

# Un aporte al desarrollo de “Soft Skills” en Ingeniería Industrial. Experiencia en Análisis Numérico y Cálculo Avanzado

**Rodríguez, Georgina**

[grodriguez@frsn.utn.edu.ar](mailto:grodriguez@frsn.utn.edu.ar)

**Laugero, Lorena**

[llaugero@frsn.utn.edu.ar](mailto:llaugero@frsn.utn.edu.ar)

**Caligaris, Marta**

[mcaligaris@frsn.utn.edu.ar](mailto:mcaligaris@frsn.utn.edu.ar)

**Depaoli, Iván**

[idepaoli@frsn.utn.edu.ar](mailto:idepaoli@frsn.utn.edu.ar)

*Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional (Argentina).*

Fecha de recepción COINI 2022: 02/07/2022

Fecha de aprobación COINI 2022: 03/10/2022

Fecha de aprobación RIII: 30/01/2024

## RESUMEN

Cualidades como la creatividad, la originalidad, la inteligencia social y emocional son claves para las profesiones del futuro. La formación académica en carreras de ingeniería debe ir mucho más allá de la formación técnica y la capacitación tecnológica, debe incluir también habilidades vinculadas a la comunicación eficiente y al trabajo en equipo, entre otras.

En el curso de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado, asignatura de tercer año del plan de estudios de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás, UTN, a partir de las competencias de egreso propuestas por el CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) se sumó a los contenidos específicos de la materia el desarrollo de algunas habilidades blandas. En particular, el desarrollo de actividades relacionadas con la comunicación, tanto oral como escrita.

En el ciclo lectivo 2022, se realizó una experiencia donde se les propuso a los estudiantes un trabajo práctico grupal donde debían elegir un problema ingenieril, preferentemente relacionado con la carrera, para ser resuelto con las técnicas numéricas aprendidas en la asignatura. Luego, debían hacer una exposición oral describiendo el proceso de resolución efectuado y mostrando las ventajas y desventajas de los métodos aplicados. Este trabajo tiene como objetivo mostrar la experiencia de cátedra realizada, presentar los resultados obtenidos y dar a conocer la opinión de los alumnos sobre la realización de este tipo de actividades en “materias duras” de la carrera.

**Palabras Claves:** competencias de egreso; habilidades blandas; comunicación oral; resolución de problemas; evaluación.

**A contribution to the development of "soft skills" in Industrial Engineering. Experience in Numerical Analysis and Advanced Calculus**

**ABSTRACT**

Qualities such as creativity, originality, social and emotional intelligence are key to the professions of the future. Academic training in engineering careers must go far beyond technological training, it must also include skills related to efficient communication and teamwork, among others.

In the Numerical Analysis and Advanced Calculus course, included in the third level of the Industrial Engineering curriculum of Facultad Regional San Nicolás, UTN, considering the graduation skills in engineering careers proposed by the CONFEDI (Federal Council of Deans of Engineering) the development of some soft skills was added to the specific contents of the subject. In particular, the development of activities related to verbal and written communication.

In 2022 an experience was carried out where students were proposed a practical group work where they had to choose an engineering problem, preferably related to the career, to be solved with the numerical techniques learned in the subject. Then, they had to make an oral presentation describing the resolution process carried out and showing the advantages and disadvantages of the applied methods. The aim of this work is to present the experience carried out, results obtained, and the opinion of the students about carrying out this type of activities in "hard subjects" of the career.

**Keywords:** graduation competencies; soft skills; oral communication; problem resolution; assessment.

**Uma contribuição para o desenvolvimento de "Soft Skills" em engenharia Industrial. Experiência em Análise Numérica e Cálculo Avançado**

**RESUMO**

Qualidades como a criatividade, a originalidade, a inteligência social e emocional são fundamentais para as profissões do futuro. A formação acadêmica nas carreiras de engenharia deve ir muito além da formação técnica e tecnológica, devendo também incluir competências ligadas à comunicação eficiente e ao trabalho em equipa, entre outras.

No curso de Análise Numérica e Cálculo Avançado, uma disciplina do terceiro ano do plano de estudos de Engenharia Industrial da Faculdade Regional de San Nicolás, UTN, com base nas competências de licenciatura propostas pelo CONFEDI (Conselho Federal de Reitores de Engenharia), o desenvolvimento de algumas competências transversais foi adicionado aos conteúdos específicos da disciplina. Em particular, o desenvolvimento de atividades relacionadas com a comunicação, tanto oral como escrita.

No ano letivo de 2022, foi realizada uma experiência em que foi proposto aos alunos um trabalho prático de grupo em que tinham de escolher um problema de engenharia, de preferência relacionado com o seu curso, para ser resolvido com as técnicas numéricas aprendidas na disciplina. De seguida, tiveram de fazer uma apresentação oral descrevendo o processo de resolução e mostrando as vantagens e desvantagens dos métodos aplicados. O objetivo deste trabalho é mostrar a experiência de ensino realizada, apresentar os resultados obtidos e dar a opinião dos alunos sobre a realização deste tipo de actividades em "disciplinas difíceis" do curso.

