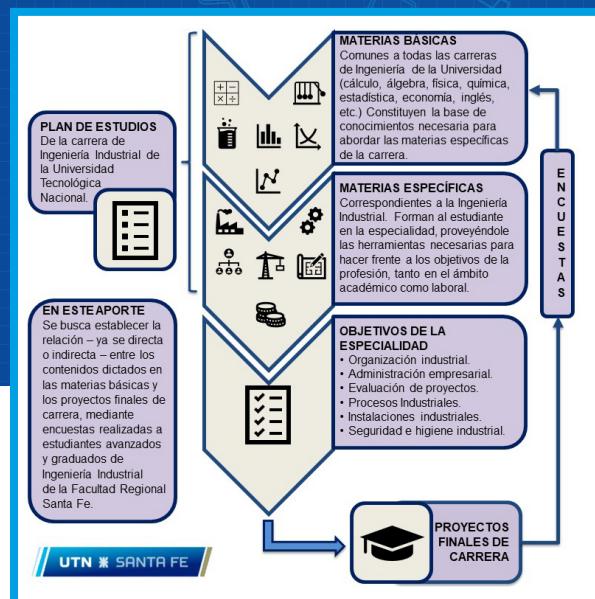


Las materias básicas en los proyectos finales de carrera

Marcela S. Ambrosini, Diego O. Pereyra, M. Elvira Rodríguez, Blas Trejo

facultad regional santa fe, universidad tecnológica nacional

Contacto: mambrosini@frsf.utn.edu.ar



RESUMEN

En la formulación del Proyecto Final, los estudiantes pueden plasmar los conocimientos y habilidades que han construido durante su trayectoria, profundizando las actividades curriculares previstas. Los contenidos de materias básicas son utilizados en el proyecto.

Esta presentación aborda un avance de focalizar la enseñanza más necesaria para la especialidad con la finalidad de detectar la aplicación de los temas previstos en los programas de asignaturas del Departamento Materias Básicas en la UTN-Santa Fe.

Se comienza con reflexiones sobre el papel que desempeñan en la formación del ingeniero la matemática, física, química, legislación, economía. Un segundo momento muestra un caso que refleja la metodología utilizada para detectar la aplicación de conocimientos en los proyectos. Finalmente, se comparten opiniones de estudiantes que están formulando sus proyectos finales.

Las conclusiones reflejan el grado de avance pensando en realizar propuestas en la reformulación de la oferta académica.

ABSTRACT

In the formulation of the Final Project, students can capture the knowledge and skills that they have built during their career, deepening the planned curricular activities. The application of content developed in basic subjects, are used during the project.

With the purpose of detecting the application of topics foreseen in programs of subjects from Basic Subjects Department in UTN-Santa Fe and in order to focus the teaching in those most necessary for the specialty, this presentation addresses an advance.

This paper starts with reflections on the role that mathematics, physics, chemistry, legislation, economics, played in engineering education. A second moment shows a case in order to reflect the methodology used to detect the application of knowledge in projects. Finally, opinions of students who are formulating their final projects are shared. By way of conclusion, results reflect the degree of progress in the topic addressed thinking about making proposals in the reformulation of the academic offer.

Palabras clave: Materias básicas, Proyecto Final de Carrera, Proceso enseñanza-aprendizaje.

Keywords: Basic subjects, Career final project, Teaching-learning process.

INTRODUCCIÓN

El proceso de reformulación de la propuesta académica en el que se encuentra inmersa actualmente la Universidad Tecnológica Nacional, da lugar a la interacción de diversos actores abocados a generar propuestas que consideren integralmente los aspectos a mejorar.

Sobre la base de los problemas detectados en la formación del ingeniero y continuando una línea de investigación, los autores de este trabajo forman parte de un proyecto que trata sobre la vinculación entre conocimientos básicos y complementarios y su relación con la aplicación en los proyectos finales de carrera.

Este artículo tiene por finalidad rescatar diversas opiniones sobre la importancia que revisten contenidos de matemática, física, química, legislación y/o economía entre otras materias consideradas “básicas” y detectar la utilización de conceptos y aprendizajes en las aludidas ciencias en los proyectos finales de carrera. Para ello, se seleccionaron dos proyectos de la carrera de Ingeniería Industrial en particular y, mediante su análisis en profundidad, se pretende disponer de más elementos para continuar en la línea de trabajo.

Entre las apreciaciones a contemplar, resulta propicio conocer la percepción de los estudiantes que han atravesado el proceso de elaboración y redacción de sus proyectos durante los años 2018 y 2019. El resultado de las encuestas realizadas con tal fin da cuenta de sus opiniones aportando a las conclusiones que cierran esta presentación.

