

# EMCI 2021

XXII Encuentro Nacional  
XIV Encuentro Internacional

# Educación Matemática en Carreras de Ingeniería

19, 20 y 21 de mayo de 2021  
Montevideo, Uruguay

## LIBRO DE ACTAS

Versión actualizada, diciembre 2021

### COMPILADORES

José Job Flores Godoy  
María Magdalena Pagano Nachtweyh

 **EMCI**  
Educación Matemática en  
Carreras de Ingeniería



**UCU**

Universidad  
Católica del  
Uruguay



## Competencias genéricas: ¿cómo contribuir a su formación cuando enseñamos métodos numéricos?

Marta G. Caligaris, Georgina B. Rodriguez, Lorena F. Laugero

Grupo Ingeniería & Educación, Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional,  
Colón332, 2900, San Nicolás, Buenos Aires, Argentina  
{mcaligaris, grodriguez, llaugero}@frsn.utn.edu.ar

**Resumen.** Las competencias hacen referencia a la capacidad que tiene un estudiante para abordar con cierto éxito situaciones problemáticas en un contexto académico o profesional. En este trabajo se presenta la experiencia de cátedra que se desarrolló al terminar el cursado de la materia Análisis Numérico y Cálculo Avanzado en la especialidad Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás. Se presenta un análisis de los resultados obtenidos y algunas reflexiones finales. Con la propuesta de trabajo planteada, se intentó contribuir favorablemente al afianzamiento de las competencias comunicativa y a la resolución de problemas. Se observó que, si bien un alto porcentaje de alumnos aprobó el trabajo propuesto, muchos de ellos tienen falencias en cuanto a ciertas competencias que es esperable que puedan mostrar.

**Palabras Clave:** competencias, formación ingenieril, resolución de problemas, comunicación, Análisis Numérico.

### 1 Introducción

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI sostiene que el ingeniero actual no sólo debe saber, sino también saber hacer. Para lograr este objetivo, elabora un marco de referencia en cuanto a las competencias que se deberían desarrollar en los graduados de Ingeniería en Argentina, las cuales tendrían que ser consideradas a la hora de elaborar la propuesta pedagógica [1].

En este contexto, los docentes de carreras de Ingeniería se enfrentan ante el reto de plantear estrategias de enseñanza que promuevan en los alumnos el desarrollo de las competencias de egreso establecidas por el CONFEDI. En los cursos de Análisis Numérico de la Facultad Regional San Nicolás, desde hace varios años, se trabaja para fomentar tanto el desarrollo como el afianzamiento de distintas habilidades matemáticas. Durante el ciclo lectivo 2020, se propusieron actividades para reforzar tanto las competencias comunicativas como la de resolución de problemas.

El presente trabajo tiene como finalidad compartir la experiencia de cátedra que se desarrolló al terminar el cursado de la materia Análisis Numérico y Cálculo Avanzado en la especialidad Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás. Se presenta un análisis de los resultados obtenidos y algunas reflexiones finales. Con la propuesta de trabajo planteada, se intentó contribuir favorablemente al afianzamiento de las competencias comunicativa y a la resolución de problemas.

### 2 Concepto de competencia

Según el proyecto DeSeCo (Definition and Selection of Competencies), lanzado por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), una competencia es la capacidad para responder a las exigencias individuales o sociales para realizar una tarea o una actividad utilizando una combinación de habilidades prácticas y cognitivas interrelacionadas, conocimientos, valores, actitudes y otros elementos sociales y de comportamiento que pueden ser movilizados conjuntamente para actuar de manera eficiente [2].

Otro referente en el tema, es el proyecto Tuning donde el concepto de competencia es abordado desde un enfoque integrador. En este proyecto [3],

...las competencias se entienden como conocer y comprender (conocimiento teórico de un campo académico, la capacidad de conocer y comprender), saber cómo actuar (la aplicación práctica y operativa del conocimiento a ciertas situaciones) y saber cómo ser (los valores como parte integrante de la forma de percibir a los otros y vivir en el contexto social). Las competencias representan una combinación de atributos (con respecto al conocimiento y sus aplicaciones, aptitudes, destrezas y responsabilidades) que describen el nivel o grado de suficiencia con que una persona es capaz de desempeñarlos. (p. 28)

Cano [4] sostiene que las competencias articulan conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales que toman sentido en la acción. Este autor coincide con De Miguel [5] que sostiene que la competencia es el resultado de la intersección de los componentes: conocimientos, habilidades y destrezas, actitudes y valores.

