

Trabajo de laboratorio para potenciar las competencias en estudiantes de ingeniería mecánica

Olga Scagnetti ¹, Sandra Ramirez ¹, Eva Casco¹, M. Elvira Rodriguez¹

¹ Departamento de Materias Básicas – UTN Facultad Regional Santa Fe
Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina
{oscagnetti, scramirez, ecasco, mrodriguez}@frsf.utn.edu.ar.

RESUMEN

Los procesos de enseñanza y aprendizaje se encuentran en constante cambio, virando firmemente a estimular el aprendizaje centrado en el alumno. Por ello, en general, como docentes en ingeniería pretendemos propiciar y evaluar en el alumno el desarrollo de competencias genéricas tecnológicas, como “identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería”, así como competencias sociales, políticas y actitudinales, el desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y comunicarse con efectividad.

Para esta experiencia, nos proponemos generar un instrumento que permita diagnosticar y evaluar competencias genéricas adquiridas por el alumno en una asignatura del ciclo básico. Para ello se pretende trabajar con un curso de Análisis Matemático II de segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica a partir de la realización de una actividad grupal mediada por el uso de las TICs. La evaluación de esta actividad será realizada mediante la utilización de una rúbrica que permita una valoración objetiva de los alumnos sobre su desempeño frente a la actividad. La metodología presentada revaloriza los procesos de aprendizaje y favorece el desarrollo de competencias.

Palabras Clave: *Evaluación, Competencias, Rúbrica, TICs.*

1. INTRODUCCIÓN

La sociedad actual demanda ingenieros que sepan resolver problemas de manera efectiva y, que, además, posean competencias sociales, políticas y actitudinales. Estos cambios provocan que los procesos de enseñanza y de aprendizaje se encuentren en constante cambio, virando firmemente a estimular el aprendizaje centrado en el alumno. Donde el estudiante pasa de ser un receptor pasivo a ser un participante activo de su propio proceso de aprendizaje.

Las nuevas políticas universitarias se orientan a formar profesionales capaces de pensar, trabajar y tomar decisiones en colaboración con otros profesionales. La educación basada en el desarrollo de las competencias es un nuevo enfoque que pone énfasis en aspectos específicos de la docencia, del aprendizaje y de la evaluación.

En resumen, este nuevo enfoque educativo busca fomentar el pensamiento crítico, la resolución de problemas complejos y la capacidad de adaptarse a un entorno en constante evolución. Se promueve el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y el desarrollo de aptitudes interpersonales para que los ingenieros puedan colaborar de manera efectiva en proyectos multidisciplinarios.

2. MARCO TEÓRICO

Díaz Barriga y Ringo (citado por Irigoyen [1]) destacan que las competencias se vinculan con la adquisición de conocimientos de manera eficiente, los cuales pueden ser demostrados mediante desempeños observables. Afirman que:

Se trata de una capacidad de resolver problemas que se aplica de manera flexible y pertinente, adaptándose al contexto y a las demandas que plantean situaciones diversas. [...] La competencia no se limita a los aspectos procedimentales del conocimiento, a la mera posesión de habilidades y destrezas, sino que se ve acompañada necesariamente de elementos teóricos y actitudinales.

Por otro lado, el CONFEDI [2] define a las competencias como “la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales”.

Dentro de ellas establece las competencias tecnológicas como:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
- Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

También establece las competencias sociales, políticas y actitudinales como:

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

Este nuevo enfoque de la educación basada en competencias genera cambios en la evaluación. Se considera a la evaluación de las competencias como “uno o más procesos formativos que sirven para identificar, recolectar y preparar datos que permitan determinar el logro de los resultados del aprendizaje” [3].

Existen diferentes instrumentos para realizar una evaluación auténtica de las competencias. Las rúbricas son las más convenientes por su versatilidad y potencialidad didáctica. Una rúbrica es una herramienta de evaluación donde se explicitan las competencias y niveles de rendimientos que se espera que cumplan los estudiantes. Una rúbrica analítica es una matriz de doble entrada donde en las columnas se ubican los criterios de evaluación y en las filas se ubican los niveles de dominio [4].

