



**Instituto de
Calidad Industrial**
INCALIN_UNSAM-INTI

“Prácticas experimentales de gestión de la calidad y
metrología en la enseñanza de Ingeniería Industrial.
Una aproximación a la enseñanza por
competencias”

Trabajo Final Integrador

Especialización en Calidad Industrial 2021-22

Universidad Nacional de San Martín – UNSAM

Marcelo Tittone

Cohorte 2021-2022

ÍNDICE GENERAL

Contenido

1.	Resumen	4
2.	Introducción.....	4
3.	Marco Teórico.....	9
4.	Fundamentos y principios de la metodología participativa, como estrategia del proceso de enseñanza-aprendizaje.....	13
5.	Conclusiones	18
6.	Recomendaciones para futuras actividades experimentales	18
7.	Bibliografía.....	21

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: distribución de las UUNN en argentina	6
Ilustración 2: Distribución de sedes regionales de UTN que ofrecen título de Ing. Industrial.....	6
Ilustración 3: Consulta sobre inclusión de metrología en planes de estudio	9
Ilustración 4: Opiniones sobre inclusión de actividades prácticas de metrología	9
Ilustración 5: metodología MNPQ, apuntes de clase de metrología general	11
Ilustración 6: practica experimental de curva de aprendizaje	14
Ilustración 7 Práctica experimental de KANBAN.....	14
Ilustración 8: Recepción y procesamiento de la información	15
Ilustración 9: procedimiento para una presentación.....	16
Ilustración 10: actividad de visualización moderación presentación	16
Ilustración 11: propuesta de laboratorio de metrología.....	21

1. Resumen

El presente trabajo tiene por objeto presentar una experiencia de aplicación, en el marco de la docencia universitaria, de las técnicas, conceptos y experiencias prácticas desarrolladas en la Especialización en Calidad Industrial, cohorte 2021-2022, y que formaron parte de innovaciones en el dictado de la asignatura Producción II, de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de ingeniería de la UNLP.

2. Introducción

2.1 Breve racconto histórico de la evolución de la Ingeniería industrial.

A partir de la creación de la máquina de vapor y con consecuente aumento de la industrialización, comenzó el desarrollo de las ingenierías mecánicas e industriales¹, siendo el objetivo principal, el aumento de la productividad, es decir un mayor número de bienes y/o servicios con la menor cantidad de recursos empleados.

Lo anterior no solo fue basado en las máquinas y sus prestaciones, sino que se comenzó a analizar el método del trabajo. Los aportes de Frederic Taylor, considerado el padre de la administración científica del trabajo y el matrimonio de Frank Y Lilian Gilbreth, con su estudio de movimientos, terminaron de descomponer cualquier tarea en una combinación de 18 movimientos básicos en los que podía dividirse cualquier trabajo. Pudiendo así discriminar entre aquellos que agregaban valor de aquellos que no, ambos aportes consolidaban las bases para la gestión de la productividad.

Más tarde los aportes de Deming, con sus 14 principios y el conocido ciclo de Deming, “Planificar, Hacer, Verificar y Actuar” y los de Joseph Juran con la denominada Trilogía de Juran, que consta de tres procesos: “Planificación, Control y Mejora de la Calidad”, en ambos casos los ciclos apuntan a una gestión de mejora de la calidad.

Junto con el avance de la industria, la maquinaria y los materiales, la concepción de la ingeniería industrial avanza a través del tiempo, dejando atrás sucesivamente, la responsabilidad de lo producido a cargo de cada trabajador, luego a los inspectores de calidad, hasta derivar en la gestión de los procesos, denominándose como Gestión de la Calidad Total (también conocido como TQM por sus siglas en inglés), evolucionando Gestión de la calidad orientada a procesos, para llegar finalmente a los sistemas integrados de gestión²

¹ Ruiz-Meza, J., & Vergara, C. (2018). Historia de la Ingeniería Industrial. Enfoques, Teorías y Perspectivas de la Ingeniería Industrial y sus Programas Académicos (pp. 1-24). CECAR.

² Manual Curso de entrenamiento “Quality management I- Fundamental”. Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ). (2017).

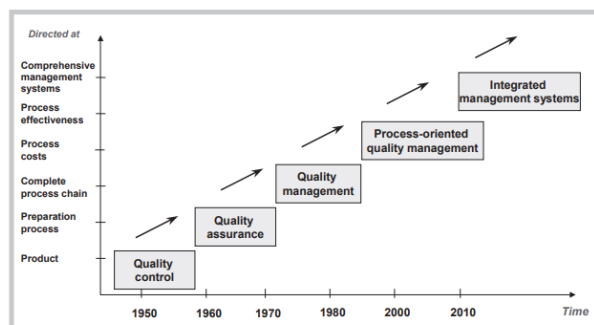


Figure QM1-2/1: From quality control to integrated management system

Resulta oportuno entonces considerar que, la ingeniería industrial ha sido definida por el Institute of Industrial and Systems Engineers (Instituto de Ingenieros industriales y de sistemas) de la siguiente manera:

*“La ingeniería industrial y de sistemas se ocupa **del diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipos y energía**. Se basa en conocimientos y habilidades especializados en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de dichos sistemas”³*

Por lo que puede concluirse que, si bien la gestión de la calidad y mejora son transversal a las actividades de la Ingeniería, estas forman parte de las competencias de la Ingeniería Industrial

En nuestro país, los Planes de Estudio vigentes de la carrera Ingeniería Industrial en diferentes universidades, tiene un perfil profesional de gestión cuyos conocimientos y capacidades prácticas adquiridas implican la integración de Ciencia, Tecnología, Economía, Organización y Administración, incluyendo en todos los casos asignaturas que tratan los temas asociados a la problemática ambiental; aire; agua; suelo; desarrollo sostenible; legislación ambiental; gestión de residuos; tecnologías aplicadas al medio ambiente; impacto ambiental y **sistemas de gestión**.