El CONFEDI [1] establece que una competencia es 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. Esta definición señala que las competencias: aluden a capacidades complejas e integradas, están relacionadas con saberes (teórico, contextual y procedimental), se vinculan con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional), están referidas al contexto y desempeño profesional, y permiten incorporar la ética y los valores.

Independientemente de la definición considerada, es posible identificar en cada una de ellas ciertos elementos comunes: conocimientos, procedimientos, actitudes y valores.

## 2.1 Competencias genéricas de egreso

La sociedad actual requiere de egresados capaces de ejercer su profesión en la realidad que lo rodea. Para poder lograr este objetivo, es necesario incluir en el proceso de aprendizaje tareas que permitan desarrollar o afianzar tales competencias. Así, el CONFEDI destaca la importancia de contar con un marco referencial en cuanto a las competencias que se deberían desarrollar en los graduados de ingeniería en Argentina. En 2006, después de dos años de trabajo por parte de una comisión creada para tal fin, se suscribió por votación unánime del plenario de decanos, el documento que sintetiza las Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino. Este acuerdo orienta a las facultades de ingeniería en la definición de sus procesos de enseñanza y aprendizaje tendientes al desarrollo de competencias en sus alumnos [1].

La clasificación de las competencias genéricas de egreso dada por el CONFEDI es la siguiente:

- **Competencias tecnológicas.**
  - a) Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
  - b) Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
  - c) Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.
  - d) Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
  - e) Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- **Competencias sociales, políticas y actitudinales.**
  - a) Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
  - b) Comunicarse con efectividad.
  - c) Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
  - d) Aprender en forma continua y autónoma.
  - e) Actuar con espíritu emprendedor.

## 2.2 La competencia comunicativa

Según Labrador y Morote [6], la competencia comunicativa es la capacidad para transmitir conocimientos, expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto en forma oral como escrita, utilizando los recursos y medios adecuados, en función de las características de la situación y de la audiencia.

Estas autoras sostienen también que las diversas situaciones con las cuales se enfrenta el alumno en su vida académica y las que afrontarán en su futuro profesional, lleva a considerar a la competencia comunicativa como una competencia relevante. No obstante, en el proceso de enseñanza de la matemática, esta competencia no siempre es reconocida como algo importante [7].

Silbey sostiene que una de las claves para la profundización de la comprensión matemática se basa en la comunicación [8]. Así, por ejemplo, que los estudiantes hablen de un problema, que escriban los pasos para resolverlo y que escuchen las soluciones de sus compañeros, los ayuda a estructurar y consolidar su pensamiento matemático o adquirir el vocabulario específico de la materia. Pero para que el alumno desarrolle o afiance la competencia comunicativa es necesario exponerlo a prácticas que, para su resolución, exijan el uso de tal competencia.

## 2.3 La resolución de problemas

La resolución de problemas se ha convertido en una de las competencias de mayor importancia en el aprendizaje de la matemática en cualquier nivel escolar.

Si bien, desde la educación matemática, existen distintas concepciones sobre lo que es un problema, diversos autores sostienen que este término puede ser definido como una situación que requiere una solución que no puede ser obtenida de manera inmediata. Así, Santos Trigos [9] indica que un problema es una tarea en la cual aparecen los siguientes componentes:

- **la existencia de un interés.** Es decir, una persona o un grupo de individuos que quiere o necesita encontrar una solución.
- **la no existencia de una solución inmediata.** Esto significa que la aplicación directa de un algoritmo o conjunto de reglas no son suficientes para determinar la solución.
- **la presencia de diversos caminos o métodos.** Aquí también se considera la posibilidad de que el problema pueda tener más de una solución.
- **la atención por parte de una persona o un grupo de individuos para llevar a cabo un conjunto de acciones tendientes a resolver esa tarea.** Un problema es tal hasta que existe un interés y se emprenden acciones específicas para intentar resolverlo.

Por su parte, Niss y Højgaard [10] hacen referencia a que la noción de problema matemático no es absoluta, sino que es relativa a la persona que se enfrenta con el problema, ya que lo que puede ser una tarea rutinaria para una persona puede convertirse en un problema para otra, y viceversa.