Según Barbera [5] algunas ventajas del uso de rúbricas son: fáciles de utilizar y de explicar, obligan al profesor a clarificar sus criterios de evaluación y los niveles de logro que el estudiante debe alcanzar, permiten que el alumno evalúe y haga una revisión final de sus trabajos, antes de entregarlos al profesor, propician el aprendizaje crítico y reflexivo, fomentan el desarrollo de competencias metacognitivas como la autorregulación de su aprendizaje.

Tobón Tobón et al. [6] categorizan cuatro niveles de dominio: nivel inicial-receptivo, donde el estudiante tiene una noción superflua del tema y requiere del apoyo continuo. Nivel básico, el estudiante posee conceptos esenciales de las competencias y es capaz de resolver problemas sencillos. Nivel autónomo, se centra en un aprendizaje formativo, donde el estudiante es criterioso y argumenta los procesos involucrados en la resolución del problema. Y en el nivel estratégico el estudiante analiza sistemáticamente las situaciones, considera el pasado y el futuro, presentando creatividad e innovación.

Se espera que los estudiantes desarrollen un nivel estratégico y un aprendizaje autónomo ya que se favorece a una formación continua y al aprendizaje a lo largo de toda la vida, para mantenerse actualizados en las nuevas tecnologías y prácticas de la ingeniería mecánica.

Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) desempeñan un papel importante en el desarrollo de las competencias en los estudiantes. Las competencias en TICs son importantes ya que las tecnologías digitales están cada vez más presentes en los entornos laborales actuales, y en especial en las ingenierías.

Se considera que el acceso a TICs no garantiza por sí la apropiación de un conocimiento. Es la función que el docente le otorgue a las TIC la que determinará su potencialidad de estas herramientas para el desarrollo y apropiación de los conocimientos de los estudiantes.

Coincidiendo con Garza et al. [7], las TICs constituyen un medio de representación y comunicación que integran diversos sistemas, como lenguaje escrito, imágenes audiovisuales, representaciones gráficas, entre otras. Dentro del proceso de enseñanza permiten la creación de nuevas condiciones para la transmisión, el acceso y la elaboración de información.

Se propone el uso de las TICs como herramientas para apoyar:

- La organización de la información.
- La comprensión de relaciones funcionales.
- La interpretación de la información.
- La comunicación entre las personas.

Se consideran a las TICs como herramientas cognitivas, las cuales permiten a los estudiantes representar de diferentes maneras su conocimiento y reflexionar sobre el mismo, realizando una construcción más significativa. En la actividad planteada se espera que, gracias a que los estudiantes realicen un video donde resuelvan y expliquen un problema, se fomente el desarrollo de las competencias tecnológicas y actitudinales, y también se promueva el conocimiento significativo.

Según Stone Wiske [8], las tecnologías digitales y las herramientas informáticas permiten que los alumnos expresen su comprensión en una rica variedad de formas. Estas tecnologías también permiten registrar el trabajo de los alumnos en formatos que pueden corregirse, combinarse y distribuirse más fácilmente.

3. LA EXPERIENCIA

En los últimos años, se incorporó el uso de Sistemas Algebraicos de Cómputos (SAC o CAS) al curso de Análisis Matemático II. Esta adopción se debe a la exigencia establecida en la resolución 68/94 del Consejo Superior de la UTN [9]. Antes de la pandemia, los alumnos solían realizar un trabajo basado en la resolución de ejercicios, utilizando un software para su desarrollo. Este trabajo era entregado en formato papel y posteriormente corregido por los docentes. En el

año 2020, a causa de la pandemia producida por el virus COVID19, se debió adaptar las clases y exámenes a la virtualidad, y como consecuencia el trabajo mencionado anteriormente no pudo ser realizado. Retornando a su realización en el año 2021 en forma virtual, dicho trabajo consistía en la exposición, por parte de los alumnos, de un ejercicio práctico. Las consignas fueron ejercicios elegidos de la guía de ejercicios propuestos en el texto de cátedra [9] y que el autor cataloga como “proyectos” o de “tecnología”. Cada grupo debía resolverlos y realizar un documento que se presentaba “públicamente” al inicio de la clase virtual teórica donde en la corrección participaban tanto alumnos como docentes. Los estudiantes valoraron esta experiencia de manera positiva y los docentes consideramos que promueve las competencias básicas en los estudiantes.