Las asignaturas del departamento de materias básicas en la formación del ingeniero

Las asignaturas asociadas al Departamento de Materias Básicas en UTN, tienen la particularidad de ser comunes a todas las carreras de Ingeniería que se dictan en la Facultad Regional Santa Fe. A su vez, las materias están agrupadas en diferentes UDB (Unidad Docente Básica): Matemática, Física, Química, Ciencias Sociales y Área Idiomas, para llevar adelante el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias con las que se identifican.

Dada la relevancia que revisten en la formación del ingeniero, al realizar un recorrido por la bibliografía en la temática, se destacan las opiniones seleccionadas, comenzando por concebir a la Ingeniería como una “disciplina” que aplica las leyes y fundamentos de las ciencias puras (física, química y matemática) para resolver problemas asociados con situaciones reales [1].

En lo que respecta a matemática, se sostiene que las mismas son un instrumento para acceder a otros conocimientos que el ingeniero necesita para responder a las exigencias del mercado [2].

Los modelos matemáticos, vínculos entre la teoría matemática y el mundo cotidiano, se convierten en una opción didáctica, con pensamiento crítico y sistémico, fundamental en la formación de ingenieros. Por su parte, se reconoce la importancia de las matemáticas como aplicación en la Ingeniería, destacando la modelación matemática como elemento que abre la posibilidad de vincular el conocimiento académico y la realidad empírica del mundo laboral y social [3].

En el mismo sentido, Brito Vallina, et al., (2011) [4] comparten la importancia de la matemática por constituirse en el lenguaje de modelación, el soporte simbólico con la ayuda del cual se expresan las leyes que rigen el objeto de trabajo del ingeniero. Por tanto, se debe otorgar prioridad al desarrollo de la capacidad de modelar utilizando los conceptos y el lenguaje de la matemática, así como a la habilidad de interpretar modelos ya creados sobre la base de los conceptos de la disciplina. La modelación matemática de problemas crea en los estudiantes una capacidad y habilidad necesarias para la solución de posibles problemas prácticos.

Al abordar el tema de resolución de proyectos de Ingeniería, se analiza el papel que desempeñan los conceptos matemáticos al proponer una metodología que permite observar qué fenómenos son producidos cuando los citados conceptos son utilizados en la resolución de dichos proyectos [5]. Mediante un estudio de caso, se concluye que el rol de la matemática tiene su propia naturaleza, la que debe estudiarse y caracterizarse para proponer una didáctica de las matemáticas en la formación de ingenieros.

Por su parte, la Ingeniería va de la mano con la física y la mayoría de las profesiones que se imparten hoy en día, aplican sus conceptos de una manera u otra. A modo de ejemplo, podemos decir que la física proporciona una herramienta de gran ayuda a la Ingeniería industrial ya que ésta se basa en procesos de producción y la física es de vital importancia dentro de éstos, brindando herramientas útiles como el estudio de los movimientos, el uso de la energía, aplicación de fuerzas [6].

La química está presente en plantas industriales y para comprender los procesos químicos, el ingeniero industrial debe conocer operaciones de transporte de fluidos, cristalización de mezclas, filtración, etc. según el tipo de industria de la que se trate. Salazar (2021) [7] sostiene que a nivel de plantas de producción se evidencian etapas de procesos en los que se involucran conceptos fundamentales de la química tales como el entendimiento de las propiedades químicas de un material, así como la comprensión de un proceso químico mediante un complemento matemático para un análisis riguroso de una situación determinada.

En el campo de la economía, es fundamental considerar el manejo del lenguaje matemático que adquieren los estudiantes de Ingeniería. Dicho conocimiento facilita la comprensión de las formulaciones, pero en muchos casos, los alumnos presentan dificultades para la asimilación del contenido o de problemas rigurosamente económicos que están detrás de estas fórmulas, no logrando interpretarlas íntegramente.

La economía integra el ámbito del proceso ingenieril. En algunas Ingenierías (como la industrial o civil), la relación entre ambas disciplinas es estrecha, llegando a necesitarse a la primera como base conceptual para su aplicación en funciones de análisis financieros o evaluación de proyectos [8].

Los problemas de Ingeniería están encadenados unos con otros y en cada uno de ellos se aplican criterios económicos. El proceso ingenieril, sea de diseño, planificación, cálculo, etc. es un proceso económico en la selección de soluciones finales completas permeado y dirigido por esos criterios en cada una de sus etapas. En consecuencia, no existe un resultado o producto ingenieril que no tenga en su desarrollo, contenido económico [9].

Continuando con opiniones de la significatividad del aporte de las disciplinas mencionadas en la formación de los ingenieros, resta contemplar el área de idiomas, más específicamente, el inglés. En palabras de Sosa Fernández et al. (2018)[10], el aprendizaje, la práctica y el dominio del idioma inglés permite a los ingenieros ser más competitivos y, conforme a la demanda laboral, mejorar los procesos productivos en las empresas (...) Permite tener una perspectiva diferente en cuanto a las actividades a desarrollar en un área de trabajo. En especial, el individuo se convierte en altamente productivo cuando el medio de comunicación es en esa lengua debido a que la empresa mantiene relaciones comerciales en el extranjero.