**Palavras chave:** competências de saída; competências transversais; comunicação oral; resolução de problemas; avaliação.

## 1. INTRODUCCIÓN

A mediados de mayo de 2021, por Resoluciones 1537 a 1566/2021 del Ministerio de Educación, se aprobaron los Contenidos Curriculares Básicos, Carga Horaria Mínima, Criterios de Intensidad de la Formación Práctica y Estándares para la Acreditación de las Carreras de Ingeniería. Los Contenidos Curriculares Básicos se clasifican conceptualmente en 4 bloques: Ciencias Básicas de la Ingeniería, Tecnologías Básicas, Tecnologías Aplicadas y Ciencias y Tecnologías Complementarias. En el curso de los distintos bloques, y de manera transversal de acuerdo con las decisiones de cada carrera, se debe desarrollar la formación relacionada con diferentes ejes: fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo, fundamentos para una comunicación efectiva, fundamentos para una actuación profesional ética y responsable, fundamentos para el aprendizaje continuo, entre otros. Cada institución determina qué estrategias utilizará para asegurar estas competencias de egreso, comunes a todas las carreras de ingeniería.

La evaluación de estas competencias debe suponer un proceso continuo que se hace a medida que se llevan a cabo las actividades de aprendizaje. De esta manera, no se evalúa al final, sino paralelamente a la realización de las actividades (Tobón Tobón, Pimienta Prieto, & García Fraile, 2010).

Durante su vida universitaria, los estudiantes de ingeniería deben comenzar a desarrollar la capacidad de brindar soluciones originales y creativas a distintos problemas de la vida real. Las carreras tradicionales basadas en la tecnología, como las ingenierías, ahora enfrentan además el desafío de mejorar las habilidades multidisciplinarias, colaborativas y empresariales (Caten, Silva, Aguiar, Pinto Silva Filho, & Piqué Huerta, 2019).

En el curso de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado, asignatura del tercer nivel de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás, UTN, se empezó a trabajar en este sentido. En el ciclo lectivo 2022 se realizó una experiencia donde se les propuso a los estudiantes un trabajo práctico grupal donde se les pedía elegir un problema ingenieril, preferentemente relacionado con la carrera, para luego ser resuelto con las técnicas numéricas aprendidas en la asignatura. Finalmente, debían hacer una exposición oral describiendo el problema elegido, los métodos aplicados y las soluciones obtenidas junto con las ventajas y desventajas de cada uno.

Este trabajo tiene como objetivo mostrar la experiencia de cátedra realizada, presentar los resultados obtenidos y dar a conocer la opinión de los alumnos sobre la realización de este tipo de actividades en “materias duras” de la carrera.

## 2. MARCO TEÓRICO

### La comunicación

La falta de conocimiento y organización en los estudios relacionados con la importancia de las habilidades blandas para los ingenieros está ligada al hecho de que generalmente se dan por sentadas. Entre las habilidades blandas más importantes en el ejercicio de la ingeniería se encuentra la comunicación, tanto oral como escrita.

Dado que los ingenieros están constantemente en contacto con otras personas, sean clientes, proveedores, consumidores, e incluso autoridades, así como con otros colegas de diferentes campos, la capacidad de expresarse de manera eficiente y clara es clave para ellos. Inclusive, el conocimiento de un segundo idioma es obviamente una ventaja para quienes trabajan en un entorno extranjero, ya sea en

otro país o tratando con clientes de otras partes del mundo (de Campos, de Resende, & Borges Fagundez, 2020).

La comunicación verbal facilita el diálogo y ayuda a desarrollar argumentos para enunciar o defender una idea. También ayuda en la orientación de nuevos colaboradores, la comunicación entre colegas y la información efectiva de los conceptos y alcances del proyecto a los clientes y/o gerentes. La capacidad de escuchar con atención y comunicarse sin ambigüedades, facilita la resolución de problemas de ingeniería.

### **Los métodos numéricos en la resolución de problemas ingenieriles**

Debido a la gran dificultad para obtener soluciones analíticas de problemas ingenieriles, se ha recurrido, históricamente, al uso de modelos simplificados. Si bien la aplicación de este procedimiento ha dado muy buenos resultados y aún lo sigue haciendo, y es lo que constituye la denominada “ingeniería práctica”, es importante notar que se trata de una metodología que presenta algunas limitaciones en cuanto a las posibilidades de análisis, hecho que se hace más evidente si se consideran las posibilidades que presenta la tecnología moderna.

Por esta razón, es importante que los estudiantes de ingeniería aprendan métodos numéricos que permitan aproximar la solución de problemas cuya solución analítica no es posible obtener.