Con base en lo mencionado anteriormente y tras realizar los ajustes necesarios, se llevó a cabo este estudio con un grupo de alumnos con el objetivo de sacar conclusiones en vista del nuevo diseño curricular.

La experiencia se llevó a cabo con un grupo de estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica en la asignatura Análisis Matemático II (AM II) de la Facultad Regional Santa Fe (UTN FRFSF). El número de estudiantes que realizaron esta experiencia es de 39. Dicha experiencia se realizó a lo largo de todo el año lectivo 2022.

En esta investigación, el uso de las TICs, se utilizó para potenciar el desarrollo de las competencias genéricas tecnológicas y las competencias sociales, políticas y actitudinales de dichos estudiantes. Para ello, se generó una actividad virtual denominada Trabajo de Laboratorio (TL), el cual es requisito su aprobación para obtener la regularidad de la asignatura AM II.

En este caso, el TL es una actividad que se realiza en grupos de dos integrantes donde se les asigna un ejercicio o problema para ser resuelto tanto de forma analítica como gráfica. Para la resolución, los estudiantes deben utilizar un software que les permita entender mejor el problema o simplemente como medio de validación.

El diseño curricular que tradicionalmente se desarrolla en la asignatura AMII está enfocado en la evaluación de los contenidos cognitivos y se considera a la evaluación como parte del proceso de formación del ingeniero. Acompañando esta evaluación tradicional se genera una rúbrica para evaluar el TL. Esta rúbrica es un instrumento que permite diagnosticar y evaluar competencias genéricas tecnológicas, políticas y actitudinales adquiridas por el estudiante de ingeniería mecánica de la asignatura AMII.

Para este trabajo se confecciona una rúbrica, mostrada en Tabla 1, siguiendo los cuatro niveles de dominios propuestos anteriormente en [6].

Los criterios de evaluación de la rúbrica son: resolver identificando nexos con la teoría con creatividad e innovación, utilizar herramientas o software de forma creativa, expresar sus ideas y resolución en forma clara y precisa, y buscar y comparar diferentes bibliografías.

Tabla 1. Rúbrica de evaluación de competencias

Niveles de Dominio	Contenidos	Herramientas	Comunicación	Método
Inicial-receptivo	Tiene nociones del tema. Resuelve parte del problema. 5p	No utiliza herramienta o software para la resolución. 5p	No se expresa con claridad, no se entiende cuáles son sus ideas para la resolución. 5p	Resuelve de manera algorítmica o mecánica el ejercicio. 5p
Básico	Resuelve con conceptos esenciales. 10p	Utiliza herramientas o software para mostrar la resolución 10p	Hace una narrativa de la resolución sin justificar los pasos. 10p	Resuelve utilizando analogía de los ejercicios resueltos con anterioridad en clases. 10p
Autónomo	Resuelve de manera criteriosa y argumentando el proceso. 18p	Utiliza herramientas o software como apoyo para justificar la resolución. 18p	Expresa sus ideas y resolución con claridad y argumenta los pasos realizados. 18p	Resuelve buscando más bibliografía que apoyan su accionar. 18p
Estratégico	Resuelve identificando nexos con la teoría con creatividad e innovación. 25p	Utiliza herramientas o software de forma creativa en la resolución 25p	Expresa sus ideas y resolución en forma clara y precisa. 25p	Resuelve y compara diferentes bibliografías. 25p

Los estudiantes se agrupan libremente de a pares y los jefes de trabajos prácticos fueron los encargados de distribuir los problemas. Los ejercicios, relacionados con los temas desarrollados hasta el momento en la asignatura, fueron seleccionados de la bibliografía de cátedra [10] o de exámenes previos.