Resta detenerse en mencionar en este apartado a los Proyectos Finales de Carrera (de ahora en más, PFC), en los que, tal como se indica en este artículo, se busca detectar la aplicación de los aprendizajes adquiridos en las asignaturas que marcaron el inicio de la carrera de Ingeniería. Para Domínguez y Michel, 2010 [11], el proceso completo es auténtico ya que utilizan las propias ideas de los estudiantes, persiguen soluciones a problemas no triviales, generan preguntas, debatiendo ideas, realizando predicciones, diseñando planes y/o experimentos, recolectando y analizando datos. Establecen conclusiones, comunicando sus ideas y resultados a otros, realizando nuevas preguntas y creando o mejorando productos y procesos.

En el caso de la carrera de Ingeniería Industrial de UTN, con la finalidad de priorizar, profundizar y relacionar los conocimientos básicos y de la espe-

cialidad, la Ord. CSU N° 1114 2006 [12] refiere a “la elección por el estudiante de un tema que contemple casos reales y de aplicación local, desarrollar un proyecto integral, desde el punto de vista técnico, económico y administrativo, definición de tecnologías y parámetros necesarios para la realización del proyecto”.

Se presentan diversos enfoques sobre el papel que desempeñan los conocimientos de matemática, física, química, economía y el idioma inglés durante el proceso de formación buscando profundizar la enseñanza de temas que presenten mayores dificultades para su aprendizaje y aplicación. Se describe la metodología utilizada para identificar cuáles son los conceptos más utilizados en los PFC de Ingeniería Industrial.

La aplicación de conocimientos adquiridos en materias básicas en la formulación de proyectos finales

Con el objetivo de detectar cuáles de los contenidos dictados en las materias básicas fueron más utilizados como herramientas para el desarrollo de los PFC, se procedió a la lectura de una selección de los presentados y defendidos en Ingeniería Industrial. Es necesario aclarar que, si bien se hallan disponibles en la biblioteca de la facultad, por razones de confidencialidad no pueden darse a conocer los títulos ni los nombres de los autores.

En términos generales, se observó un uso intensivo de bases de datos como entrada para alcanzar el objetivo principal del proyecto. A modo de ejemplo se mencionan la mejora de los procesos, la formulación y evaluación de un proyecto de inversión, el diseño de un sistema de costeo para diversos rubros de industrias, entre otros.

En particular, el análisis a realizar aquí se limita a dos PFC seleccionados, uno referido al diseño e implementación de un sistema de costeo para definir el costo de sus productos (equipos de filtración industrial) y el segundo, a la evaluación de un proyecto de inversión relativo a la adquisición de equipos de apoyo para la producción.

Comenzando con el análisis del primero, hay que destacar que las características de los equipos fabricados son de filtración industrial del tipo ósmosis inversa. Esto supone una característica del proyecto: el sistema de costeo fue aplicado a un entorno productivo engineer to order; sistema productivo que tiene la particularidad de que los productos (equipos de filtración), se diseñan y fabrican a pedido del cliente. En consecuencia, no existe una estandarización de los mismos en el sentido de que todos ellos son distintos en cuanto a forma, especificaciones y elementos constitutivos. A su vez y como consecuencia, los procesos de producción y los métodos de trabajo no están

estandarizados, situación que dista de los clásicos entornos productivos del tipo make to stock en donde los productos se fabrican en grandes cantidades y existe una línea de montaje con métodos de trabajo y herramientas también estandarizados.

El alumno planteó en este trabajo que el costo de producción de cada equipo estaba dado principalmente por el costo de sus componentes físicos (materia prima e insumos) y el costo de la mano de obra. Precisamente éste último resultó el más complejo de determinar dadas las características del entorno productivo en el que el trabajo de los operarios no era repetitivo. A diferencia de un sistema de producción clásico como al que se hizo referencia *ut supra*, para determinar el costo relativo a la mano de un producto se necesitaría conocer el tiempo total insumido en horas hombre para fabricar una unidad de producto, para lo que se aplica algunos de los métodos de medición del trabajo abordados en la materia Estudio del Trabajo. Como ninguno de ellos pudo ser de utilidad por las peculiaridades del entorno productivo, el autor decidió, mediante un sistema digitalizado, recopilar los tiempos totales que cada una de las actividades de ensamble demandaba, así como una gran cantidad de datos relativos a los equipos (caudal, cantidad de membranas, cantidad de tubos, cantidad de bombas, elementos constitutivos, etc.). De esta manera, se formó una significativa base de datos que, a partir de la utilización de la estadística, permitió correlacionar las horas hombre totales demandadas con los datos recolectados de los equipos, obteniendo así y de manera aproximada las variables explicativas para poder establecer el costo total en concepto de mano de obra para nuevos equipos a partir de datos históricos.