3.1 Contexto de la enseñanza de la Ingeniería Industrial, en Argentina.

Para contextualizar la enseñanza de la Ingeniería Industrial en Argentina, se ha realizado una breve investigación de cuáles son las Universidades en la republica argentina que ofrecen entre sus planes de estudios la carrera de Ingeniería Industrial, en la actualidad. En el presente estudio se han incluido las Universidades Nacionales en todo el territorio nacional y las Universidades privadas de la región AMBA. Se considera particularmente la Universidad Tecnológica Nacional, con una muy amplia cobertura territorial a lo largo y ancho del país

En el mapa de más abajo puede observarse la distribución geográfica de las Universidades nacionales

³ Instituto de Ingenieros Industriales y de sistemas, recuperado de <https://www.iise.org/Home/>



UNPA	Acronimo
Rio Gallegos	Rectorado / Sede principal
Caballa Oliva	Otras sedes y unidades académicas

Sector ampliado



"

$$f = f' + \frac{1}{2} \frac{f''}{f'} + \frac{1}{6} \frac{f'''}{f'} + \frac{1}{24} \frac{f''^2}{f'^2} + \frac{1}{120} \frac{f''^3}{f'^3} + \frac{1}{720} \frac{f''^4}{f'^4} + \frac{1}{2520} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{5040} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{30240} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{15120} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{7560} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{3780} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{1890} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{945} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{4725} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{23625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{118125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{590625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{2953125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{14765625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{73828125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{369140625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{1845703125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{9228515625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{46142578125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{230712890625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{1153564453125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{5767822265625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{28839111328125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{144195556640625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{720977783203125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{3604888916015625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{18024444580078125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{90122222900390625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{450611114501953125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{2253055572509765625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{11265277862548828125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{56326389312744140625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{281631946563720703125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{1408159732818603515625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{7040798664093017578125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{35203993320465087890625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{176019966602325439453125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{880099833011627197265625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{4400499165058135986328125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{22002495825290679931640625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{110012479126453399658203125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{550062395632266998291015625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{2750311978161334991455078125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{13751559890806674957275390625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{68757799454033374786376953125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{343788997270166873931884765625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{1718944986350834369659423828125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{8594724931754171848297119140625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{42973624658770859241485595703125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{214868123293854296207427978515625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{1074340616469271481037139892578125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{5371703082346357405185699462890625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{26858515411731787025928497314453125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{134292577058658935129642486572265625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{671462885293294675648212432861328125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{3357314426466473378241062164306640625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{16786572132332366891205310821533203125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{83932860661661834456026554107666015625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{419664303308309172280132770538330078125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{2098321516541545861400663852691650390625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{10491607582707729307003319263458251953125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{52458037913538646535016596317291259765625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{262290189567693232675082981586456298828125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{1311450947838466163375414907932281494140625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{65572547391923308168770745396614074707265625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{327862736959616540843853726983070373536328125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{1639313684798082704219268634915351867681640625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{8196568423990413521096343174576759338408203125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{40982842119952067605481715872883796692041015625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{204914210599760338027408579364418983460205078125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{1024571052998801690137042896822094917301025390625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{5122855264994008450685214484110474586505126953125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{25614276324970042253426072420552372932525634765625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{128071381624850211267130362102761864662628173828125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{640356908124251056335651810513809323313140869140625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{3201784540621255281678259052569046616565704345703125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{16008922703106276408391295262845233082828521728515625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{80044613515531382041956476314226165414142608642578125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{400223067577656910209782381571130827070713043212890625} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{2001115337888284551048911907855654135353565216064453125} \frac{f''^2 f'''}{f'^2 f'} + \frac{1}{10005$$

de objecten titu

Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA)
Universidad de Belgrano (UB)
Universidad de Palermo (UP)
Universidad Austral (UA)
Universidad del Salvador (USAL)
Universidad Argentina de la Empresa (UADE)
Universidad de la Marina Mercante (UdeMM)
Universidad Tecnológica Nacional Regional Buenos Aires (UTN-FRBA)

Provincia de Buenos Aires:

Universidad Nacional de La Plata (UNLP)
Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM)
Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ)
Universidad Nacional de Luján (UNLu)
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN)
Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)
Universidad de Morón (UM)
Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP)
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA)
Universidad Nacional del Sur (UNS)
Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ)
Universidad tecnológica Nacional (regionales Prov. Buenos Aires)

Resto del País:

Universidad Nacional de Córdoba (UNC)
Universidad Nacional del Litoral (UNL)
Universidad Nacional de Rosario (UNR)
Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF)
Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)
Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO)
Universidad Nacional de Salta (UNSa)
Universidad Nacional de Jujuy (UNJu)

Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE)

Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS)

Universidad Nacional de Misiones (UNaM)

Universidad tecnológica Nacional (regionales interior del país)

Analizados los planes de estudio disponibles en las páginas web de las universidades, en las distintas unidades académicas, se observan asignaturas que abordan la temática de ingeniería de la calidad, o sistemas de gestión de calidad y mejora continua, en todas ellas.