Por otra parte, tal como sostienen Hasana y Surya (2017), la habilidad de la resolución de problemas en el aprendizaje de matemática estimula a los alumnos a realizar una autoevaluación de sus resultados de aprendizaje. Los estudiantes, al aplicar lo aprendido en la resolución de un problema de aplicación relacionado con la carrera se sienten satisfechos por haber encontrado la solución y, además, perciben la utilidad de lo aprendido.

### **El proceso de evaluación**

Se evalúa para medir los aprendizajes de los alumnos. Una forma de hacerlo es mediante la determinación de resultados de aprendizaje, es decir, enunciados acerca de lo que se espera que el estudiante deba saber, comprender y / o ser capaz de demostrar al término de un período de aprendizaje (Kennedy, 2007). De los resultados de aprendizaje establecidos se desprenden criterios de evaluación, o sea, principios, ideas o normas de valoración en relación a los cuales se emite un juicio valorativo sobre el objeto evaluado (García Sanchez, 2010), Por medio de ellos, es posible entender qué conoce, comprende y sabe hacer el alumno, lo que exige una evaluación de sus conocimientos teóricos, su capacidad de resolución de problemas, sus habilidades orales y sociales, entre otros aspectos. Esta autora sugiere las siguientes recomendaciones para definir los criterios de evaluación:

- determinar, para cada contenido, qué competencias se espera desarrollar y establecerle un criterio de evaluación.
- especificar claramente el tipo y grado de aprendizaje que se pretende que el alumno alcance.
- establecer un aprendizaje mínimo y, a partir de él, fijar diferentes niveles para evaluar la diversidad de aprendizajes.

Una manera útil de organizar los criterios de evaluación, establecidos a partir de los resultados de aprendizaje, para la corrección, es mediante una rúbrica. Precisamente, una rúbrica es un registro evaluativo que posee ciertos criterios o dimensiones a evaluar y lo hace siguiendo ciertos niveles o gradaciones de calidad y tipificando los estándares de desempeño (Cano García, 2015). Uno de los principales beneficios de su uso se basa en el valor formativo y formador que tienen. Tal como sostienen Torres y Perera (2010):

La rúbrica tiene un doble valor en el uso que le damos cuando trabajamos con ella en nuestra práctica educativa. De una parte, es una herramienta de evaluación que debe entenderse en un contexto diferente al de la evaluación convencional. La rúbrica no sólo pretende evaluar los conocimientos del alumnado, sino que, además, debe servir como herramienta de reflexión que le permita tomar conciencia de lo aprendido. De otra parte, también sirve al alumnado como guía para cumplimentar las partes en las que se estructura una actividad. Precisamente, esta última función apoya la acción tutorial del docente (p. 148).

Mediante la publicación de la rúbrica, los estudiantes pueden conocer cómo van a ser evaluados sus trabajos y qué cuestiones deben tener en cuenta para mejorar los resultados en las distintas instancias evaluativas.

### 3. EXPERIENCIA DE CÁTEDRA

Dentro de los objetivos de la materia Análisis Numérico y Cálculo Avanzado, se encuentran la resolución de problemas de aplicación y el desarrollo y afianzamiento de aspectos vinculados a la comunicación, tanto oral como escrita. Con este fin, en las cartillas de actividades se incluyen, por un lado, ejercicios conceptuales donde los estudiantes deben explicar, fundamentar, justificar, apelando al marco teórico, y, por otro, problemas de aplicación en ingeniería. También se plantea la resolución de trabajos prácticos donde los alumnos deben proponer y/o resolver problemas además de poner en juego habilidades vinculadas a la comunicación.

En las siguientes secciones, se explicarán los aspectos más importantes de la actividad que se les planteó a los estudiantes como cierre del primer cuatrimestre de la materia.

#### Trabajo práctico propuesto

La Figura 1 muestra el trabajo práctico asignado a los alumnos.

1. Formar grupos de tres a cuatro integrantes.
2. Cada grupo deberá seleccionar algún problema ingenieril cuya modelización esté relacionada con alguno de los temas estudiados en la asignatura durante el primer cuatrimestre:
  - Ecuaciones no lineales
  - Sistemas de ecuaciones lineales
  - Integración Numérica
  - Interpolación y ajuste de curvas.Luego deberá resolverlo aplicando todos los métodos numéricos estudiados posibles.
3. Cada grupo deberá exponer en forma oral el trabajo realizado, al resto de los compañeros. En la exposición deberán, según su criterio, exponer cuáles son las principales ventajas y desventajas de los métodos numéricos aplicados para obtener la solución del problema elegido.
4. Cada grupo contará con un tiempo máximo de diez minutos para hacer su presentación. Para realizar la exposición, podrán utilizar presentaciones digitales y/o pizarrón. Todos los integrantes del grupo deberán participar en la exposición oral.
5. Los docentes serán las personas que cederán la palabra a cada uno de los grupos y quienes controlarán el tiempo de las exposiciones.
6. Los docentes podrán hacer intervenciones al finalizar la exposición de cada grupo, en caso que se hubieren detectado errores o se hayan planteado dudas.