Para poder resolver un problema con cierto éxito, se han propuesto distintas fases o etapas. Por ejemplo, Polya [11] establece cuatro pasos para resolver un problema matemático. Ellos son:

- **Comprender el problema:** en esta etapa, el alumno da cuenta de cuál es el problema a enfrentar o resolver. Debe comprender de qué se está hablando, de cuál es el grado de dificultad y qué datos o información le ayudarán a encontrar la solución.
- **Concebir un plan:** comprende la búsqueda de una estrategia que le permita resolver el problema. Para ello, debe relacionar los datos que posee con la información que desea obtener, con la pregunta que se necesita responder. También en este paso, debe seleccionar las herramientas matemáticas que se pueden utilizar.
- **Ejecutar un plan:** consiste en llevar a cabo las operaciones matemáticas con la finalidad de obtener el resultado o respuesta que se busca. En esta etapa, son muy importantes los conocimientos previos, las habilidades y el dominio de las herramientas matemáticas que posea el alumno.
- **Efectuar una visión retrospectiva:** consiste en la revisión analítica de todas las etapas anteriores, verificando si se ha seleccionado el camino correcto. Se analiza si las herramientas se

han aplicado adecuadamente y si los métodos de solución han sido los apropiados. En esta etapa, más que el resultado mismo, lo que importa es el camino que se ha seguido para llegar a él.

Existen otros planteamientos en cuanto a las fases que se distinguen durante el proceso de resolución de un problema. No obstante, todas ellas, se basan en la propuesta realizada por Polya. Cabe aclarar que, la propuesta realizada por Polya no es lineal, sino que trata de brindarle al estudiante la comprensión de todos los procesos cognitivos que ocurren cuando se resuelve un problema.

### **3 Experiencia de cátedra**

Para afianzar tanto la competencia comunicativa como la resolución de problemas en los alumnos que cursaron Análisis Numérico y Cálculo Avanzado en el ciclo 2020, se diseñó un trabajo práctico integrador al finalizar el cursado de la materia. Este trabajo práctico consistió en el planteo de un problema a cada estudiante, para el que debían:

- plantear el modelo matemático que gobierna al problema.
- especificar el tipo de problema matemático para identificar los posibles métodos numéricos que se pueden aplicar.
- seleccionar el método numérico más adecuado teniendo en cuenta las características que presenta el problema.
- obtener una solución válida para el problema utilizando el método elegido.
- escribir un informe detallando el proceso de resolución aplicado.
- realizar un video explicativo, con una duración máxima de diez minutos, de las distintas etapas de la resolución del problema.

En las siguientes subsecciones, se detallan los aspectos más importantes de la experiencia realizada.

#### **3.1 Trabajo práctico propuesto**

Para llevar adelante esta experiencia de cátedra, se seleccionó como grupo de estudio a los alumnos de la carrera Ingeniería Industrial que cursaron Análisis Numérico y Cálculo Avanzado durante el ciclo 2020.

Si bien, inicialmente, el grupo estaba conformado por cincuenta y cinco alumnos, quince estudiantes no fueron considerados por no haber cumplimentado con las exigencias que se establecen para alcanzar la condición de “alumno regular”. Por lo tanto, sólo cuarenta alumnos participaron de la experiencia.

Como se mencionó anteriormente, a cada estudiante se le planteó una situación problemática diferente con la finalidad de que los mismos no sólo integren los distintos temas que se desarrollaron en la materia sino también contribuyan al afianzamiento de las competencias vinculadas con la resolución de problemas y la comunicación efectiva. A continuación, a modo de ejemplo, se presentan algunos de los problemas propuestos.

**Problema 23**

La deflexión de una viga de acero rectangular, con carga uniformemente distribuida, sujeta a una fuerza axial, está gobernada por la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{d^2y}{dx^2} - \frac{S}{D}y = -\frac{qL}{2D}x + \frac{q}{2D}x^2$$

donde  $y$  = deflexión de la viga a una distancia  $x$ ,  $q$  = intensidad de la carga uniforme,  $L$  = longitud de la viga,  $S$  = fuerza axial,  $D$  = rigidez de la deflexión de la viga.

Determinar la deflexión de la viga cada 10 cm sabiendo que  $q = 12 \text{ kg/cm}^2$ ,  $S = 18 \text{ kg/cm}$ ,  $D = 2000 \text{ kg/cm}$ ,  $L = 100 \text{ cm}$  y que en los extremos el valor de  $y$  es cero.

**Problema 6**

Un tanque contiene 1000 litros de una solución de agua y sal. En el tanque entra agua a razón de 20 litros/min y la mezcla, conservada uniforme por agitación, sale a la misma velocidad. Si inicialmente hay 60 kg de sal en el tanque, ¿cuánta sal queda en el tanque luego de 1 hora? ¿Cuánto tiempo tardará el sistema en quedar con menos de 1 kg de sal? Se sabe que la rapidez de cambio de la cantidad de sal en el líquido es proporcional a la cantidad de sal con una constante de proporcionalidad de  $-0.02$ .