Se encuentra un único caso, para la carrera de Ingeniería Industrial de la UNSAM, donde además de las asignaturas de Introducción a la calidad y Sistemas de gestión de calidad, aparecen asignaturas específicas de Introducción a la metrología, Metrología I y Metrología II.

De los casos analizados previamente, no puede inferirse necesariamente que la temática de Metrología no sea abordada en las asignaturas de calidad u en otras materias de las demás universidades, sino que al menos no se le ha otorgado la misma relevancia. Este es el caso de la asignatura Producción II, de la carrera de Ingeniería Industrial de la UNLP, donde se desarrolla una introducción a la metrología, al Sistema Nacional de Calidad y los requerimientos establecidos en las normas de los sistemas de gestión de calidad, se amplía también lo pertinente, respecto de instrumentos y patrones, no obstante, es evidente que el desarrollo de la unidad temática no es de la misma profundidad que en el caso señalado más arriba.

Profundizando un poco más sobre el tema desarrollado hasta aquí, durante el transcurso de la cursada de la Especialización y con vistas a trabajar el tema, en el presente trabajo, realicé una consulta a compañeros de la cohorte, ingenieras e ingenieros industriales, respecto de la inclusión o desarrollo de la temática referida a el estudio de la metrología, con la particularidad que eran graduados de otras 5 unidades académicas y se obtuvieron las siguientes respuestas.

Incluyo tú plan de estudios la temática Metroológica?
7 respuestas

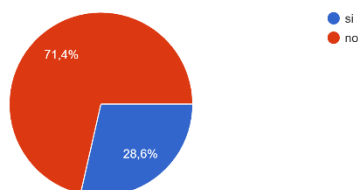


Ilustración 3: Consulta sobre inclusión de metrología en planes de estudio

Al ser consultados sobre si consideraban importante incluir la temática, en la formación de grado y de qué manera, las respuestas fueron las siguientes:

- *Actividades prácticas con cada una de las materias*
- *Una capacitación teórica básica con algunas actividades practicas seria lo conveniente para fijar los conocimientos.*
- *Soy ingeniero industrial, creo que una inducción teórica de no más de 2 hs semanales durante 1 cuatrimestre estaría ok.*
- *Laboratorios de presión, medición, Laboratorio de química*
- *Inducción teórica, actividades prácticas, laboratorios.*

Ilustración 4: Opiniones sobre inclusión de actividades prácticas de metrología

De las respuestas obtenidas, puede observarse que, la inclusión de actividades prácticas es considerada mayormente como una actividad deseable para fortalecer los conceptos sobre metrología en el grado.

Si bien la cantidad de respuestas no es concluyente para un estudio profundo acerca del grado de desarrollo de los conceptos y prácticas de metrología en las carreras de Ingeniería Industrial, se suman a la percepción como Docente de la dificultad en el proceso de enseñanza aprendizaje de la temática, desde un abordaje únicamente expositivo y teórico.

3. Marco Teórico

3.1. Competencias del Libro Rojo del CONFEDI para la Ingeniería Industrial

Dentro de los lineamientos establecidos para la enseñanza universitaria y en particular para las ingenierías encuentran un marco conceptual en la publicaciones realizadas por el Consejo nacional de Decanos de Ingeniería, donde se expresa la necesidad de la práctica experimental que, en palabras del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI:

“Hay consenso en cuanto que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer. El saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje, para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo”.

Si en particular se hace foco en la enseñanza de Ingeniería Industrial, dentro de las competencias específicas publicadas también por el CONFEDI, en su “PROPUESTA DE ESTÁNDARES DE SEGUNDA GENERACIÓN PARA LA ACREDITACIÓN DE CARRERAS DE INGENIERÍA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA (LIBRO ROJO DE CONFEDI)”, se señala que:

“El Ingeniero Industrial debe gestionar y certificar el funcionamiento, condiciones de uso, calidad y mejora continua de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios).

Puede desprenderse de lo anterior que tanto para gestionar como para certificar o mejorar los bienes y servicios de las operaciones gestionadas se requerirá realizar mediciones. Para fundamentar lo anterior, es oportuno citar las expresiones de Lord Kelvin en cuanto a que:

“Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”.

Como también

“Cuando usted. puede medir aquello de lo que está hablando, y expresarlo en números, usted sabe algo de ello, pero cuando usted no puede expresarlo en números, su conocimiento es pobre e insatisfactorio

En el mismo sentido resulta conveniente agregar uno de los conceptos desarrollados en la asignatura metrología general de la Especialización en Calidad Industrial, y que se podría sumar a los conceptos anteriores:

NO SE PUEDE FABRICAR, LO QUE NO SE PUEDE MEDIR ⁴

Se puede concluir que, resulta evidente la importancia de medir para el desarrollo de las competencias y en la actividad Profesional futura, y consecuentemente la necesidad de incorporar y/o fortalecer los conocimientos teóricos y prácticos de la metrología en la carrera de ingeniería en general e ingeniería Industrial en lo particular.

