizadas por los alumnos. Proponen y consultan la materialización con el docente tutor que los asesora.


3.2 Tema 02: Superficies alabeadas: cubiertas con tenso-estructuras textiles.

El enunciado comienza así: “El objetivo de este trabajo práctico integrador es que aprendas y reflexiones acerca de la geometría de las superficies curvas complejas, sus posibles aplicaciones en ingeniería, arquitectura o en el diseño en general. Las superficies curvas abarcan una amplia gama de tipologías. Ya estudiamos cilíndricas, cónicas y esféricas. En este TP profundizarás el tema con el estudio de las llamadas superficies velarias, o tenso-estructuras que son superficies alabeadas”. Ver Figura 9.

Para este tema en particular, decidimos acotar las superficies velarias a las de forma paraboloide hiperbólica, y el enfoque del estudio, más allá de la particularidad de estas superficies, se basó en la misma línea del Tema 01, es decir, a partir de tensar una lona se obtiene la forma de paraboloide hiperbólico y se la estudia como superficie reglada, para llegar al modelado en AutoCAD con los comandos de malla de aristas. En las Figuras 10 y 11 se muestran ejemplos de los trabajos donde los equipos supieron encontrar el concepto de la forma a través del tensado. Una muy buena manera de aprender a relacionar principios de física, estructuras, geometría y diseño. En la Figura 10 hay dos ejemplos de diseños, uno con una forma unitaria a modo de cubierta y otro donde se combinan tres telas paraboloides hiperbólicas para formar una estructura más compleja. En todos los casos se utilizaron telas simples con elasticidad.

Trabajo Práctico Integrador de la materia Representación Gráfica enfocado en la Educación Basada en Competencias

Clasificación de las Superficies Curvas (C. Schiraf)	Regladas (generadas por el movimiento de una recta)	Desarrollables o de simple curvatura	<ul style="list-style-type: none"> Cilíndricas Cónicas Convolutas 	<ul style="list-style-type: none"> De revolución Oblicuas de 2º grado Oblicuas en general 	
		No desarrollables o alabeadas	<ul style="list-style-type: none"> Hiperbólicas de revolución Parahiperbólicas Helicoidales rectas, cerradas y abiertas Conoideas Cilindroideas 	<ul style="list-style-type: none"> De revolución Oblicuas de 2º grado Oblicuas en general 	
	No regladas	De doble curvatura	De revolución	<ul style="list-style-type: none"> Elípticas Elípticas alargadas Elípticas achatadas Parabólicas de revolución Hiperbólicas de dos fogos Tóricas Revolución en general 	<ul style="list-style-type: none"> En general Conoidea helicoidal o helicoides desarrollable
		<ul style="list-style-type: none"> Serpentinas Canales De traslación 	En general	Paraboloide elíptico	



Velarias, lonarías o tenso-estructuras son sistemas estructurales de cubierta muy utilizados en arquitectura para cubrir determinados espacios con una gran estética de formas geométricas complejas. Para materializar la cubierta se utilizan lonas textiles especiales, cables tensores y columnas de soporte.

Figura 9. Tenso-estructuras velarias, datos para Tema 02.
Fuente: elaboración propia

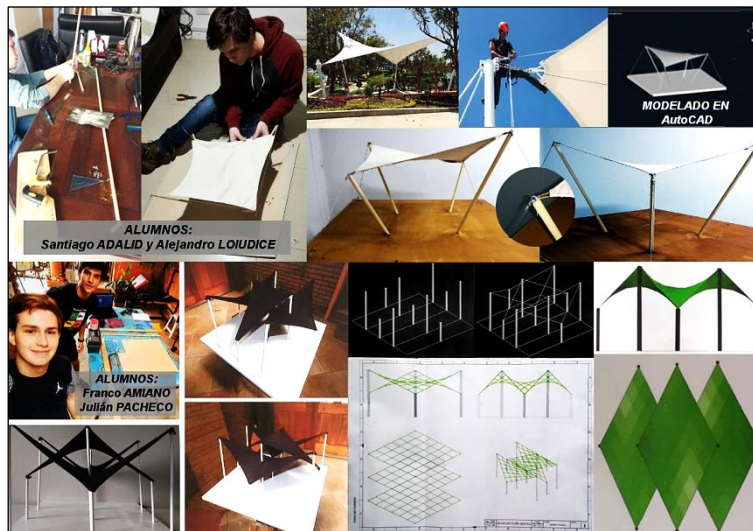


Figura 10. Tenso-estructuras textiles de forma paraboloides hiperbólicas.
Fuente: Equipos: Santiago Adalid, Alejandro Louidice – Franco Amiano, Julián Pacheco

En la Figura 11 el trabajo de la parte superior combina cuatro superficies iguales logrando un diseño muy particular en forma de cruz.