En función de lo expuesto, este PFC evidencia un uso intensivo de los temas abordados en Probabilidad y Estadística como herramienta para alcanzar el objetivo principal. Por otra parte, y dado que el sistema de captación y ordenación de datos era digitalizado, se detectó un uso intensivo de hojas de cálculo en lo que respecta a fórmulas y macros. La utilización de fórmulas anidadas puede categorizarse dentro lo que se conoce como Excel intermedio, tema que se aborda en la materia Informática I. En cuanto a la programación de macros, está presente el empleo de un lenguaje de programación, quedando fuera del alcance los contenidos dictados en las materias básicas de Informática pero que se corresponden a estructuras, funciones y operadores lógicos.

En cuanto al segundo de los proyectos analizados, referido a la evaluación de un proyecto de inversión para adquirir equipos de apoyo para la producción, se observó también una utilización intensiva de bases de datos sobre las cuales el

estudiante aplicó conocimientos de la estadística: análisis de regresión, medidas e indicadores y diagramas, entre otros, lo que le permitió realizar un diagnóstico de la situación actual y exhibir datos que le permitiese justificar cuantitativamente la prefactibilidad del proyecto de inversión. También se detectó el uso de hojas de cálculo, aunque probablemente de una forma más básica que en el trabajo anterior ya que en aquél se presentaba bajo un formato que podría considerarse un tablero de control, mientras que en éste sólo se mostraron algunas tablas con operaciones matemáticas básicas como suma, resta y producto.

La justificación económica de cualquier proyecto de inversión requiere la aplicación de la matemática financiera, un tema abordado en la asignatura Evaluación de Proyectos pero que obviamente requiere para su correcto aprendizaje el uso adecuado de conocimientos algebraicos básicos.

Complementariamente a la demostración de la conveniencia económica financiera de llevar a cabo el proyecto, el autor trabajó con una herramienta que permitió optimizar el uso de los activos que el proyecto recomendaba adquirir, posibilitando minimizar los costos totales. Para lograrlo, ideó un modelo matemático en el que la función objetivo a minimizar era obviamente el costo total de utilización de las máquinas y las variables de decisión tenían que ver con los momentos de uso de éstas. En este punto la utilización de los conocimientos abordados en la materia Investigación Operativa son cruciales y se nutren a su vez de múltiples temas dictados en materias como Álgebra y Geometría Analítica y Análisis Matemático I y II.

Con el análisis presentado, seguidamente se trata la opinión de alumnos y recientes graduados a modo de conocer su percepción sobre la relevancia y aplicación de contenidos de materias básicas al escribir sus proyectos con la finalidad de detectar falencias en los requerimientos y/o conocimientos que posibiliten acciones para poder superarlas.

La opinión de los estudiantes y recientes graduados

Entre los objetivos del trabajo de investigación en ejecución, se estableció la necesidad de conocer la percepción de los estudiantes y recientes graduados acerca de la aplicación de conocimientos de materias básicas en la formulación de sus PFC. Para avanzar en este sentido, se preparó un cuestionario dirigido a los alumnos de Ingeniería Industrial de la facultad que están atravesando el proceso de generación de sus PFC, así como también a quienes lo finalizaron dentro del período 2018 hasta los primeros días de agosto de 2021.

Las preguntas estuvieron vinculadas a los principales temas en los que se enmarcan los proyectos. Las asignaturas específicas de las que se valió

para realizarlo y así poder establecer una conexión directa con materias básicas vía correlatividades; la necesidad o no de profundizar los contenidos de aquellas y, en caso positivo, de cuáles se trata; software utilizados como herramientas de apoyo y, finalmente, el empleo de bibliografía en inglés. Se comparten a continuación los resultados obtenidos de una muestra no probabilística por conveniencia de 74 encuestas recibidas y procesadas.