Cada grupo de alumnos resuelve el TL y prepara una presentación, durante este proceso tiene la posibilidad de realizar consultas al docente. Posteriormente, los alumnos realizan el video. Cada semana dos grupos de alumnos suben sus respectivos videos a una carpeta compartida

en archivos del equipo de Microsoft Teams creada para este fin. La mayoría de los grupos utilizaron el recurso grabar videos en Microsoft PowerPoint para sus presentaciones audiovisuales. Este recurso está disponible en versiones desde 2016 en adelante, y permite grabar la presentación de PowerPoint y capturar la voz, los gestos de entrada de lápiz y la presencia de vídeo por webcam. Otros grupos grabaron desde la plataforma de Microsoft Teams. Ambos recursos heredados de los años de virtualidad.

A manera de ejemplo mostramos las siguientes imágenes de la Figura 1. En ellas se pueden observar alumnos realizando el video de un trabajo donde se integran contenidos de AM II y física.

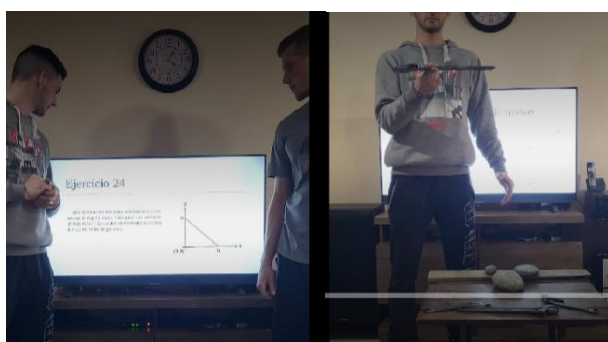


Figura 1: Imágenes capturadas de video TL.

4. RESULTADOS

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos de la rúbrica de los alumnos evaluados.

Tabla 2. Resultados de la rúbrica evaluada

Niveles de Dominio	Uso de los contenidos	Herramientas	Comunicación	Métodos
Inicial - Receptivo	14,29%	14,29%	0,00%	7,14%
Básico	35,71%	21,43%	28,57%	71,43%
Autónomo	28,57%	14,29%	35,71%	21,43%
Estratégico	21,43%	50,00%	35,71%	0,00%

Puede observarse que el 50% de los alumnos tiene un dominio autónomo o estratégico en uso de los contenidos, pero el nivel de dominio en los métodos fue básico en el 71,43% de la población estudiada y ningún estudiante logró el nivel estratégico. Esto puede estar asociado al hecho de que los alumnos podían consultar sus dudas para la resolución y así resolverlo en forma más tradicional.

Sólo el 14,29% tiene un nivel inicial-receptivo en el uso de herramientas tecnológicas y el 50% logró un nivel estratégico. Promoviendo así el uso de herramientas tecnológicas para la resolución de problemas.

Un poco más del 70% de los alumnos logró un nivel autónomo o estratégico en la comunicación, siendo uno de los objetivos de este trabajo.

Para tener una valoración de los alumnos en esta experiencia, al finalizar, se realizó una breve encuesta anónima de ocho preguntas cerradas y dos preguntas abiertas.

En general las respuestas fueron positivas, más del 80% de los alumnos consideró que esta manera de presentar el TL colaboró para estudiar y comprender el tema que debió considerar, y alrededor del 70% de los alumnos consideró que le sirvió para mejorar la oralidad, el uso de herramientas tecnológicas y el estudio autónomo.