Figura 1. Trabajo práctico propuesto

Esta actividad tenía como intención que los estudiantes:

- buscaran un problema de aplicación que pudiera ser modelizado mediante alguno de los temas dados en la asignatura en el primer cuatrimestre: ecuaciones no lineales, sistemas de ecuaciones lineales, integración numérica, aproximación y ajuste de curvas
- aplicaran alguno de los métodos numéricos estudiados para obtener la solución de un problema ingenieril.
- explicaran, de manera clara y concisa, cómo se aplica el método numérico seleccionado al problema propuesto.
- comunicaran la información, utilizando un lenguaje pertinente al contexto de la situación.
- expusieran y defendieran su trabajo ante sus compañeros y profesores.

### **Resultados de aprendizaje establecidos**

En el trabajo práctico propuesto, se plantearon los siguientes resultados de aprendizaje:

- R1: aplican los métodos numéricos estudiados para resolver el problema propuesto considerando las características que presenta el mismo.
- R2: muestran los resultados más importantes del trabajo realizado por el grupo para socializarlos de acuerdo a las pautas planteadas.
- R3: comunican el proceso de resolución del problema de forma oral en un lenguaje pertinente al contexto de la situación e intención comunicativa.

### **Criterios de evaluación planteados**

A continuación, se enuncian los criterios de evaluación considerados para analizar el grado de concreción de cada uno de los resultados de aprendizaje establecidos.

- CR1.1: Plantean el modelo matemático que describe al problema considerando las condiciones impuestas.
- CR1.2: Calculan y comparan las soluciones obtenidas al aplicar los métodos numéricos estudiados.
- CR1.3: Interpretan la solución numérica obtenida para dar respuesta al problema propuesto.
- CR2.1: Presentan la información que se quiere comunicar de manera organizada.
- CR2.2: Confeccionan una presentación empleando de manera adecuada las normas gramaticales y ortográficas.
- CR2.3: Realizan una presentación con un diseño original y creativo.
- CR3.1: Explican el proceso de resolución del problema propuesto de manera ordenada, comprensible y detallada.
- CR3.2: Emplean un vocabulario adecuado al contexto de la situación e intención comunicativa en su exposición oral.
- CR3.3: Utilizan en su exposición de forma adecuada las normas gramaticales y no realizan repeticiones innecesarias de palabras.
- CR3.4: Emplean en su explicación un tono de voz y ritmo pertinente para mantener el interés de quien lo mire.
- CR3.5: Mantienen contacto visual con la audiencia durante la explicación realizada.
- CR3.6: Efectúan una exposición que demuestra que todos los integrantes del grupo han colaborado en la resolución del problema.
- CR3.7: Confeccionan una presentación con una duración según el tiempo establecido.