Al preguntar sobre los temas en los que se enmarcan los PFC, pudiendo seleccionarse más de uno (Figura 1), la redistribución de planta/rediseño de los métodos de manejo de materiales y el análisis o mejora de procesos industriales, encabezan la lista con un 36,5% de respuestas cada uno, seguidos por la planificación y control de la producción/administración y/o gestión de inventarios con el 25,7%. El tercer lugar lo comparten dos temas: determinación de la capacidad de planta y formulación/evaluación de un proyecto de inversión con el 21,6%. En cuanto al análisis/replanteo de los mé-

todos, tiempos y estándares del trabajo/seguridad, higiene y ergonomía en el trabajo y mejora en la gestión de los procesos organizacionales con 13 respuestas (17,6%) cada uno se ubican en el cuarto lugar y los vinculados al desarrollo de un sistema de costeo, el desarrollo de un tablero o comando de control y el modelado y optimización de procesos/logística interna de procesos se posicionan en el quinto con el 14,9% de las respuestas cada uno. Algo más de dos puntos por debajo, con el 12,2% aparecen: diseño/optimización de instalaciones industriales, desarrollo de un sistema de gestión de calidad y mejoras en transporte y logística externa mientras que diseño/análisis de instalaciones industriales, rediseño/mejora/creación de productos, con 8 respuestas (10,8%) cada uno, se ubican en el séptimo tema. Cierran la lista, desarrollo/evaluación de un plan de mantenimiento y estudio de mercado con el 6,8% y 1,4% respectivamente.

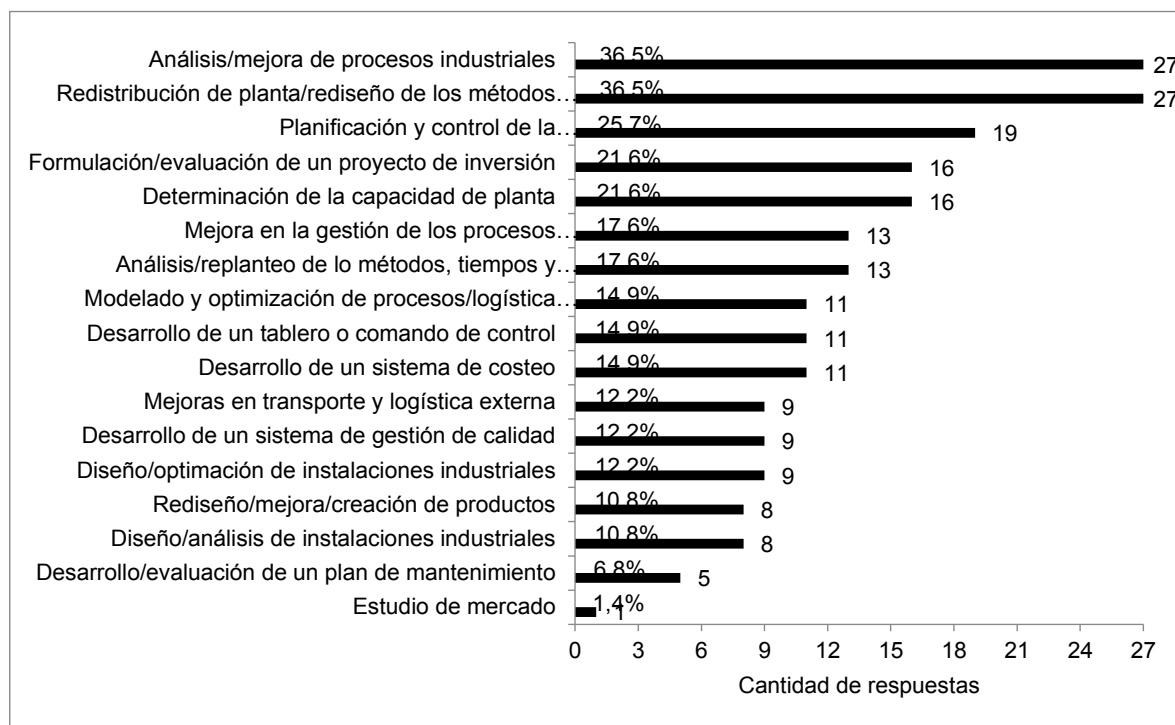


Figura 1: Temas en los que se enmarcan los PFC.

Con la finalidad de establecer una conexión directa con las materias básicas a través de las correlatividades (Figura 2), la segunda pregunta abordó la selección de asignaturas específicas de cuyos conocimientos se nutrió para elaborar el PFC. En orden decreciente, Evaluación de Proyectos fue la más utilizada (67,6%) de las respuestas, muy cerca de Costos y Presupuestos con el 64,9%. También

se evidenció un alto porcentaje de respuestas en la aplicación de contenidos de Estudio del Trabajo y Planificación y Control de la Producción con el 52,7% y 50% respectivamente, continuando con el 41,9% Manejo de Materiales y Distribución en Planta. Procesos Industriales, Seguridad, Higiene e Ingeniería Ambiental reportaron guarismos de 23 (31,1%), 19 (25,7%) y 15 (20,3%) respuestas, se-

guidas de Instalaciones Industriales con el 16,2% y Economía de la Empresa con el 14,9%. Tanto Ciencia de los Materiales, Economía General y Estática y Resistencia de los Materiales obtuvieron el mismo porcentaje, 13,5%, muy cerca de Mecánica y Mecanismos con el 12,2%. Las menos seleccionadas fueron Investigación Operativa y Mantenimien-

to con 8 respuestas cada una (10,8%), Comercialización, Diseño del producto y Control de Gestión, con el 9,5% también cada y una y finalmente, Termodinámica y Máquinas Térmicas, Electrotecnia y Máquinas Eléctricas y Mecánica de los Fluidos con el 6,8%, 6,8% y 6,4% respectivamente.