⁴ Apuntes de clase de Metrología General, Joaquín Valdés (2021)

3.2 Importancia de las prácticas experimentales de metrología en la formación ingenieril

Para poner de relieve la necesidad de las actividades experimentales en general y como fundamento para el posterior diseño de actividades prácticas experimentales de metrología y gestión de calidad en la asignatura Producción II, nuevamente se trae a colación los conceptos que al respecto se plasman en el libro rojo del CONFEDI:

...” La Práctica de la Ingeniería comprende el estudio de factibilidad técnico económica, investigación, desarrollo e innovación, diseño, proyecto, modelación, construcción, pruebas, optimización, evaluación, gerenciamiento, dirección y operación de todo tipo de componentes, equipos, máquinas, instalaciones, edificios, obras civiles, sistemas y procesos.”...

La combinación de la experiencia experimental en la determinación o confirmación de algún proceso de diseño, modelización, investigación etc, con la práctica de las mediciones a los efectos de probar, evaluar y optimizar los mismos formar parte de la práctica de la ingeniería y por ende apropiados en la formación de los estudiantes.

Una de las técnicas apropiadas, para desarrollar como actividad práctica, es el ciclo compuesto por las siguientes etapas de Medir, Normalizar, Probar y asegurar la calidad

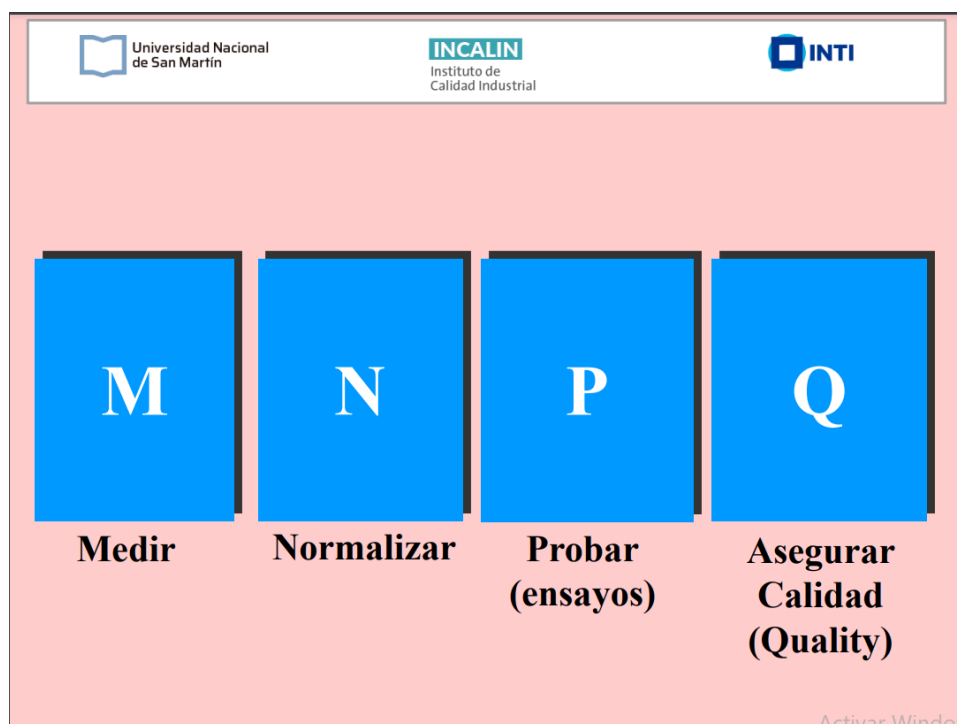


Ilustración 5: metodología MNPQ, apuntes de clase de metrología general

Al igual que los otros ciclos relativos a la gestión de la calidad como el de Edward Deming (ciclo de mejora continua PDCA) o el de Joseph Juran (Trilogía de Juran, Planificación, Control y Mejora de la Calidad) el ciclo MNPQ, promovido desde el INCALIN (Instituto de calidad Industrial – UNSAM INTI) y desarrollado en la

Especialización en calidad industrial, nos aporta una metodología basada en evidencia objetiva para llevar adelante los procesos de gestión de la producción de bienes y servicios, a tales efectos se puede citar uno de los principios de los sistemas de gestión de la calidad, basados en los estándares ISO, que nos indica acerca de la toma de decisiones:

*...“**Toma de decisiones basada en la evidencia**, Las decisiones basadas en el análisis y la evaluación de datos e información tienen mayor probabilidad de producir los resultados deseados”...⁵*

Si bien la referencia de los principios de la gestión de la calidad, de la Norma ISO 9000:2015, respecto de los datos e información, no provienen únicamente de instrumentos de medida, éstos serán seguramente la fuente de información, cuando así corresponda.

En el mismo sentido la norma más adelante señala como acciones posible las siguientes:

...” Las acciones posibles incluyen:

- *determinar, **medir** y hacer el seguimiento de los indicadores clave para demostrar el desempeño de la organización;*
- *poner a disposición de las personas pertinentes todos los datos necesarios;*
- ***asegurarse de que los datos y la información son suficientemente precisos, y seguros;***
- *analizar y evaluar los datos y la información utilizando métodos adecuados;*
- ***asegurarse de que las personas son competentes para analizar y evaluar los datos según sea necesario;***
- *tomar decisiones y tomar acciones basadas en la evidencia, equilibrando la experiencia y la Intuición” ...⁵*

El ciclo **MNPQ** resulta una poderosa herramienta a la hora de poner en práctica la gestión y el aseguramiento de la calidad.