Figura 11. Tenso-estructuras textiles de forma paraboloides hiperbólicas.
Fuente: Equipos: D. Fuentes, A. Lotto, N. Raimondi – J. Feijóo, M. Leguizamón, V. Marzano.

En la parte inferior de la Figura 11 otro grupo trabajó con un diseño más complejo. La

tenso-estructura tiene 8 vértices en una planta octogonal. Muy original la forma de las columnas de soporte de la tela, que fue tensada con hilo tanza.

3.3 Tema 03: Modelado Sólido Paramétrico con Software Libre.

El enunciado comienza así: “El objetivo de este trabajo práctico integrador es profundizar el conocimiento del Software Libre para hacer modelado paramétrico de objetos 3D. El trabajo consiste en volver a realizar el modelado y planos de definición de las piezas resueltas en los TP N° 07 y N° 09 utilizando el modo paramétrico que brinda el programa FreeCAD.”

En la Figura 12 se muestra un collage de síntesis de la producción de los equipos. La incorporación de software libre CAD en el aula la comenzamos en el año 2016, luego de haber investigado el tema y capacitarnos en el manejo de programas de este tipo [3]. El programa que utilizamos es FreeCAD, que es de una lógica similar a SolidWorks. Como complemento se utilizó el programa Inkscape (dibujo vectorial, también libre y gratuito) para editar el plano de definición y adecuar las cotas a Normas IRAM.

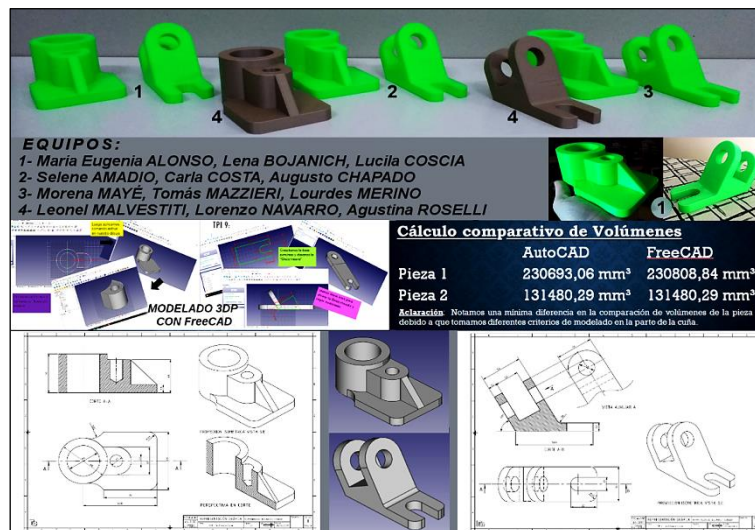


Figura 12. Modelado paramétrico con software libre - FreeCAD.

Fuente: Equipos coordinados por: A. Chapado, L. Bojanich, T. Mazzieri y A. Roselli.

Una vez hecho el modelado de las piezas, los equipos lograron sus prototipos con impresión 3D, accesible en el Laboratorio del Centro de Estudiantes de la Facultad. En las conclusiones todos los equipos coincidieron en que fue una experiencia muy valiosa, al descubrir y aprender a usar programas libres y gratuitos muy amigables y potentes.

3.4 Tema 04: Intersección de superficies: Cono con cilindro.

El enunciado comienza así: “El objetivo de este trabajo práctico integrador es que, a partir del modelado 3D de cuerpos de superficie curva, estudies las intersecciones entre ellos y reflexiones acerca de la geometría de las curvas resultantes, interpretando las vistas ortogonales generadas automáticamente por el software CAD. Estudiar las tres intersecciones típicas entre un cono y un cilindro, ambos rectos, donde el cono será atravesado y vaciado por el cilindro (medidas en mm)”. Ver Figura 13.

Este tema lo implementamos en TP finales desde años anteriores. Hoy la abordamos con la novedad de la confección de maquetas hechas con impresora 3D, accesible en el Centro de Estudiantes de la Facultad. Estas maquetas ayudan a la reflexión y comprensión de las proyecciones automáticas hechas con AutoCAD. Ver Figura 14.