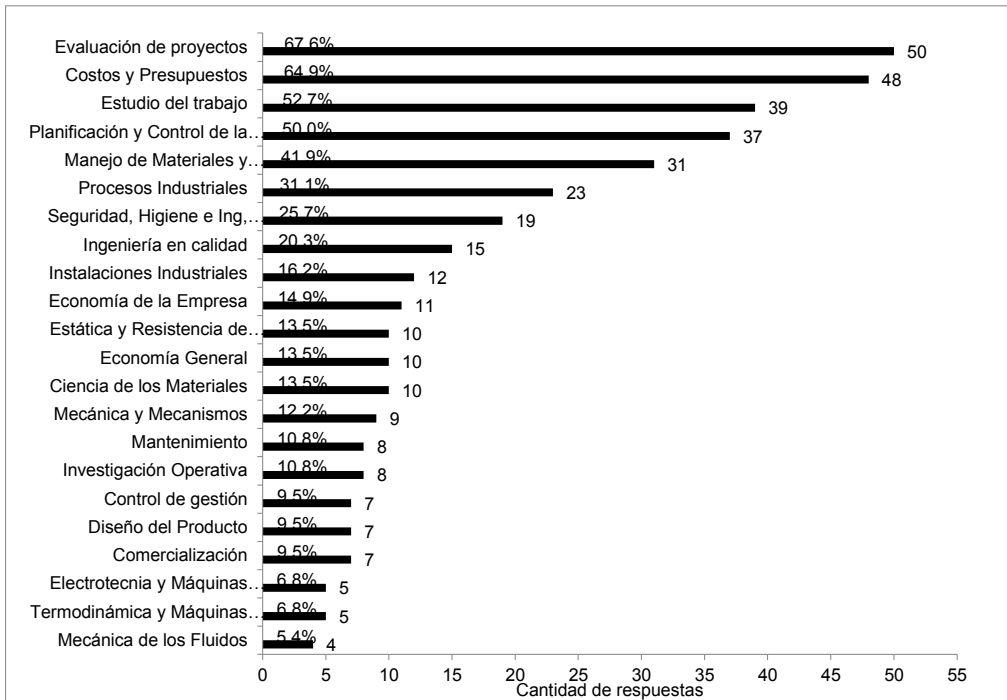


Figura 2: Conocimientos de asignaturas específicas utilizadas en los PFC.

Al preguntar sobre aplicación o no de contenidos desarrollados en materias básicas en el desarrollo del PFC y, en caso afirmativo, si fueron suficientes o necesaria su profundización; el 68,92% respondió haber utilizado y el 29,73% no; el resto no contestó (Figura 3). Dentro del primer grupo, al 60,78% le alcanzó con lo dictado en los primeros años de la carrera mientras que el 39,22% restante tuvo que solicitar apoyo o profundizar de manera individual; resultados que muestra la Figura 4.

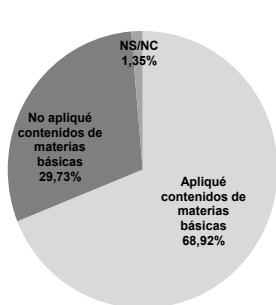


Figura 3: Utilización de contenidos de materias básicas en la elaboración del PFC.

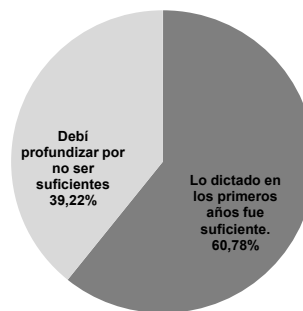


Figura 4: Grado de conocimiento en materias básicas en la elaboración del PFC.

Como un desprendimiento de la pregunta anterior, se buscó detectar cuáles fueron los contenidos en los cuáles los estudiantes debieron profundizar. En este caso, se cuenta con 28 encuestas con posibilidad de varias respuestas cada una, tal como se pueden observar en la Figura 5.

La distribución entre los temas fue para Manejo de TIC's/herramientas informáticas/programación, 18; data mining/análisis de datos, 16; esta-

dística, 11; probabilidad, 9; economía, 7; cálculo en una variable, 6; inglés 4, álgebra lineal y cálculo multivariable 2 cada una y, finalmente con 1 cada uno, modelo y simulación, legislación/derecho/marco jurídico, física moderna, electromagnetismo,

física newtoniana, análisis complejo, matemática discreta y geometría analítica/geometría euclidiana. Se destaca que cálculo avanzado/ecuaciones diferenciales, no obtuvo marcas.