A continuación, por una cuestión de extensión del trabajo, se muestran los resultados más destacados de dicha encuesta:

Con respecto a la pregunta ¿Te sirvió el TL para estudiar y aprender el tema que te tocó?, al consultarles a los alumnos respecto de la experiencia del TL ellos respondieron:

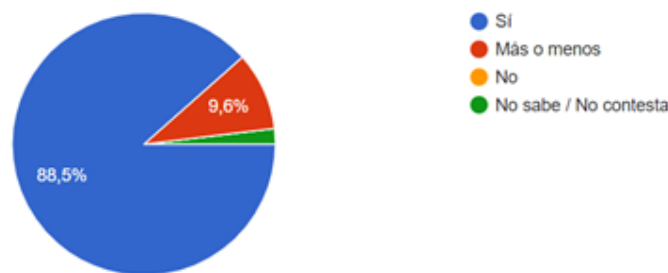


Figura 2: Respuesta de los alumnos sobre su aprendizaje en el TL

Con respecto a la competencia *comunicarse con efectividad*, al consultarles a los alumnos respecto de la experiencia del TL ellos respondieron:

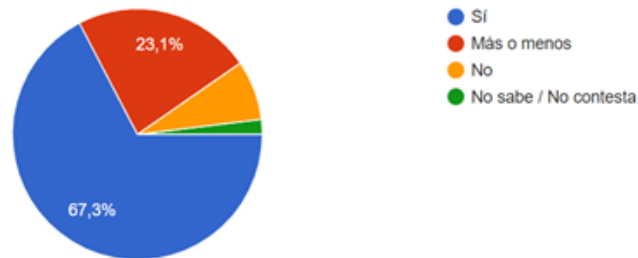


Figura 3: Respuesta de los alumnos sobre su expresión oral en el TL

Con respecto a la competencia *aprender en forma continua y autónoma*, al consultarles a los alumnos respecto de la experiencia del TL ellos respondieron:

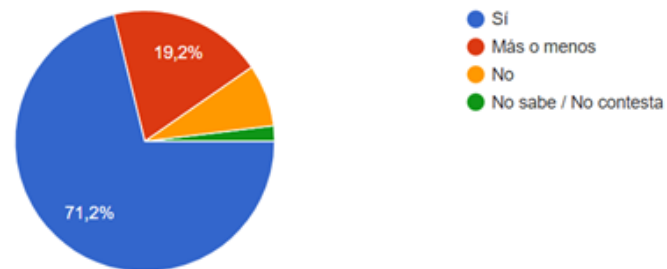


Figura 4: Respuesta de los alumnos sobre su aprendizaje autónomo para el TL

Con respecto a la pregunta ¿Te sirvió el TL para mejorar el uso del software de cálculo matemático?, al consultarles a los alumnos respecto de la experiencia del TL ellos respondieron:

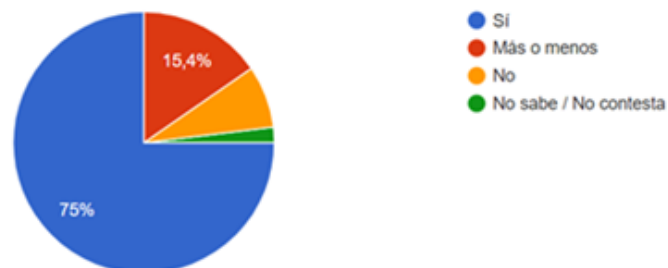


Figura 5: Respuesta de los alumnos sobre la utilización de un software para el TL

Una de las preguntas abiertas en la encuesta fue: ¿Qué recomendación nos das para mejorar el TL? (sobre cualquier aspecto), las respuestas obtenidas de los alumnos fueron, por ejemplo: “que mantengan la iniciativa, es muy dinámica y ayuda a relacionarnos mejor con nuestros compañeros y tener un poco más de expresión oral”, a su vez comentaron “que se siga haciendo de a pares y con actividades de libro. Es muchísimo más cómodo, práctico, educativo y fácil. Una vez finalizada la entrega se den los enunciados de todos los temarios como material de estudio”. Otros participantes agregan que “se realicen más seguido por ejemplo 1 por tema, que sean para todos y que, si los profesores quieren que lo exponamos, que solo se exponga uno al año”. En contraste, algunas opiniones destacan que “como los TL son asincrónicos, a algunos grupos se le puede complicar por la aleatoriedad de las fechas y las otras materias. El resto lo pasé muy bien, me gusta exponer y aprendí a utilizar una herramienta nueva”.