Tabla 1: Rúbrica elaborada considerando los resultados de aprendizaje

	<b>Debe mejorar</b> (2 puntos)	<b>Bueno</b> (6 puntos)	<b>Avanzado</b> (10 puntos)
<b>CR1.1</b> (5%)	No escriben el modelo matemático que representa al problema.	Escriben con muchos errores el modelo matemático que representa al problema.	Escriben adecuadamente el modelo matemático que representa al problema.
<b>CR1.2</b> (20%)	No aplican de manera adecuada los métodos numéricos y tampoco comparan correctamente las soluciones obtenidas.	Aplican con errores los métodos numéricos y no comparan correctamente las soluciones obtenidas.	Aplican de manera adecuada los métodos numéricos y comparan correctamente las soluciones obtenidas.
<b>CR1.3</b> (5%)	No escriben la solución del problema.	Escriben con muchos errores la solución del problema.	Escriben sin errores la solución del problema.
<b>CR2.1</b> (15%)	No realizan una presentación bien estructurada del proceso de resolución del problema.	Realizan una presentación poco estructurada del proceso de resolución del problema.	Realizan una presentación bien estructurada del proceso de resolución del problema.
<b>CR2.2</b> (5%)	En la presentación, no respetan las normas gramaticales y ortográficas.	En la presentación, no respetan en algunos casos las normas gramaticales y ortográficas.	En la presentación, respetan las normas gramaticales y ortográficas.
<b>CR2.3</b> (5%)	La presentación no tiene un diseño atractivo para mantener la atención de la audiencia.	La presentación tiene un diseño poco atractivo para mantener la atención de la audiencia.	La presentación tiene un diseño atractivo para mantener la atención de la audiencia.
<b>CR3.1</b> (15%)	No realizan una explicación clara, minuciosa y bien organizada del proceso de resolución del problema.	Realizan una explicación clara pero poco minuciosa y no muy bien organizada del proceso de resolución del problema.	Realizan una explicación clara, minuciosa y bien organizada del proceso de resolución del problema.
<b>CR3.2</b> (5%)	No utilizan en su explicación un vocabulario pertinente y técnico.	Utilizan en su explicación un vocabulario pertinente y poco técnico.	Utilizan en su explicación un vocabulario pertinente y técnico.
<b>CR3.3</b> (5%)	En la explicación no emplean adecuadamente las normas gramaticales y utilizan latiguillos	En la explicación emplean de forma poco adecuada las normas gramaticales y utilizan latiguillos.	En la explicación emplean adecuadamente las normas gramaticales y no emplean latiguillos.
<b>CR3.4</b> (5%)	No usan en su explicación un tono de voz y ritmo adecuado para mantener la atención de la audiencia.	Usan en su explicación un tono de voz y ritmo poco adecuado para mantener la atención de la audiencia.	Usan en su explicación un tono de voz y ritmo adecuado para mantener la atención de la audiencia.
<b>CR3.5</b> (5%)	Los miembros del grupo no miran a la audiencia mientras realizan las explicaciones y leen de la presentación.	Los miembros del grupo sólo a veces miran a la audiencia mientras realizan las explicaciones y leen parte de la presentación.	Los miembros del grupo siempre miran a la audiencia mientras realizan las explicaciones.
<b>CR3.6</b> (5%)	Uno de los integrantes del grupo es quien realiza la explicación del proceso de resolución del problema.	Algunos de los integrantes del grupo participan en la explicación del proceso de resolución del problema.	Todos los integrantes del grupo participan en la explicación del proceso de resolución del problema.
<b>CR3.7</b> (5%)	La duración de la presentación no se ajusta en absoluto al tiempo establecido.	La duración de la presentación no se ajusta al tiempo establecido pero el desfase no es considerable.	La duración de la presentación se ajusta de manera precisa al tiempo establecido.

### Rúbrica elaborada para evaluar la presentación

La Tabla 1 muestra la rúbrica elaborada para la corrección del trabajo práctico propuesto, considerando los resultados de aprendizaje.

Esta rúbrica, junto con los criterios de evaluación, fue publicada, en la plataforma Moodle que se utiliza para el desarrollo de los cursos (Campus Virtual Global de la FRSN) cuando se propuso la realización del trabajo práctico.

## 4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se acudió a la aplicación de herramientas provenientes de la estadística descriptiva para realizar una rápida lectura de los resultados obtenidos por los estudiantes. Por medio de la construcción de tablas de frecuencias, gráficos porcentuales y cálculo de parámetros de tendencia central, se sintetizó toda la información relevada. A continuación, se presenta la tabulación efectuada y una breve descripción de los resultados obtenidos.

### Resultados obtenidos al evaluar la presentación con la rúbrica

Las Figuras 2 y 3 muestran los resultados obtenidos al tabular la información recabada teniendo en cuenta los criterios de evaluación establecidos y los niveles de dominio. En ellas, el color rojo representa que los estudiantes deben mejorar en ese criterio, el amarillo simboliza que ese criterio fue alcanzado con un nivel bueno, mientras que el color verde indica que el criterio fue conseguido con un nivel avanzado.

La Figura 2(a) muestra los resultados obtenidos en los criterios de evaluación correspondientes al primer resultado de aprendizaje. Como se puede ver, todos los estudiantes pudieron escribir el modelo matemático que representaba al problema propuesto ya sea correctamente o con pequeños errores (CR1.1).

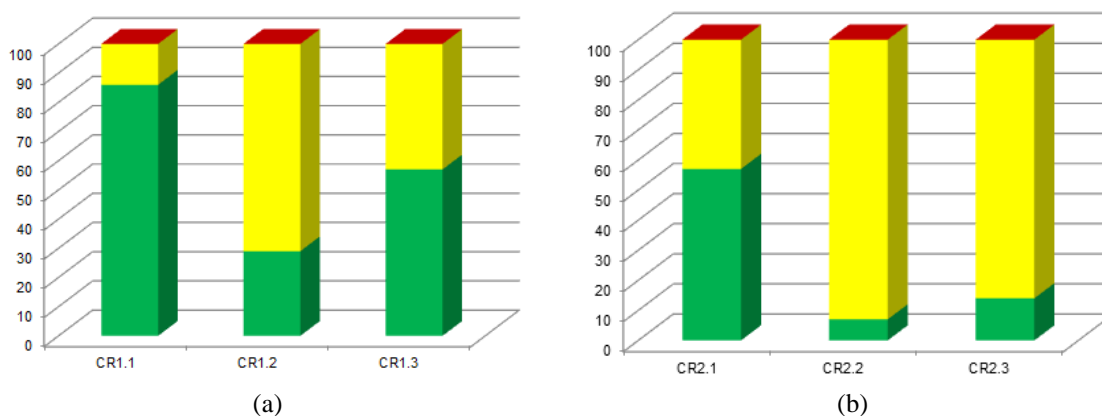


Figura 2. Resultados obtenidos en los criterios de evaluación correspondientes a los dos primeros resultados de aprendizaje

El 71% de los alumnos aplicó con errores los métodos numéricos estudiados o no comparó las soluciones obtenidas de manera adecuada (CR1.2). Estos resultados permiten deducir que un alto porcentaje de alumnos tuvo dificultades vinculadas al cálculo y análisis de una solución numérica.