⁵ Principios de la gestión de la calidad, Norma ISO 9000:2015

4. Fundamentos y principios de la metodología participativa, como estrategia del proceso de enseñanza-aprendizaje.

4.1 Enfoque en el diseño de actividades

En el desarrollo de las actividades enseñanza aprendizaje, especialmente en el ciclo superior el docente se encuentra con el desafío de mantener el interés del alumnado, durante el dictado de las clases.

La clase denominada magistral, donde el docente realiza la exposición oral y el alumno recibe la información, si bien no necesariamente por sí misma es buena o mala, lo cierto es que no puede ser el único recurso, para retener el interés del alumnado.

La mayoría de los alumnos que cursan sus estudios en la facultad de ingeniería de la UNLP, son nacidos en la era de la tecnología de comunicación (TIC's), a esta generación se la denomina generación Z o iGeneration, nacidos a mediados de los '90 principios del siglo XXI, crecieron con auge de la tecnología e internet, no conocen un mundo sin tecnología y dispositivos conectados a internet, pueden describirse como ...”personas menos sociables, extremadamente interactivas, multifuncionales, menos concentradas y no son expertos en jerarquías laborales. Esta generación es también llamada “generación desafiante” debido a las dificultades que las personas enfrentarán para ingresar al mercado laboral (Geck, 2006)”...⁶

Un aporte clave para la incorporación de variantes en el dictado de la asignatura fue la adopción de la modalidad de los denominados “juegos serios”. Esta estrategia didáctica permite experimentar conceptos expuesto en clases teóricas tradicionales y logran despertar mayor interés y reflexionar sobre la información y/o conocimientos recibidos, “Los juegos serios son juegos que tienen una finalidad educativa, de entrenamiento o de información y están cuidadosamente pensados para tal fin (Michael D., 2006). Si bien no están destinados a ser jugados como entretenimiento, esto no significa que no deban ser entretenidos, agradables o divertidos.... la finalidad es la formación y educación, el entrenamiento de habilidades específicas, la comprensión de procesos complejos”⁷

Un ejemplo de ello es el caso de la experiencia del laboratorio de curva de aprendizaje, donde los alumnos ejecutan una tarea de recrear una construcción con bloques de madera siguiendo, un modelo impreso que indica su disposición haciendo las veces de plano de construcción, repitiendo la experiencia sucesivas veces y tomando en cada repetición el tiempo insumido en la tarea. Obteniéndose así una serie de tiempos que van decayendo con las repeticiones y mediante el uso de una planilla de cálculo preparada con anterioridad por el docente, se encuentra la

⁶ Suamit Correia, y Daniel Fernando. (2017). Desafíos y dificultades en la enseñanza de la ingeniería a la generación Z: Un caso de estudio. Recuperado de <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/pyr/article/view/163>

⁷ Juegos Serios y Educación, Javier Díaz, Claudia Queiruga, Laura Fava, LINTI-Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas. Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata

expresión de la ley de decaimiento empírica que se define como curva de aprendizaje obteniéndose de la misma mediante calculo la tasa de aprendizaje.



Ilustración 6: práctica experimental de curva de aprendizaje

La buena recepción por parte de los alumnos de este tipo de práctica alentó la implementación de otras experiencias desarrolladas por el LINTI en el Área de tecnologías de gestión, mediante la adquisición de un KIT de herramientas didácticas, desarrolladas en conjunto con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) poniendo en prácticas conceptos como nivelación de líneas de producción, como también la metodología KANBAN.