**Problema 14**

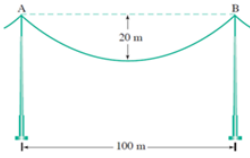
Un cable suspendido entre dos postes A y B, como indica la figura, tiene una carga vertical distribuida con intensidad constante  $\eta$ , a lo largo del cable. Un cable de transmisión, que cuelga bajo la acción de su propio peso, soporta una carga de este tipo. La curva que adopta se denomina catenaria, y está dada por la expresión:

$$y = c \cdot \left[ \cosh\left(\frac{x}{c}\right) - 1 \right]$$

Para determinar el valor de  $c$ , se ubica un sistema de ejes en el punto mínimo de la curva con lo cual, en la expresión anterior, los valores de  $x$  e  $y$  son respectivamente 50 y 20.

La longitud del cable entre los postes A y B está dada por la expresión  $s = c \cdot \sinh\left(\frac{x}{c}\right)$ .

Calcule la cantidad de metros de cable necesarios para cubrir un tramo de 1000 metros, si se ubican postes distanciados 100 m entre sí.



**Problema 37**

Si los diámetros de arandelas se distribuyen normalmente con  $\mu=15.6\text{mm}$  y  $\sigma=0.06\text{mm}$ , determinar la probabilidad de encontrar una arandela con un diámetro entre 15.49 y 15.69. Recordar que la campana de Gauss se describe por la ley:

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Además, se sabe que la campana de Gauss pasa por los siguientes puntos para este caso particular.

x	P(x)
15.4	0.0257046
15.45	0.292138
15.5	1.65795
15.55	4.69853
15.6	6.64904
15.65	4.69853
15.7	1.65795
15.75	0.292138
15.8	0.0257046




Fig. 1. Problemas propuestos en el trabajo práctico

### 3.2 Resultados de aprendizaje

Si bien es posible encontrar distintas definiciones del concepto resultado de aprendizaje, todas ellas resultan ser muy similares. Así, Moon [12] considera que un resultado de aprendizaje es una declaración de lo que se espera que el estudiante conozca, comprenda o sea capaz de hacer al finalizar un período de aprendizaje, mientras que Jenkins y Unwin [13] sostienen que son enunciados acerca de lo que un alumno debería ser capaz de hacer como resultado de una actividad de aprendizaje.

Independientemente de la definición que se considere, dos cuestiones son las que hay que resaltar:

- los resultados de aprendizaje ponen en evidencia lo que el estudiante debería aprender.
- los resultados de aprendizaje explicitan lo que el estudiante puede hacer al finalizar una actividad de aprendizaje.

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

- **R1:** aplica los métodos numéricos estudiados para resolver problemas concretos considerando las características de cada uno de ellos.
- **R2:** identifica los resultados relevantes del trabajo realizado para poder comunicarlos en un lenguaje pertinente al contexto de la situación e intención comunicativa.

### 3.3 Rúbrica elaborada para evaluar el problema propuesto

Las rúbricas, tal como expresan Torres y Perera [14], son herramientas de evaluación que deben entenderse en un contexto diferente al de la evaluación convencional. Por medio de una rúbrica no sólo se evalúan los conocimientos de los alumnos, sino que, además, sirven como herramienta de reflexión para tomar conciencia de lo aprendido.

En la Tabla 1 se muestran los criterios de evaluación considerados para analizar el grado de concreción de cada uno de los resultados de aprendizaje. Teniendo en cuenta estos criterios de evaluación, se utilizó una escala para cuantificar el logro de cada uno de ellos. La Tabla 2 muestra el valor numérico que se le asignó a cada uno de los niveles. La tabla 3 presenta la rúbrica analítica con la que se obtuvo la calificación de los alumnos.

**Tabla 1.** Criterios de evaluación considerados

<b>Criterios de evaluación</b>		
<b>R1</b>	<b>CR1.1</b>	Plantea el modelo matemático que describe al problema considerando las condiciones impuestas.
	<b>CR1.2</b>	Identifica el tipo de problema en función de las condiciones a las cuales está sujeto.
	<b>CR1.3</b>	Calcula una solución aproximada válida utilizando el método numérico seleccionado en función de las particularidades del problema.
	<b>CR1.4</b>	Interpreta la solución numérica obtenida para dar respuesta al problema propuesto.
<b>R2</b>	<b>CR2.1</b>	Escribe un informe donde indica de manera clara y ordenada los pasos realizados para resolver el problema propuesto.
	<b>CR2.2</b>	Presenta en el informe la información que se quiere comunicar de manera organizada.
	<b>CR2.3</b>	Realiza una presentación oral no sincrónica para exponer la resolución del problema y su solución.