Con respecto a la interpretación de la solución numérica obtenida para dar respuesta al problema propuesto, el 57% de los estudiantes logró escribir la solución sin errores (CR1.3).

Como se puede observar en la Figura 2(b), la totalidad de los alumnos pudo confeccionar una presentación donde se mostraba la información de manera organizada (CR2.1). El 43% de los estudiantes alcanzó este criterio con un nivel bueno.

Sólo el 7% de los estudiantes escribe la información que desea presentar empleando de manera adecuada las normas gramaticales y ortográficas (CR2.2). Los errores más frecuentes fueron: el uso incorrecto de los signos de puntuación y la no acentuación de ciertas palabras.

El 86% de los alumnos realizó una presentación con un diseño poco atractivo para mantener la atención de la audiencia (CR2.3). Una de las cuestiones que se resaltó en este criterio, es el tamaño de letra empleado en las presentaciones, lo cual dificultaba la lectura de la información que contenía cada una de las diapositivas.

Con respecto a los resultados obtenidos en los criterios de evaluación correspondientes al tercer resultado de aprendizaje, mostrados en la Figura 3, se puede concluir que las mayores dificultades se presentaron en los criterios CR3.1 y CR3.2: el 71% de los alumnos realiza una explicación clara pero poco minuciosa y no muy bien organizada del proceso de resolución del problema, mientras que el 86% de los estudiantes utiliza en su explicación un vocabulario pertinente pero poco técnico.

Un alto porcentaje, alrededor del 79%, usó en su explicación un tono de voz y ritmo adecuado para mantener la atención de la audiencia (CR3.4).

El 43% de los alumnos, dirigió a veces la mirada a la audiencia, mientras realizaban las explicaciones, debido a que leían parte de la presentación (CR3.5).

En cuanto a los criterios CR3.3, CR3.6 y CR3.7, la totalidad de los alumnos alcanzaron estos criterios con un nivel avanzado ya que realizaron una exposición donde emplearon adecuadamente las normas gramaticales, todos los miembros de los distintos grupos participaron de la explicación del proceso de resolución del problema y elaboraron una presentación con una duración según el tiempo establecido.

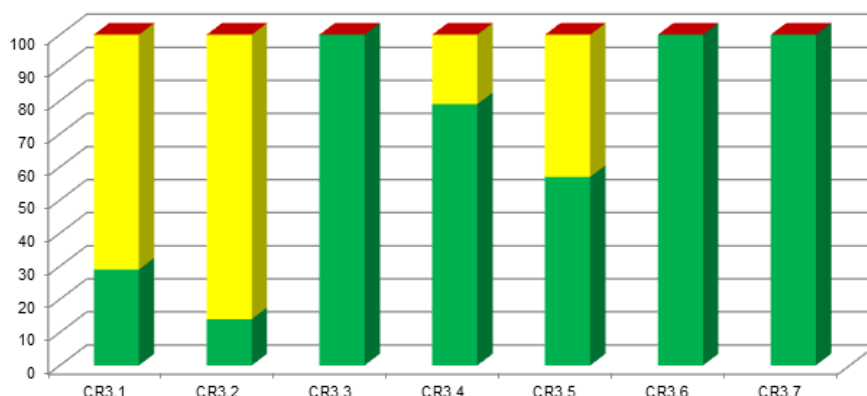


Figura 3. Resultados obtenidos en los criterios de evaluación correspondientes al tercer resultado de aprendizaje

### Encuesta realizada a los alumnos

Con el objetivo de conocer la opinión de los alumnos sobre este tipo de actividades en la materia, se realizó una encuesta. La misma, estaba constituida por cuatro secciones. En la primera sección, se presentaban preguntas cerradas vinculadas al afianzamiento de habilidades y a una apreciación sobre

la experiencia vivida. Para ello, se utilizó una escala tipo Likert (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010) con los siguientes valores numéricos: 5, totalmente de acuerdo; 4, de acuerdo; 3, ni de acuerdo ni en desacuerdo; 2, en desacuerdo; 1, totalmente en desacuerdo.

En la Tabla 2, se presentan la mediana y la moda de cada uno de los enunciados de esta primera sección de la encuesta.

Tabla 2: Primera sección de la encuesta realizada.