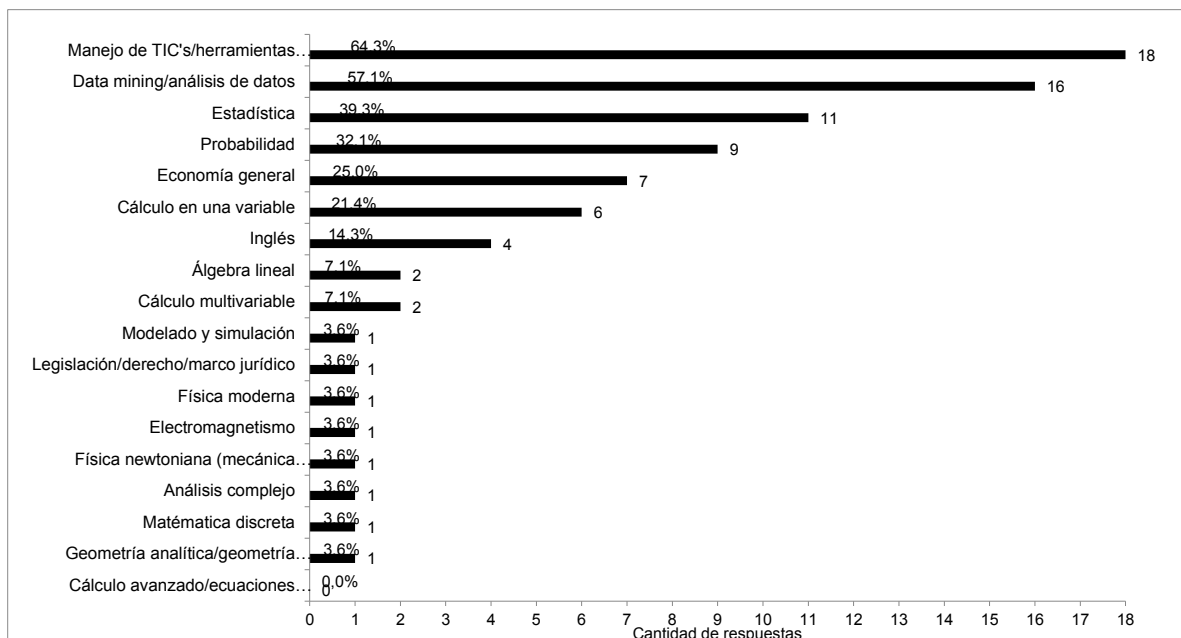


Figura 5: Contenidos de materias básicas en que fue necesaria la profundización.

En cuanto a programas informáticos aplicados en la elaboración de los PFC, la Tabla 1 Herramientas de Informática utilizadas, sistematiza las 74 respuestas desde las más a las menos empleadas. También en este caso debe considerarse la posibilidad de marcar más de una opción entre las propuestas.

Tabla 1: Herramientas de Informática utilizadas.

programa	respuestas	%
Excel intermedio (fórmula anidadas, tablas dinámicas, gráficos)	56	75,7%
Excel básico (sumas, productos, formulas básica, tablas de valores)	31	41,9%
Excel avanzado (macros/programación)	18	24,3%
Programas de diseño de estructuras/productos (ej.: AutoCAD, SolidWorks)	8	10,8%
Programas de simulación (ej.: Simio)	6	8,1%
Bizagi	6	8,1%

Programas de cálculo o gráfico de funciones (ej.: GeoGebra)	4	5,4%
Programas de optimización (ej.: Lingo)	3	4,1%

Como última pregunta para el cierre del cuestionario, se consultó sobre la necesidad de acceder a bibliografía en inglés, sea en formato libros, videos, presentaciones o apuntes. En este caso, y tal como se refleja en la Figura 6 las respuestas se dividieron en 46 positivas y 28 negativas; lo que evidencia una diferencia de 24,4 puntos a favor de la utilización de material en inglés.

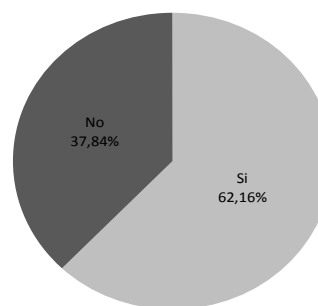


Figura 6: Utilización de bibliografía en inglés en la elaboración de los PFC.

