

Competencias de estudiantes de ingeniería industrial fomentadas con la aplicación de tecnologías

María Elvira Rodríguez^a, Eva Casco^a, Olga Scagnetti^a, Sandra Ramirez^a

^a Departamento de Materias Básicas – UTN Facultad Regional Santa Fe

Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina

mrodriguez@frsf.utn.edu.ar

Resumen

La intención de centrar el aprendizaje en la participación activa del estudiante, en sus intereses, en situaciones relevantes y relacionadas con su vida supone un cambio en los planteos pedagógicos, exige el diseño de nuevas propuestas metodológicas y el uso de recursos didácticos capaces de facilitar estos nuevos procesos.

Teniendo en consideración el aprendizaje centrado en el alumno, como docentes de ingeniería debemos favorecer y estimular en los alumnos el desarrollo de competencias, tanto genéricas tecnológicas como las sociales, políticas y actitudinales, el trabajo efectivo en equipos y una comunicación efectiva. Una manera de hacerlo es buscando nuevas formas de enseñanza-aprendizaje mediadas por la tecnología. Éstas conforman herramientas útiles no sólo para acceder a la información sino también para contribuir en la solución de situaciones problemáticas.

Se intenta superar la mera transmisión de conocimientos por parte de los docentes a los alumnos y que los estudiantes puedan aprehender los mismos correctamente.

En esta experiencia se pretende crear una herramienta que ayude a fomentar las competencias genéricas adquiridas por los alumnos, la cual se llevará adelante mediante la realización de una actividad grupal mediada por el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TICs). El grupo estudiado forma parte de una comisión de la asignatura Análisis Matemático II correspondiente al ciclo básico de ingeniería industrial de la UTN Santa Fe.

Finalmente, una rúbrica será utilizada como instrumento de evaluación de la actividad de forma tal que permita una valoración objetiva sobre cómo se desempeñan los alumnos en ella.

Palabras Clave: Competencias- Trabajos de laboratorio- Tecnologías de la información

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 activo, centrado en el alumno, donde el estudiante pasa de ser un receptor pasivo a ser un participante activo de su propio proceso de aprendizaje. El aprendizaje activo se caracteriza en modificar la actitud de los estudiantes, los cuales deben hacer mucho más que simplemente sentarse frente a un docente que habla; deben leer, reflexionar, escribir, discutir con sus pares, utilizar reglas, resolver problemas (Cukierman, 2018).

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.

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.

Éste es un modelo de aprendizaje en el que el alumno se implica y toma mayor protagonismo, realizando actividades en el aula y fuera de ésta que le ayudan a reflexionar, a desarrollar habilidades y competencias (Estriégana y Barchino Plata, 2013).

En cuanto al concepto de competencias, se aprecia a través de diversos autores, que son diversos los enfoques y maneras de tratarlo. Se puede decir 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. (Irigoyen, 2011).

Zabalza (2007) hace referencia a que el ámbito de las competencias trata de orientarnos hacia un diseño de la formación en el que se afronten todas las dimensiones del desarrollo de las personas, y en el que las oportunidades de aprendizaje que se les ofrezcan permitan y obliguen no sólo a acumular informaciones, sino a proyectar esos conocimientos a aplicaciones prácticas, sea elaborando productos, resolviendo casos o problemas prácticos. Se pone el énfasis principalmente en el “saber hacer” y el “saber ser” partiendo del “saber”.

De todas maneras, y dado que el documento de cabecera adoptado por la UTN es el Libro Rojo del CONFEDI (2018), se enfatiza la definición que en este se expresa 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”.

El Libro Rojo también expresa que, las ciencias básicas de la Ingeniería abarcan las competencias y los descriptores de conocimiento básicos necesarios para las carreras de ingeniería, en función de los avances científicos y tecnológicos, a fin de asegurar una formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas.

A su vez, establece como competencias tecnológicas a: 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: 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” (CONFEDI, 2017).

En la biblioteca científica actual se dispone de un conjunto de investigaciones que aportan al conocimiento respecto de las competencias tratadas en este trabajo.

El aprendizaje basado en problemas es una metodología didáctica en la cual los estudiantes abordan, en grupos pequeños y guiados por el o la docente, problemas reales o posibles. Este proceso cuenta con elementos tales como: módulos temáticos definidos, descripción del problema, discusión en grupos, guía del docente, formulación de objetivos y resultados de aprendizaje, aprendizaje autónomo y un reporte de la solución hallada. (Calderón, 2023).