<b>Enunciado</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>
Considerás que el haber presentado los resultados del trabajo práctico mediante una exposición oral ...		
...permitió generar una situación de intercambio de conocimientos e interacción entre los participantes.	4	4
... ayudó a mejorar la capacidad individual o grupal para elaborar presentaciones.	4	4
... contribuyó a afianzar la competencia en el manejo de un rol dentro de un equipo de trabajo.	4	4
... ayudó a afianzar la habilidad comunicativa oral al tener que elaborar mensajes claros y precisos para que sean entendidos por todos los participantes.	4	4
... es una actividad útil para esta asignatura.	4	4
... es una experiencia positiva y enriquecedora.	4	4

Como se puede apreciar en la Tabla 2, los alumnos están de acuerdo que la realización de este tipo de actividades contribuye al afianzamiento de habilidades como la comunicativa y el trabajo grupal, como así también el intercambio de conocimientos e interacción entre los participantes. Además, están de acuerdo en que la realización de este tipo de actividades es útil y resulta ser una experiencia positiva y enriquecedora.

En la segunda sección de la encuesta, se los indagó sobre si habían considerado la rúbrica publicada para organizar la presentación del trabajo. Sólo el 10% de los estudiantes manifestó no haberla usado. Los alumnos que expresaron que sí la había tenido en cuenta, debieron también contestar las preguntas cerradas que se muestran en la Tabla 3, según la escala utilizada en la primera sección de la encuesta.

Tabla 3: Segunda sección de la encuesta realizada.

<b>Enunciado</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>
Conocer con anticipación los criterios de evaluación nos ayudó a organizar la presentación y la exposición oral.	5	5
Los criterios de evaluación considerados fueron adecuados.	4	4

Los resultados presentados en la Tabla 3 muestran que los estudiantes están totalmente de acuerdo con el hecho de que el conocer los criterios de evaluación con anticipación los ayudó a organizar la presentación y la exposición oral, mientras que están de acuerdo que fueron adecuados para evaluar la actividad propuesta.

En la tercera sección de la encuesta, los estudiantes tuvieron que contestar preguntas cerradas vinculadas a la elección del problema. Estas preguntas fueron analizadas según la siguiente escala: 5, difícil; 4, medianamente difícil; 3, ni fácil ni difícil; 2, medianamente fácil; 1, fácil.

Los resultados obtenidos en esta sección de la encuesta, como se puede ver en la Tabla 4, indican que en general los alumnos no tuvieron dificultades para seleccionar el problema ni tampoco para aplicar alguno de los métodos numéricos estudiados.

Tabla 4: Tercera sección de la encuesta realizada.

<b>Enunciado</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>
La tarea de encontrar un problema relacionado con la especialidad, que permita ser resuelto con los métodos estudiados hasta ahora en la materia me resultó...	3	3
La tarea de aplicar los métodos numéricos a un problema ingenieril concreto me resultó...	3	3

Por último, en la cuarta sección, los estudiantes debieron mencionar un aspecto positivo y uno negativo sobre la realización del trabajo práctico con la modalidad propuesta. A continuación, se lista un resumen de las respuestas brindadas por los alumnos, clasificadas según aspectos positivos y negativos:

#### Aspectos positivos

- Trabajar en forma grupal.
- Aplicar los métodos estudiados en la materia a problemas de la especialidad.
- Afianzar los conceptos dados.
- Desarrollar el lenguaje y expresiones físicas adecuadas para realizar exposiciones orales.
- Fomentar la expresión oral.
- Practicar la oratoria frente a un grupo de personas.

#### Aspectos negativos

- Realizar la exposición oral en un tiempo acotado.
- No disponer del tiempo necesario para realizar adecuadamente la actividad propuesta.
- Seleccionar un problema de la especialidad para aplicar los métodos estudiados.
- Depender del tiempo de los otros integrantes del grupo para hacer el trabajo práctico.
- Explicar en forma oral un tema con contenido matemático.

Al final de la encuesta, se ofrecía un espacio para escribir sugerencias para futuros trabajos prácticos. A continuación, se transcribe una propuesta interesante, dada por un estudiante:

*“Seguramente es una medida antipática, pero propondría incorporar a la rúbrica la realización de una intervención obligatoria por parte de los compañeros oyentes, valorando consultas coherentes que pongan a prueba los conocimientos y la templanza de los exponentes. Más allá de conocer los temas dados, la exposición oral debería aprovecharse para acostumbrarse a ambientes más hostiles en cuanto a presentaciones, las cuales pueden presentarse en la vida profesional”.*

## 5. CONCLUSIONES

Es necesario que los futuros ingenieros adquieran, durante su proceso de formación, ciertas habilidades blandas necesarias para insertarse mejor en el mundo laboral. Por esta razón, es imprescindible que los docentes implementen distintas estrategias para tenerlas en cuenta en su proceso de enseñanza. Estas estrategias no sólo deben limitarse a crear espacios que favorezcan la adquisición de este tipo de habilidades, sino también deben incluir propuestas de evaluación para poder seguir su evolución.