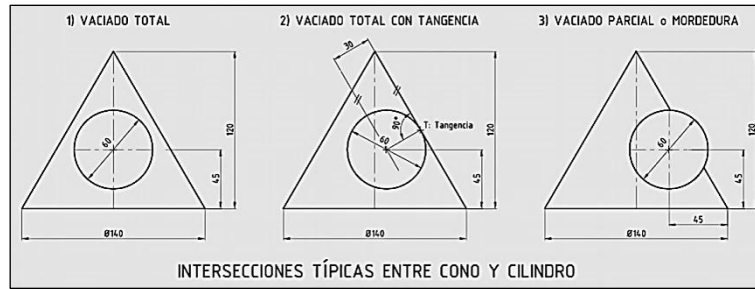


Figura 13. Intersecciones típicas cilindro-cono, datos para Tema 04.
Fuente: Elaboración propia

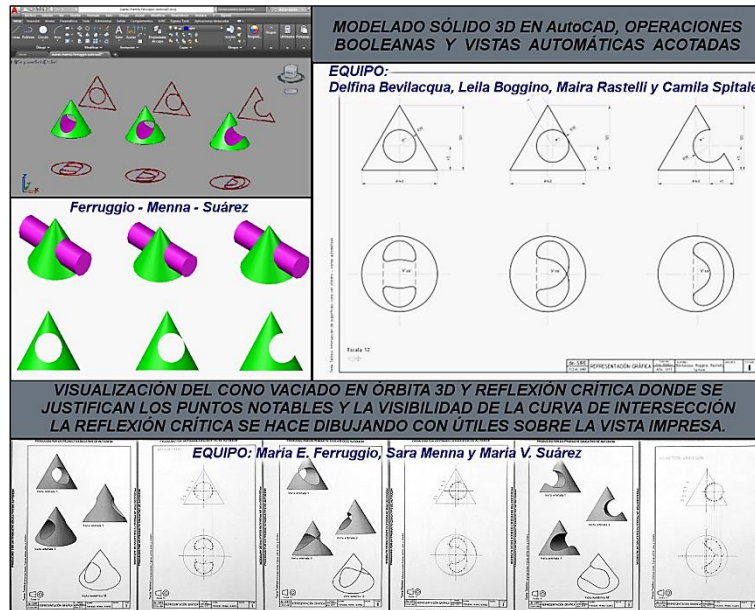


Figura 14. Modelado sólido, operaciones booleanas en 3D y vistas automáticas en AutoCAD.
Fuente: Equipos: María E. Ferruggio, Sara Menna y María V. Suárez – Delfina Bevilacqua, Leila Boggino, Maira Rastelli y Camila Spitale

La Figura 15 muestra las maquetas de estudio hechas con impresora 3D en plástico.



Figura 15. Impresión 3D en plástico de maquetas. Reflexión crítica para analizar proyecciones.
Fuente: Equipos D. Bevilacqua, L. Boggino, M. Rastelli, C. Spitale – J. Frutos, I. Lovell, J. Santi.

Antes del sistema CAD, las intersecciones se resolvían a mano con tablero y el método Monge, aplicando secciones auxiliares para obtener puntos de paso de las curvas de intersección. Hoy los sistemas automatizaron estas acciones, pero es necesario que el alumno reflexione a posteriori sobre las proyecciones para comprender el resultado que da el software. Y esa reflexión se hace con la misma metodología del sistema Monge.

4. Discusión de los resultados

El gráfico de la Figura 16 muestra los resultados de aprobación del TPI obtenidos en el curso del 2º cuatrimestre 2017, donde la nota mínima fue 7-Buena. Un total de 67 alumnos se integraron en 19 equipos, con la aclaración que hubo 9 alumnos que quedaron libres por dejar la materia al no cumplir con el resto de las actividades y no participaron finalmente del TPI. La distribución de contenidos fue para los temas 01, 02 y 04 de 5 equipos en cada tema y 4 equipos fueron para el tema 03. Hubo 15 equipos que obtuvieron una nota mayor o igual a 8 puntos y 4 equipos con nota igual a 7 puntos. El resultado obtenido en el TPI resultó ser muy equilibrado entre los cuatro temas.

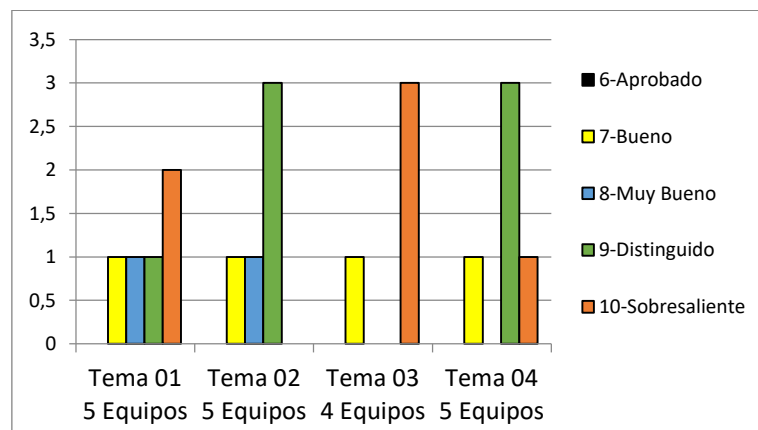


Figura 16. Calificación por equipo y por Tema.
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la Figura 17 se muestra el resultado final del curso de Representación Gráfica del 2º cuatrimestre del año 2017, donde sobre un total de 70 alumnos cursantes, promovieron la materia 54 alumnos, es decir un 77%, el 23 % restante son alumnos que quedaron libres.