Además, cuando se les consultó: ¿Para qué te sirvió resolver el TL? ¿Qué aprendiste? Algunos de los alumnos encuestados respondieron que “sirvió para estar al día con la materia. Un pequeño esfuerzo extra siempre viene bien”, otros marcaron que “sirvió para trabajar la exposición de resultados. No solo era llegar a tal o cual ecuación partiendo de ciertas hipótesis, sino que también debíamos pensar en cómo mostrar el desarrollo de tal forma que se entienda”. Remarcaron también que “gran parte del trabajo fue cómo diagramar el video para que lo que teníamos desarrollado sea suficiente para una comprensión de cómo nosotros habíamos pensado la resolución del objetivo del TL” y finalmente resaltan que fue útil “para interactuar más con el programa. Lo uso para controlar los ejercicios que realizo.”

5. CONCLUSIONES

Basándonos en los resultados obtenidos en esta experiencia, consideramos que esta actividad, mediada por tecnología, promueve en los estudiantes competencias genéricas tecnológicas, proporcionándoles una base para identificar, formular y resolver problemas. Además, promueve competencias sociales, políticas y actitudinales, en especial en el desempeño en equipos de trabajos, la comunicación efectiva y el aprendizaje autónomo.

Además, desde el punto de vista cognitivo, esta actividad les permite a los alumnos desarrollar los temas de manera clara y comprensible, lo que resulta en una adquisición más efectiva de los conocimientos. A su vez, contamos con una videoteca de las presentaciones, las cuales se comparten en el aula virtual y pueden ser utilizadas para el aprendizaje autónomo de los temas.



Acordamos con Stone Wiske [8], por lo que estamos seguros en que seguiremos apostando a los Trabajos de Laboratorios Grupales, incorporando año a año cambios que mejoren tanto la comprensión como las competencias que alcancen nuestros estudiantes.

Finalmente, creemos que el desarrollo de estas competencias debe ser abordado como un proyecto a largo plazo. Para ello, es importante que los estudiantes participen en diversas prácticas que contribuyan a este proceso. En este sentido, consideramos que esta experiencia específica representa una valiosa contribución a dicho proyecto.



REFERENCIAS

- [1] Irigoyen J., Yerith Jimenez M., Acuña K. *Competencias y educación superior*. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 16, 48, 2011.
- [2] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería – CONFEDI. *Competencias en Ingeniería*. Mar del Plata. Universidad FASTA. 2014.
- [3] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería – CONFEDI. *Marco conceptual y definición de estándares de las carreras de ingeniería*. Oro Verde. 2017.
- [4] Cánepa L., Barturen O., Reynals J., Iturralde J. *Formación por competencias: Ejemplo de diseño de una actividad para integrar y motivar saberes, y su evaluación*. Revista en la Ingeniería Industrial AACINI- XII COINI. 2019.
- [5] Barber Ribera T., Dema Perez C., Estelles M. S. *La rúbrica como instrumento para la evaluación de competencias genéricas: análisis de una experiencia en ingeniería de la energía*. Revista INNODOCT. 2014.
- [6] Tobón Tobón S., Pimienta Prieto J., García Fraile J. *Secuencias didácticas: Aprendizaje y Evaluación de competencias*. Pearson, México, 2010.
- [7] Garza Garza J., Ferrando G., Treviño Cubero A. *El valor añadido por las TIC a la formación de competencias en estudiantes de ingeniería. Didáctica, innovación y multimedia*. Revista de opinión y divulgación, 11, 31, 2015.
- [8] Stone Wiske, M. *La enseñanza para la comprensión con nuevas tecnologías*. Paidós. Buenos Aires, Argentina, 2006.
- [9] Resolución 68/1994. Parte homogénea del diseño curricular de las carreras de la Universidad Tecnológica Nacional. Consejo Superior UTN. 1994. http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida_nuevo_sitio_rectorado.php3?tipo=RES&numero=68&anio=1994&facultad=CSU. Accedido 28 mayo de 2022
- [10] Stewart, J., Romo, J. H. *Cálculo de varias variables: Trascendentes tempranas*. (6a. ed.). Cengage Learning, México D.F., 2008.