**Tabla 2.** Escala numérica asignada a cada uno de los niveles

<b>Valor numérico</b>	
<b>Principiante</b>	1
<b>Básico</b>	2
<b>Competente</b>	3
<b>Avanzado</b>	4

**Tabla 3.** Rúbrica analítica elaborada

	<b>Principiante (2 puntos)</b>	<b>Básico (6 puntos)</b>	<b>Competente (8 puntos)</b>	<b>Avanzado (10 puntos)</b>
CR1.1 (15%)	No escribe el modelo matemático que representa al problema debido a que no interpreta las condiciones a las que está sujeto.	Escribe con muchos errores el modelo matemático que representa al problema debido a que no interpreta adecuadamente las condiciones a las que está sujeto.	Escribe con pocos errores el modelo matemático que representa al problema debido a que no interpreta adecuadamente algunas condiciones a las que está sujeto.	Escribe adecuadamente el modelo matemático que representa al problema debido a que interpreta las condiciones a las que está sujeto.
CR1.2 (15%)	No menciona los métodos que se pueden aplicar por no reconocer el tipo de problema.	Menciona pocos métodos que se pueden aplicar porque no reconoce correctamente el tipo de problema.	Menciona casi todos los métodos que se pueden aplicar porque reconoce el tipo de problema.	Menciona todos los métodos que se pueden aplicar porque reconoce correctamente el tipo de problema.
CR1.3 (20%)	No aplica de manera adecuada el método numérico seleccionado y no obtiene la solución del problema.	Aplica con errores el método numérico seleccionado y no obtiene la solución del problema.	Aplica de manera adecuada el método numérico seleccionado pero la solución del problema presenta errores numéricos.	Aplica de manera adecuada el método numérico seleccionado y obtiene la solución del problema.
CR1.4 (10%)	No escribe la solución del problema teniendo en cuenta las incógnitas que presenta.	Escribe con muchos errores la solución del problema teniendo en cuenta las incógnitas que presenta.	Escribe con algunos errores la solución del problema teniendo en cuenta las incógnitas que presenta.	Escribe sin errores la solución del problema teniendo en cuenta las incógnitas que presenta.
CR2.1 (20%)	No elabora un informe detallado del proceso de resolución del problema.	Elabora un informe donde describe algunos pasos del proceso de resolución del problema.	Elabora un informe donde describe con bastante detalle los pasos del proceso de resolución del problema.	Elabora un informe detallado del proceso de resolución del problema.
CR2.2 (10%)	No escribe un informe claro y bien estructurado.	Escribe un informe poco claro y no bien estructurado.	Escribe un informe poco claro y bien estructurado.	Escribe un informe claro y bien estructurado.
CR2.3 (10%)	No confecciona un video donde se explique claramente el proceso de resolución del problema.	Confecciona un video donde se explica vagamente el proceso de resolución del problema.	Confecciona un video donde se explica con bastante claridad el proceso de resolución del problema.	Confecciona un video donde se explica claramente el proceso de resolución del problema.