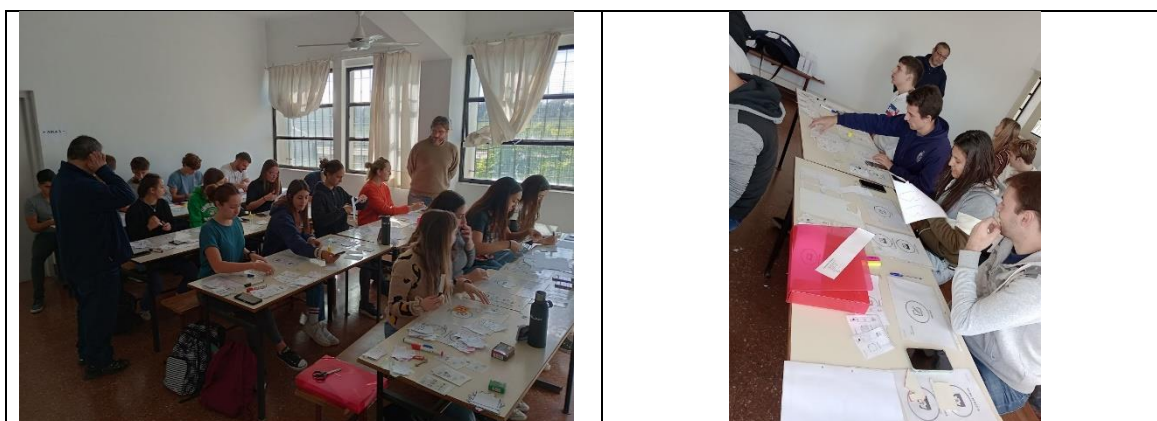


Ilustración 7 Práctica experimental de KANBAN

El resultado de estas actividades, fue una innovación en el dictado de algunos temas logrando cambiar el eje poniendo al alumno en el centro del proceso de enseñanza aprendizaje, mediante un participación activa y el docente dirigiendo el proceso de construcción del conocimiento del grupo, ampliando el concepto podemos decir que ...“la metodología participativa se fundamenta en los procesos de intercambio (de conocimientos, experiencias, vivencias, sentimientos, etc.), de resolución colaborativa de problemas y de construcción colectiva de conocimientos que se propician entre los sujetos que componen el grupo.” ...⁸

⁸ Monescillo, M. (2002). Metodologías participativas y nuevas tecnologías en la formación de formadores. Málaga: FACEP

4.2 Diseño de nuevas prácticas experimentales

Una de las técnicas aprendidas durante el desarrollo de la Especialización fue la de visualización, moderación y presentación⁹. Dicha técnica puede combinarse perfectamente con la actividad en las clases participativas.

Esta técnica desarrollada para implementar en ámbitos laborales, que propician una mejor comunicación y participación de los grupos de trabajo, y que en hasta en algunos casos la única forma de lograr consensos. Esta técnica permite desarrollar en forma transversal las denominadas **Competencias sociales, políticas y actitudinales**, definidas también en el libro rojo del CONFEDI, y se enumeran más abajo

6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
7. Comunicarse con efectividad.
9. Aprender en forma continua y autónoma.

La experiencia de aplicación de la técnica de visualización, moderación y presentación se realizó en base al texto de la OIT “Introducción al estudio del trabajo” y el tema elegido para el trabajo fue el estudio de tiempos.

Para destacar de la técnica es el hecho que ...”es el hecho de que las personas perciben la información de diferentes formas”... ⁹.

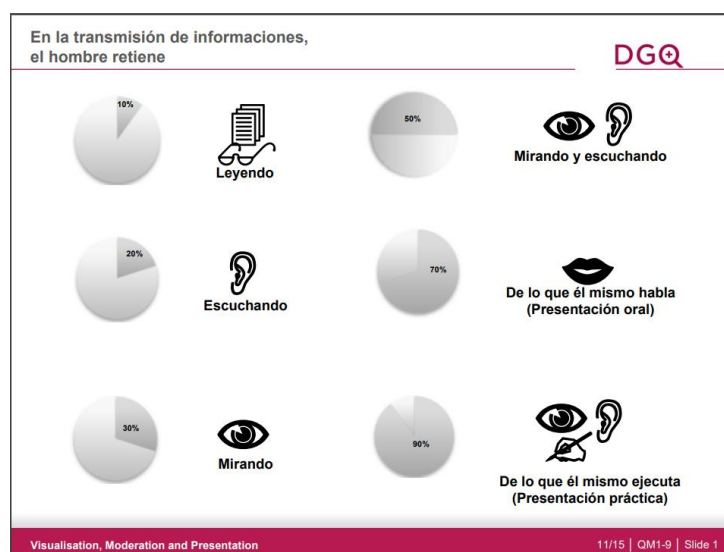


Ilustración 8: Recepción y procesamiento de la información

La actividad se planteó bajo la consigna que debían realizar una lectura de la conformación total de los tiempos de trabajo, discriminando entre las distintas fuentes identificadas de cómo tiempo improductivo, la síntesis del tema se realizará de forma oral frente a la clase mediante el uso de 5 filminas que servirán de apoyo a la exposición.

⁹ DGQ I – QMS - Gestión de la Calidad Enfocada en Procesos I – Fundamentos – Parte 2. Capítulo 9 – Visualización, moderación, presentación.

Dichas filminas respetarán la siguiente consigna, de tal forma que de lograr un desarrollo completo de la temática a exponer:

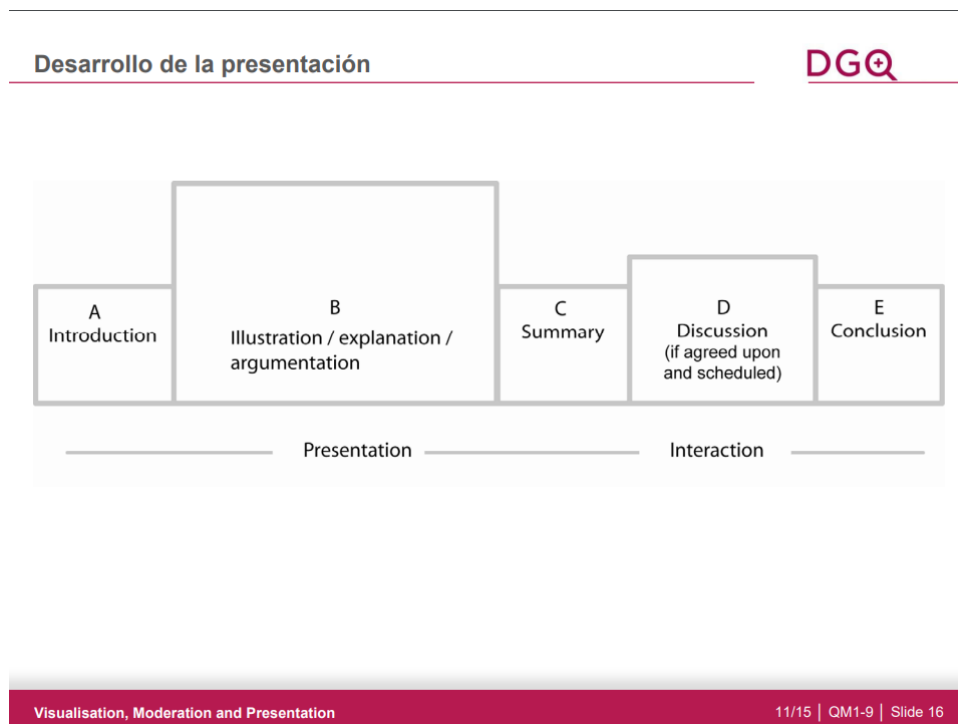


Ilustración 9: procedimiento para una presentación

Se preparará un filmina como introducción, otra de ilustración/explicación /argumentación, una con el resumen del tema tratado, una planteando la discusión si se propiciara la situación y finalmente una filmina de conclusiones



Ilustración 10: actividad de visualización moderación presentación



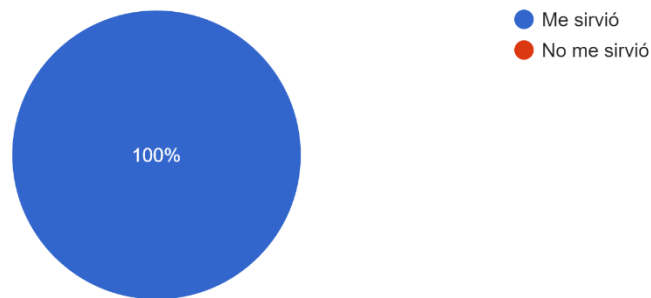
4.3 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos acerca de los resultados de las experiencias se utilizó la herramienta gratuita de Google form, entre las distintas cohortes que participaron de las prácticas.

4.4 Análisis de datos obtenidos y evaluación del impacto de las estrategias implementadas

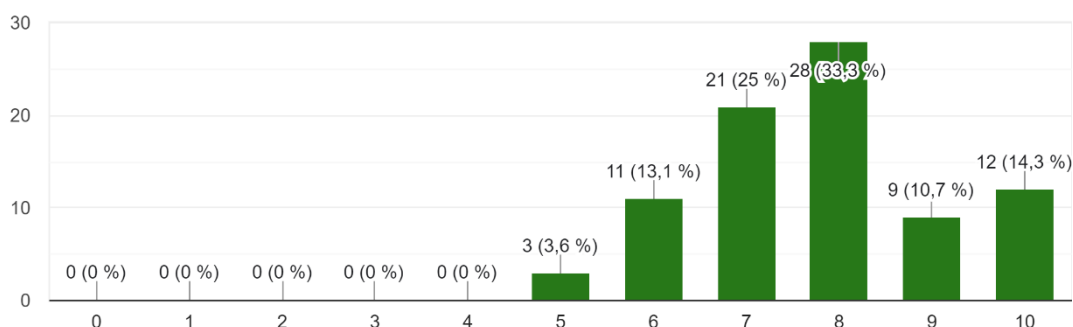
Luego de la implementación de las distintas experiencias se realizaron encuestas para relevar la opinión de los alumnos y sus experiencias

¿Te ayudó la experiencia experimental a entender el concepto nivelación de flujo de producción
77 respuestas



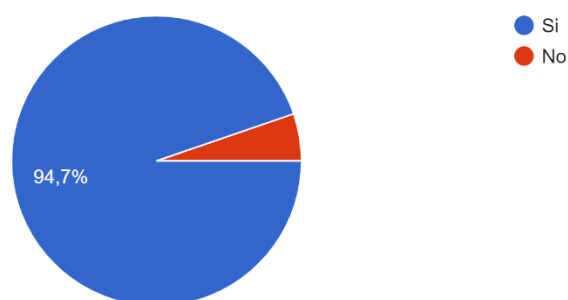
Si en la respuesta anterior, respondiste "me sirvió", ¿qué tanto consideras que te ayudó la experiencia? , (0 en nada a 10 completamente)

84 respuestas



¿Consideras que debería haber más prácticas experimentales?

76 respuestas



A partir de las respuestas obtenidas puede identificarse un impacto positivo en cuanto a la implementación de prácticas experimentales en el desarrollo de la asignatura, logrando no solo una variedad de estrategias pedagógicas, sino también un mayor receptividad por parte de los alumnos.

5. Conclusiones

Del análisis de las respuestas obtenidas se considera que, con las actividades experimentales y las técnicas implementadas, se ha logrado una mejor calidad del proceso de enseñanza aprendizaje y se ha avanzado conforme a los nuevos lineamientos establecidos en la propuesta de Estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina "libro rojo de CONFEDI"

6. Recomendaciones para futuras actividades experimentales

6.1 descripción de experiencia propuesta

Se está trabajando para la implementación de una práctica experimental de metrología cuyo objeto es trabajar con diferente instrumental de laboratorio, material de vidrio, balanzas, termómetros. El objetivo principal es realizar diversas mediciones para obtener mediante cálculo el parámetro a determinar. La experiencia se diseñó pensando en la determinación de qué material está compuesta la muestra o “mesurando” sin dar a conocer su composición (material de referencia, pieza de nickel, con una pureza de >99%) el cual se plantea identificar mediante la determinación de su peso específico.