CONCLUSIONES

El grado de avance del proyecto de investigación en lo que respecta a los puntos aquí abordados, permitió disponer de material e información para una primera pero significativa aproximación al tema de las que derivan las siguientes reflexiones:

En estudio de caso de los PFC se observó el requerimiento de contenidos desarrollados en Estadística, Álgebra, Análisis Matemático y Economía y la opinión de los estudiantes en relación a los temas más tratados en sus proyectos y conocimientos de asignaturas específicas para realizar la actividad, reflejó de manera indirecta, temas tratados en las mismas asignaturas. En este sentido, los contenidos impartidos durante la formación en los primeros años de la carrera son suficientes, pero no para todos los estudiantes.

Al relacionar opiniones de alumnos encuestados con los PFC bajo análisis, se evidencia la importancia que revisten, el análisis de datos y la estadística para operar con bases de datos, manejo de TIC's y herramientas de la informática, temas en los que sería importante resignificar durante la formación.

Complementariamente, y tal como lo evidencian las encuestas realizadas, el conocimiento de inglés permite enriquecer los resultados de búsqueda de información dada la cantidad de fuentes disponibles.

Este escenario se convierte en el punto de partida para profundizar en aquellos temas que se retoman en las materias de la especialidad; así como también avanzar en detectar contenidos específicos de los programas que presentan mayores falencias en su tratamiento, sea porque no se comprenden en profundidad, no alcanzan a verse aplicados o requieren mayor dedicación, entre los múltiples desafíos a sortear en el proceso enseñanza-aprendizaje.

REFERENCIAS

- [1] Anaya, A. Durand. (2001). "Reflexiones sobre la Enseñanza de la Ingeniería Química". *Educación química*. 12, 2, 79-87.
- [2] Vásquez R.; Romo A.; Trigueros, M. (2015) "Un contexto de modelación para la enseñanza de las matemáticas en las ingenierías" *Conferencia Interoamericana de Educación Matemática 171-181* México <http://ciaem-redumate.org/memorias-ciaem/xiv/pdf/Vol16Model.pdf>
- [3] Plaza Gálvez, Luis Fernando (2017). "Modelación matemática en ingeniería" *Revista de investigación educativa de la Rediech Año 7 Número 13* Pág. 47-57 http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-85502016000200047
- [4] Brito Vallina, María Lucía; Alemán Romero, Isidro; Fraga Guerra, Elena; Para García, José Luis; Arias de Tapia, Ruth Irene (2011) "Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros". *Revista Ingeniería Mecánica*. Vol. 14. No. 2, p. 129-139 ISSN 1815-5944
- [5] Avenilde Romo, Asuman Oktaç. (2007). "Herramienta metodológica para el análisis de los conceptos matemáticos en el ejercicio de la ingeniería". *Relime Vol. 10, N° 1, p.117-143*.
- [6] Tamayo Cuenca, Ronal; Tamayo Pupo, Jorge Ignacio, Ferras Sabtiesteban, Elser. (2017) "El método de proyecto en la enseñanza de la física moderna para ingeniería mecánica". *Didáctica y Educación Vol. VIII. Año 2017. Número 6. Edición Especial. Taller de Enseñanza de la Física 59-70* <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6683360>
- [7] Salazar, Natalia (2021) "La Importancia de la Química en las Ingenierías". *ÁVACO News #66 - Consulta 10-08-21* <https://avaconews.unibague.edu.co/la-importancia-de-la-quimica-en-las-ingenierias-por-natalia-salazar/>
- [8] Plaza, Alejandro E.; Erbes, Analía. (2011) "La enseñanza de la economía en las carreras de ingeniería". *Enseñar economía hoy: desafíos y propuestas alternativas al paradigma neoclásico*. Ricardo Aronskind ... [et.al.]; compilado por Valeria S. Wainer. - 1a ed. - Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento, Internet. - (*Publicaciones electrónicas*; 22) ISBN 978-987-630-102-2 1. *Economía. Enseñanza*. I. Aronskind, Ricardo II. Wainer, Valeria S., comp. CDD 330.7
- [9] Sobrevila, Marcelo A. (2000). *La formación del Ingeniero Profesional para el tiempo actual. Tesis de las ingenierías de base*. Academia Nacional de Educación.
- [10] Sosa Fernández, Germán; Gutiérrez Gutiérrez, Benjamín; Velázquez Algo, Marco (2018). "El aprendizaje del inglés, una contribución al desarrollo profesional de los ingenieros industriales". *Revista Redipe Vol 7 N° 7* <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/535>
- [11] Domínguez, Orlando J.; Michel, Raquel L. (2010). "Mejoras en el desarrollo del proyecto final para estudiantes de Ingeniería Química". *Revista Formación Universitaria*. 3, 4, 47-52. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062010000400006>
- [12] Ord. CSU UTN N° 1114, 2006.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer a los estudiantes y recientes graduados que nos facilitaron sus proyectos para lectura, así como también a quienes colaboraron respondieron las encuestas.