## 4 Resultados y discusión

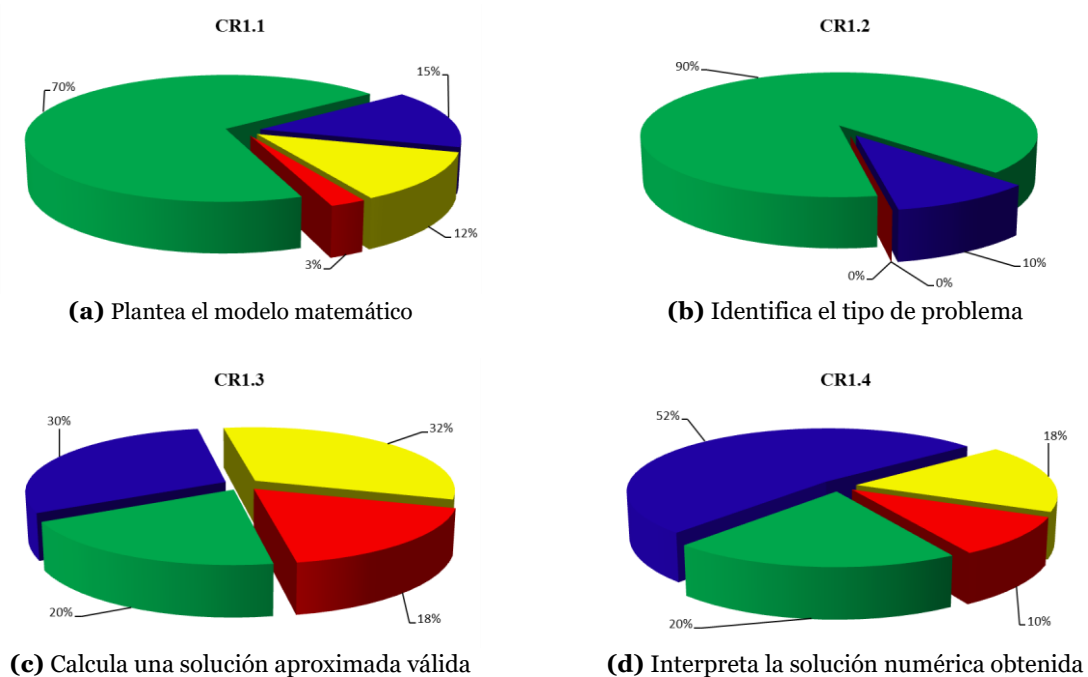
Con el objetivo de realizar una rápida lectura de los resultados obtenidos por los estudiantes, se aplicaron herramientas provenientes de la estadística descriptiva. Utilizando tablas de frecuencia, gráficos porcentuales y cálculo de parámetros de tendencia central, se sintetizó la información relevada. Se presenta a continuación la tabulación efectuada y una breve descripción de los resultados obtenidos.

### 4.1 Resultados obtenidos al corregir los trabajos prácticos con la rúbrica propuesta.

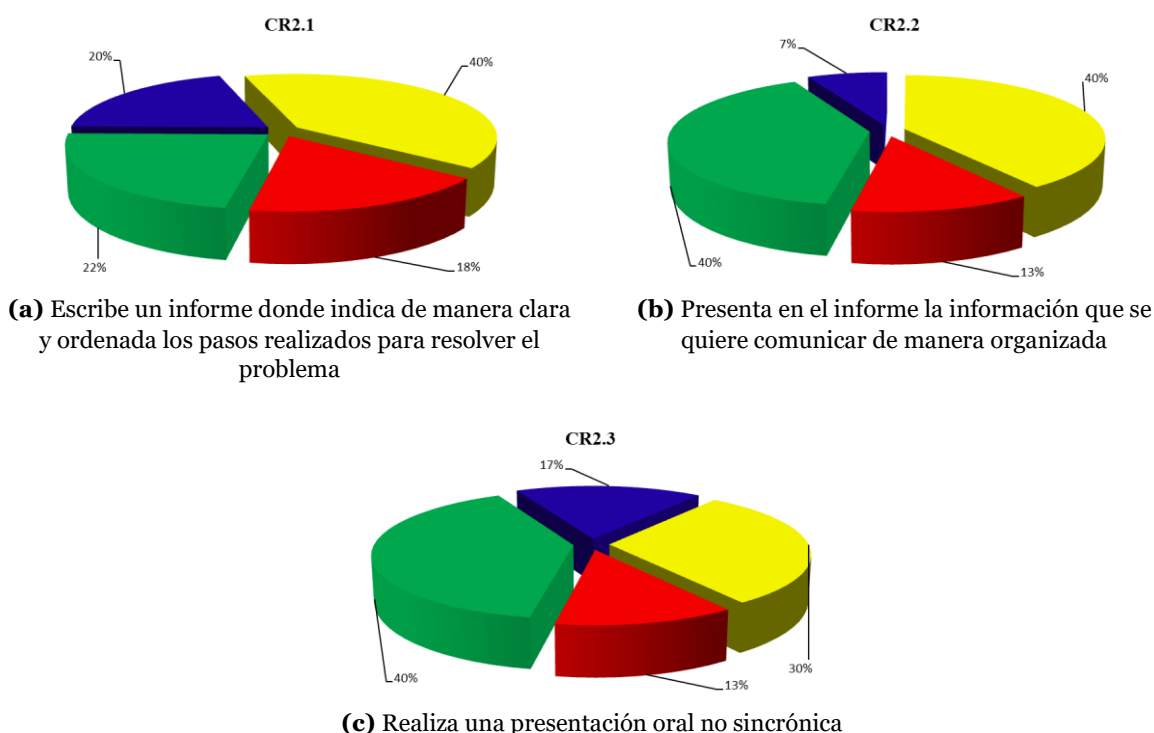
Las Figs 2 y 3 muestran los resultados obtenidos al tabular la información recabada después de corregir cada uno de los trabajos prácticos con la rúbrica descrita en la Sección 3.3. En ellas, el color verde



representa que ese criterio de evaluación fue alcanzado por el alumno con un nivel **Avanzado**, el azul, de manera **Competente**, mientras que los colores amarillo y rojo indican que ese criterio fue logrado con un nivel **Básico** y **Principiante**, respectivamente.