La experiencia presentada en este trabajo es un ejemplo de actividades que se pueden desarrollar para afianzar la habilidad de la comunicación. Se percibe en los resultados que un alto porcentaje de alumnos tienen dificultades para realizar una explicación clara y detallada del proceso de resolución de un problema como también en el empleo de un vocabulario pertinente a la situación. Se pudo ver también que algunos presentan dificultades en la parte escrita de la presentación, dados los errores gramaticales y ortográficos observados.

Los resultados obtenidos evidencian que se debe trabajar más en este aspecto para lograr que la totalidad de los alumnos logre un nivel aceptable de desarrollo de la habilidad comunicativa. Teniendo en cuenta esta situación, las docentes a cargo de la cátedra continuarán proponiendo actividades en donde los alumnos deban expresarse tanto de forma oral como escrita, a pesar de la opinión de algunos alumnos sobre la realización de este tipo de actividades. Además, se tratará de analizar la evolución de los estudiantes en cuanto a dicha habilidad tras la realización de actividades similares a la presentada.

También en esta experiencia se puso en juego la habilidad de los alumnos en la búsqueda de problemas concretos de aplicación. La mayoría se inclinó por problemas de termodinámica, electricidad, física. Pocos fueron los grupos que eligieron un problema relacionado con ingeniería industrial. En particular, los alumnos que están cursando el último año o terminaron ya el cursado, pero tenían pendiente esta asignatura, fueron los que plantearon problemas más interesantes, relacionados con la carrera. Algunos estudiantes destacaron en la parte de opiniones de la encuesta que les hubiera gustado encontrar problemas más propios de la especialidad.

Es importante, además de fomentar la búsqueda de problemas de aplicación relacionados con la especialidad, desarrollar en los alumnos ciertas capacidades relacionadas con la resolución de problemas, la obtención de los modelos matemáticos asociados y, en particular en esta asignatura, la aplicación de métodos numéricos apropiados en los problemas que lo requieren, y el discernimiento de la validez de las soluciones obtenidas.

## 6. REFERENCIAS

- Cano García, M. (2015). Las rúbricas como instrumento de evaluación de competencias en educación superior: ¿uso o abuso? *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 19(2), 265-280. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/567/56741181017.pdf>
- Caten, C., Silva, D., Aguiar, R., Pinto Silva Filho, L., & Piqué Huerta, J. (2019). Reshaping Engineering Learning to Promote Innovative Entrepreneurial Behavior. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 19, 141-148.  
Disponible en: <https://bjopm.org.br/bjopm/article/view/737>
- de Campos, D., de Resende, L., & Borges Fagundez, A. (2020). The importance of soft skills for engineering. *Creative Education*, 11, 1504-1520.  
Disponible en: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=102528>
- García Sanchez, I. M. (2010). *Sistema de evaluación*. Salamanca: Universidad de Salamanca. Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2010b/687/687.pdf>
- Hasana, M., & Surya, E. (2017). Differences in the Abilities of Creative Thinking and Problem Solving of Students in Mathematics by Using Cooperative Learning and Learning of Problem Solving. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 34(1), 286-299.  
Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/318561310\\_Differences\\_in\\_the\\_Abilities\\_of\\_Creative\\_Thinking\\_and\\_Problem\\_Solving\\_of\\_Students\\_in\\_Mathematics\\_by\\_Using\\_Cooperative\\_Learning\\_and\\_Learning\\_of\\_Problem\\_Solving](https://www.researchgate.net/publication/318561310_Differences_in_the_Abilities_of_Creative_Thinking_and_Problem_Solving_of_Students_in_Mathematics_by_Using_Cooperative_Learning_and_Learning_of_Problem_Solving)

- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill. Disponible en: <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Kennedy, D. (2007). *Redactar y utilizar resultados de aprendizaje. Un manual práctico*. Irlanda: University College Cork. Disponible en: <https://educacionvirtual.udla.edu.ec/archivos/MANUAL%20para%20REDACTAR%20Y%20UTILIZAR%20RESULTADOS%20DE%20APRENDIZAJE.pdf>
- Tobón Tobón, S., Pimienta Prieto, J. H., & García Fraile, J. A. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. Ciudad de Mexico: Pearson Educación. Disponible en: <https://cbl1ixtapaluca.mx/archivos/documentacionAcademica/SECUENCIAS%20DIDACTICAS.%20tobon-f.pdf>
- Torres, J., & Perera, V. (2010). La rúbrica como instrumento pedagógico para la tutorización y evaluación de los aprendizajes en el foro online en educación superior. *Revista de Medios y Educación*, 36, 141-149. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/368/36815128011.pdf>