Se propone el uso de un picnómetro como instrumento auxiliar y el uso de agua destilada como material de referencia.

La determinación de los valores necesarios de los parámetros para el cálculo se hará mediante sucesivas mediciones a los efectos de trabajar sobre el concepto de la incertidumbre de la medición. Finalmente, por comparación con el valor teórico se cuantificará de manera global la diferencia entre ambos valores obtenidos, y discutiendo a que fenómeno puede atribuirse esa diferencia.

Para la realización de la actividad antes descripta, se propone el instructivo que se describe en la página siguiente:

Instructivo para determinación de densidad de material

Objetivo: Familiarizarse con equipos de laboratorio y conceptos de metrología en una aplicación práctica para la determinación del material en estudio a partir de su Pe.

Materiales: balanza, picnómetro, termómetro, y otros accesorios. Usamos como material de referencia agua destilada.

INSTRUCTIVO

Cómo hacer el laboratorio

Advertencia: los elementos que intervienen en este laboratorio son frágiles y deben manipularse con sumo cuidado, de acuerdo con indicaciones de los docentes a cargo del mismo.

Para realizar la determinación del peso específico del material a ensayar debe confirmarse el volumen real del instrumento a utilizar, SI bien su valor nominal está definido, se debe realizar una comprobación del mismo.

Comprobación (calibración) del instrumento

- 1) Pesar el picnómetro vacío (Pv).
- 2) Llenar el recipiente con agua destilada.
 - a. Hacerlo con cuidado, lentamente, evitando la creación de burbujas.
 - b. Medir al mismo tiempo la temperatura ambiente.
 - c. Llenarlo hasta rebalsar, y finalmente sacarlo muy suavemente, evitando el contacto directo entre las manos y el recipiente.
- 3) Pesar el picnómetro con el agua hasta el borde del mismo (P_U).
- 4) Calcular el Vol. real = masa / densidad, sabiendo que: $(P_U - P_V) / (\rho_{H_2O} - \rho_{AIRE})$
 - a. La determinación de ρ_{H_2O} es en función de la Temperatura, se obtiene de tabla de densidad vs. temperatura.
 - b. ρ_{AIRE} = adoptamos 1,2 g/cm³.

Determinación del $\rho_{MUESTRA}$

- 5) Pesar la muestra (P_m).
- 6) Pesar la muestra dentro del picnómetro "lleno" (P_U).

Ahora, sabemos que: $P_U = P_m + P_{H_2O} + P_V$

En donde P_U y P_m son datos de lectura directa, mientras que P_V fue determinado en el paso 1). ----- ~~En~~ despejo y determino P_{H₂O}

- 7) Vol muestra = Vol real – Vol H₂O

Vol. real es dato del paso nro. 4, y Vol. H₂O sale de = $\rho_{H_2O} / \rho_{H_2O}$

- 1) Finalmente, ρ muestra = $P_m / \text{Vol. muestra}$.

Para determinar de qué material puro se trata, hay que tomar el resultado obtenido y compararlo con los valores mostrados en la tabla de elementos entre los metales conocidos, cuyo valor de densidad nos puede dar una idea de que material se trata. ¿Si hubiera una diferencia entre el valor obtenido y el de la tabla de elementos a que factores se puede atribuir esa diferencia?

Ilustración 11: propuesta de laboratorio de metrología

6.2 Mejoras para trabajar a futuro

Sera objeto de un próximo trabajo la identificación, cuantificación y la contribución, mediante un balance de incertidumbre de cada fuente que compone el experimento planteado.

7. Bibliografía

- 1 Ruiz-Meza, J., & Vergara, C. (2018). Historia de la Ingeniería Industrial. Enfoques, Teorías y Perspectivas de la Ingeniería Industrial y sus Programas Académicos (pp. 1-24). CECAR.
- 2 Manual Curso de entrenamiento "Quality management I- Fundamental". Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ). (2017).
- 3 Instituto de Ingenieros Industriales y de sistemas, recuperado de <https://www.iise.org/Home/>
- 4 Joaquín Valdés (2021), Apuntes de clase de Metrología General.
- 5 Principios de la gestión de la calidad, Norma ISO 9000:2015
- 6 Suamit Correia, y Daniel Fernando. (2017). Desafíos y dificultades en la enseñanza de la ingeniería a la generación Z: Un caso de estudio. Recuperado de <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/pyr/article/view/163>
- 7 Juegos Serios y Educación, Javier Díaz, Claudia Queiruga, Laura Fava, LINTI- Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas. Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata.
- 8 Monescillo, M. (2002). Metodologías participativas y nuevas tecnologías en la formación de formadores. Málaga: FACEP
- 9 DGQ I – QMS - Gestión de la Calidad Enfocada en Procesos I – Fundamentos – Parte 2. Capítulo 9 – Visualización, moderación, presentación.