**Fig. 2.** Gráficos de los criterios de evaluación del primer resultado de aprendizaje



**Fig. 3.** Gráficos de los criterios de evaluación del segundo resultado de aprendizaje

Como se puede observar en la Fig. 2.a, el 85% de los alumnos pudo escribir el modelo matemático que representaba al problema propuesto ya sea correctamente o con pequeños errores. Este elevado

porcentaje demuestra que los estudiantes tienen desarrollada la habilidad matemática de plantear un problema en función de las condiciones a las que está sujeto.

La Fig. 2.b muestra que la totalidad de los alumnos pudo mencionar los métodos que se pueden aplicar para resolver el problema porque reconocen correctamente las características del mismo. Sin embargo, sólo el 20% de los estudiantes aplicó de manera adecuada el algoritmo del método numérico seleccionado y obtuvo la solución buscada del problema, mientras que el 30% lo hizo con algunos errores numéricos (Fig. 2.c). Estos resultados permiten deducir que la mitad de los estudiantes tuvo dificultades para calcular la solución utilizando un método numérico determinado.

Con respecto a la interpretación de la solución numérica obtenida para dar respuesta al problema propuesto, como se puede ver en la Fig. 2.d, el 72% de los alumnos logró escribir la solución sin errores o con pequeños errores. Este resultado podría estar vinculado con el hecho de que un porcentaje importante de estudiantes logró entender el problema propuesto y pudo escribir el modelo matemático que lo representaba. Es decir, consiguió identificar perfectamente las incógnitas del problema.

La Fig. 3.a permite concluir que el 58% de los alumnos tuvo inconvenientes para elaborar un informe en donde se explique de manera bastante detallada los distintos pasos que llevó a cabo durante el proceso de resolución del problema. Un porcentaje similar, alrededor del 53%, no logró escribir un informe donde la información fuera presentada de manera organizada (Fig. 3.b).

La Fig. 3.c muestra que el 43% de los estudiantes no pudo confeccionar un video explicativo del proceso de resolución del problema donde las ideas estuviesen presentadas de manera clara y ordenada.

Con el objetivo de poder cuantificar el logro de cada uno de los resultados de aprendizaje y de los criterios de evaluación establecidos, se calculó para cada uno de ellos un promedio teniendo en cuenta el valor numérico asignado a cada nivel. La Tabla 4 muestra los promedios obtenidos.

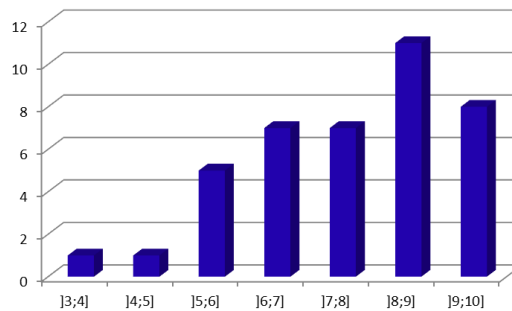
**Tabla 4.** Promedios obtenidos en los resultados de aprendizaje y en los criterios de evaluación

R1				R2		
3,20				2,63		
CR1.1	CR1.2	CR1.3	CR1.4	CR2.1	CR2.2	CR2.3
3,53	3,90	2,53	2,83	2,48	2,75	2,85

A partir de la comparación de los valores calculados, se puede ver que el promedio del primer resultado de aprendizaje es mayor que el del segundo. Los valores indican que, en general, los alumnos tienen desarrollada la competencia vinculada a la resolución de problemas de manera **Competente**, mientras que la competencia asociada a la competencia comunicativa, la presentan de manera **Básica**. La explicación de esta situación podría estar dada por el hecho de que los estudiantes están más acostumbrados a resolver problemas que a realizar actividades donde tengan que poner en juego su competencia comunicativa.

#### 4.2 Tabulación y descripción de las calificaciones obtenidas en el trabajo práctico integrador

La Fig. 4 muestra las calificaciones de los alumnos en el trabajo práctico integrador. A partir de los datos obtenidos, se puede determinar que la calificación promedio es de 7,40 puntos aproximadamente.