Por ejemplo, se estudian también las competencias adquiridas a partir del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria (Gil Galván, 2018).

Para la resolución de estos problemas matemáticos planteados se puede aplicar el esquema de 4 fases basado en el modelo de George Polya (1965). Las fases consisten en: comprender el problema, concebir un plan, ejecutar el plan y verificar la solución obtenida (May Cen, 2015). Con este método el alumno desarrollará la capacidad de entender, analizar y proponer soluciones a problemas de matemáticas e ingeniería (Calderón, 2023).

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 (Cápena et al., 2019).

Según Barber et al. (2014), 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.

Otra forma de evaluar es utilizando una pauta de cotejo, con la que se puede diseñar la evaluación de acuerdo a los objetivos de aprendizaje. Se elabora una lista de las habilidades que el conjunto de estudiantes debe mostrar y los productos que se deben observar. Con esta herramienta es factible evaluar el desempeño de cada estudiante a través de la observación. Combina evaluación de procesos y de productos finales. Es muy útil cuando se evalúa una secuencia de pasos o una actividad que debe seguir un método específico y no otro. También se puede usar para evaluar un ensayo o artículo escrito por estudiantes, un trabajo de investigación o una actividad práctica secuencial. (Calderón, 2023).

Tobón Tobón et al. (2010) 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.

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. (2015), 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: a la organización de la información, a la comprensión de relaciones funcionales, a la interpretación de la información y a 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 (2006), 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.

2 Materiales y métodos

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. 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, 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 (Stewart, 2008) 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.

La experiencia se plantea con una comisión de estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial en la asignatura Análisis Matemático II (AM II) de la Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF). El número de estudiantes que realizará esta experiencia será de 24, divididos en grupos de 3 integrantes, y se desarrollará a lo largo del segundo cuatrimestre del año lectivo 2023.

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

El módulo temático considerado es la interpretación física del concepto de derivada: razón de cambio. El tópico modular es de derivadas parciales. Es un tema referidos al cálculo diferencial en funciones de una y varias variables, incluido en la unidad 2 de la materia.

Como resultados de aprendizaje se espera que el alumno pueda resolver situaciones problemáticas utilizando recursos del cálculo diferencial, que permiten encontrar soluciones en contexto de ingeniería.

Además de plantear la resolución de un ejercicio matemático, se plantea un problema matemático donde, mediante el uso de tecnología (software libre elegido por los alumnos) se les solicita que muestren la variación o evolución de las variables mediante la ejecución de la situación dinámica. Con este planteamiento se evidencian las tres características importantes del aprendizaje basado en problemas: el desconocimiento del camino de solución, la no existencia de una solución inmediata y la existencia de un interés para transformar la situación a la cual se enfrentan (Calderón, 2023). Como resultados del trabajo, los alumnos deben presentar, por un lado, un informe escrito por grupo con las resoluciones y conclusiones escritas, y por otro lado, un video exponiendo el desarrollo en el software y explicando la situación dinámica. Los alumnos deben subir sus archivos a una carpeta compartida del equipo de Microsoft Teams creada para este fin.

Cada instancia requerida del TL tiene establecida una forma de evaluación: el instrumento de evaluación definido para el reporte escrito y demostración de ingenio será una lista de cotejo, la cual se detalla a continuación en la Tabla 1:

Tabla 1. Lista de cotejo propuesta

| Reactivos o aspectos a evaluar | SI | NO | Observaciones |
|--|-----------|-----------|----------------------|
| Interpretar el problema planteado en el contexto | | | |
| Identificar las variables involucradas | | | |
| Realizar bosquejo o gráfica de la situación estática | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| Relacionar las variables mediante ecuaciones | | | |
| Identificar las incógnitas del problema | | | |
| Plantear la razón de cambio aplicando regla de la cadena | | | |
| Sustituir las variables dato del problema | | | |
| Obtener conclusiones | | | |