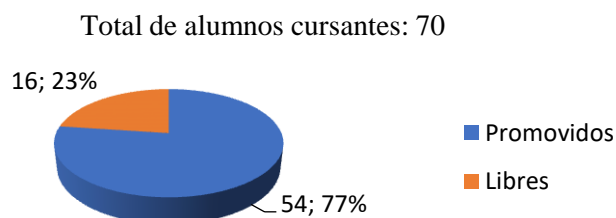


Figura 17. Resultado general del curso 2º cuatrimestre 2017.
Fuente: Elaboración propia

El número total de promovidos de la materia Representación Gráfica fue de 54 alumnos, mientras que los que participaron y aprobaron el TPI fueron 58 alumnos. Esta paridad indica que prácticamente los alumnos que participan en la instancia final del curso mediante esta actividad llamada TPI son los que finalmente logran aprobar la materia.

5. Conclusiones y recomendaciones

El cambio de formato de Asignatura tradicional al formato de Taller que impuso el nuevo plan de estudios requiere de los profesores del área un cambio en las estrategias didácticas, y en el sistema de evaluación. El proceso de evaluación continua a partir de los trabajos prácticos es un compromiso que requiere conocer los sistemas de evaluación aplicables y se debe planificar y diseñar la práctica en función de los RA esperados, con actividades de aprendizaje centradas en el alumno. En ese sentido, creemos que nuestro diseño de TPI aporta claridad para esta nueva característica pedagógica y pretende ser una referencia puesta a disposición de todos nuestros colegas. Hacia el interior de nuestra cátedra, celebramos el entusiasmo con que nuestros alumnos de primer año encararon esta etapa final de la materia.

- Comprobamos que aprendieron a trabajar en equipo
- Comprobamos que aprendieron haciendo
- Comprobamos que aprendieron a auto-aprender
- Comprobamos que aprendieron a presentarse y exponer

Muchos alumnos expresan en sus conclusiones que el TPI fue una experiencia muy novedosa, de aprendizaje intenso donde se sintieron involucrados y comprometidos con una temática relativa a la ingeniería. Pretendemos profundizar el camino emprendido y en el futuro inmediato pensamos incorporar nuevas temáticas para el TPI, como por ejemplo aplicaciones de Realidad Aumentada y la confección de infografías 3D.

6. Agradecimientos

Agradecemos a los auxiliares docentes que también son miembros del Grupo de Investigación: Virginia Lomonaco y Luis Sebastián Nieva. Sus aportes son muy valiosos para la aplicación en el aula de estas experiencias y el logro de resultados.

7. Referencias

- [1] ACTIS, M. D.; ALMAZAN, J.; Et Al (2010). La Formación del Ingeniero para el Desarrollo Sostenible. *Aportes del CONFEDI. Congreso Mundial Ingeniería 2010*. Buenos Aires, p. 13.
- [2] FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO (2013). *ANEXO UNICO Res. N° 914/13CD. Plan de estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica*. Rosario, p.8-10.
- [3] MORELLI, R. D. (2017). Experiencia de inclusión de Software Libre CAD en la materia Representación Gráfica. In “edUTecNe” (Ed – en prensa). *CLADI 2017 Congreso Latinoamericano de Ingeniería*. ISBN 978-987-1896-84-4. Paraná. Ver: <http://www.edutecne.utn.edu.ar>.
- [4] MORELLI, R. D.; LENTI, C. A. (2008). Educación basada en competencias para el área de Sistemas de Representación. *VI CAEDI: VI Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería. UNSa y UCASal*. Salta. ISBN 978-987-633-011-4.
- [5] ZALDÍVAR DÁVALOS, M.; VÁZQUEZ PARRA, J. C. (2018). Saber investigar para enseñar mejor. *Edu bits. Observatorio de Innovación Educativa. Tecnológico de Monterrey*. Monterrey. Ver en: <https://observatorio.itesm.mx/edu-bits-blog/investigar-para-ensenar-mejor>