**Fig. 4.** Calificaciones obtenidas por los alumnos en el trabajo práctico integrador

Sólo 7 alumnos, es decir, el 17,5% de los alumnos no logró alcanzar, en este trabajo práctico integrador, la calificación mínima de 6 puntos que se necesita tener en cada instancia evaluativa para obtener la promoción directa de la materia.

## 5 Conclusiones

Históricamente, la universidad se ha dedicado a la enseñanza y evaluación de conocimientos. Como ya se ha mencionado en este trabajo, las competencias hacen referencia a la capacidad que tiene un estudiante para abordar con cierto éxito situaciones problemáticas en un contexto académico o profesional dado. Teniendo en cuenta que estas competencias se desarrollan o afianzan por medio de la ejercitación, para contribuir al proceso de formación de las mismas, es necesario que el docente seleccione los contenidos que resulten prioritarios. De esta manera, se podría dar más lugar a la realización de tareas, como la resolución de problemas, estudios de casos, trabajo cooperativo,... tareas que para su ejecución exigen que el alumno ponga en juego distintas competencias.

Por otra parte, experiencias como la presentada muestran que, si bien un alto porcentaje de alumnos obtiene una calificación superior a la mínima establecida por el reglamento de estudios para la aprobación, muchos de ellos presentan importantes falencias en cuanto a ciertas competencias que sería deseable que pudieran desplegar. De ahí la importancia del tipo de tareas que el docente propone a sus alumnos. Dos principios básicos deberían guiar la selección de actividades [15], por un lado debe existir una relación explícita e intencionada entre las tareas propuestas y las competencias a lograr, y por otro, el conjunto de las tareas propuestas deben aportar al desarrollo de las competencias deseadas.

Las docentes a cargo de la cátedra seguirán focalizando su trabajo hacia el logro de las competencias comunicativa y a la resolución de problemas, competencias necesarias para una adecuada inserción de los futuros ingenieros en el mundo laboral.

## Referencias

1. Giordano Lerena, R. (Compilador). Competencias y perfil del Ingeniero Iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación. ASIBEL. (2016).
2. Rychen, D. & Salganik, L. Highlights from the OECD Project Definition and Selection Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo). Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago: U.S. (2003).
3. Proyecto Tuning. Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe. La contribución de las Universidades al proceso de Bolonia. En línea: <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/tuning/tuning12.pdf>. (2006).
4. Cano García, M. La evaluación por competencias en la educación superior. Revista de Currículum y formación del profesorado, 12(3). (2008). En línea: <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev123COLI.pdf>.
5. De Miguel, M. Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el marco del EEES. Oviedo: Universidad de Oviedo.(2006).
6. Labrador, M. & Morote, P. La competencia comunicativa en la Universidad. En Celma Valero, M., Gómez del Castillo, M. y Morán Rodríguez, C. (Eds). *Memoria del I Congreso Internacional de la Asociación Europea de Profesores de Español*, (pp. 360 – 370). Burgos: Universidad Isabel I de Castilla. (2015).
7. Whitin, D. & Whitin, P. Promoting communication in the mathematics classroom. *Teaching Children Mathematics*, 9 (4), 205 – 211. (2002).
8. Silbey, R. Math out loud! *Instructor*, 112 (7), 24 – 26. (2003).
9. Santos Trigo, M. La resolución de problemas matemáticos: Fundamentos cognitivos. México: Trillas. (2007).
10. Niss, M. & Højgaard, T. (Eds). Competencies and Mathematical Learning. Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark. En línea: [https://pure.au.dk/portal/files/41669781/THJ11\\_MN\\_KOM\\_in\\_english.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/41669781/THJ11_MN_KOM_in_english.pdf). (2011).
11. Polya, G. *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas. (1965).
12. Moon, J. *Linking Levels, Learning Outcomes and Assessment Criteria*. En línea: [http://spectare.ucl.slu.se/adm/sus/2008/plagiarism\\_eng/JennyMoonExercise.pdf](http://spectare.ucl.slu.se/adm/sus/2008/plagiarism_eng/JennyMoonExercise.pdf). (2004).
13. Jenkins, A. & Unwin, D. *How to write learning outcomes*. En línea: <https://www.ubalt.edu/cas/faculty/faculty-matters/How%20to%20write%20student%20learning%20outcomes.pdf>. (2001).
14. Torres, J. & Perera, V. 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, pp. 141-149. (2010).
15. Goñi Zabala, J. El espacio europeo de educación superior, un reto para la universidad. Competencias, tareas y evaluación, los ejes del currículum universitario. España: Editorial Octaedro. (2005).