La rúbrica propuesta para evaluar la presentación oral y desempeño con el software se diseña considerando criterios de evaluación y niveles de dominio. Los criterios de evaluación son: resolver el problema identificando nexos con la teoría con innovación, utilizar herramientas o software de forma creativa, expresar sus ideas y resolución en forma clara y precisa, y buscar y comparar diferentes bibliografías. Se indica la Tabla 2 la rúbrica propuesta:

Tabla 2. Rúbrica de evaluación

| | | Criterios de Evaluación | | | |
|--------------------|-------------------|---|--|---|---|
| | | Resolver el problema con innovación relacionando con la teoría | Utilizar el software de forma creativa | Expresar las ideas y resolución en forma clara y precisa | Resuelve y compara con diferentes bibliografías. |
| Niveles de dominio | 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 |

3 Resultados y discusiones

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 industrial.

Se pretende que los alumnos aprecien esta manera de presentar el TL, que les ayude para estudiar y comprender el tema y que puedan mejorar la oralidad, el uso de herramientas tecnológicas y el estudio autónomo.

Como posible problema que planteamos bajo discusión puede ser el hecho de tener que evaluar diferentes ejercicios en base a una misma rúbrica que pueden generar inconvenientes si se presentan distintas complejidades. Dicho instrumento de evaluación cuenta con la desventaja de la generalidad de lo que evalúa, por lo cual, la retroalimentación que recibe cada estudiante puede ser insuficiente.

4 Conclusiones

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 la comunicación efectiva y el aprendizaje autónomo.

Desde el punto de vista cognitivo, esta actividad puede permitir 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.

Con la rúbrica como herramienta de evaluación se otorga una valoración subjetiva en escala numérica que va de lo bajo a lo alto de acuerdo a características concretas de valoración, tiene la ventaja de su practicidad y facilidad de diseño; así como también permite ver la mejora gradual del desempeño de cada estudiante.

Estamos seguros en que continuaremos propiciando la realización de los Trabajos de Laboratorios Grupales, incorporando año a año cambios que mejoren tanto la comprensión como el desarrollo de las competencias de 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

Barber Ribera T., Dema Perez C., Estelles M. S., (2014). La rúbrica como instrumento para la evaluación de competencias genéricas: análisis de una experiencia en ingeniería de la energía. Revista INNODOCT.

Calderón, I., (2023). Guía docente para la enseñanza de las matemáticas. Secretaría Académica UTN.

Cánepa L., Barturen O., Reynals J., Iturralde J., (2019). 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.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería – CONFEDI, (2014). Competencias en Ingeniería. Mar del Plata. Universidad FASTA.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería – CONFEDI, (2017). Marco conceptual y definición de estándares de las carreras de ingeniería. Oro Verde.

CONFEDI (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina - Aprobado por la Asamblea del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina Rosario - 1 de junio de 2018.

Cukierman, U., (2018). Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería. Recuperado de: https://www.academia.edu/37040716/Aprendizaje_centrado_en_el_estudiante_un_enfoque_imprescindible_para_la_educaci3n_en_ingenier%C3%Ada

Estriégana Valdehita, R.; Barchino Plata, R., (2013). “Uso de videos educativos para introducir técnicas de aprendizaje activo en el aula”. XV Simposio Internacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación. Universidad Complutense de Madrid. 17 al 20 de septiembre, 51-58.

Garza Garza J., Ferrando G., Treviño Cubero A., (2015). 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.

- Gil Galván, R., (2018). El uso del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa RMIE*. 23, 76, PP. 73-93. México.
- Irigoyen J., Yerith Jimenez M., Acuña K., (2011). Competencias y educación superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 16, 48.
- May Cen, I., (2015). George Polya (1965). Cómo plantear y resolver problemas. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 3, 8, pp. 419-420. México.
<https://www.redalyc.org/journal/4576/457644946012/html/>
- 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](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
- Stewart, J., Romo, J. H., (2008). *Cálculo de varias variables: Trascendentes tempranas*. (6a. ed.). Cengage Learning, México D.F.
- Stone Wiske, M., (2006). *La enseñanza para la comprensión con nuevas tecnologías*. Paidós. Buenos Aires, Argentina.
- Tobón Tobón S., Pimienta Prieto J., García Fraile J., (2010). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y Evaluación de competencias*. Pearson, México.
- Zabalza Beraza, M. A., (2007). *El trabajo por competencias en la enseñanza universitaria*, Santiago de Compostela.