

## EVALUACIONES A LIBRO ABIERTO MEDIANTE LA PLATAFORMA MOODLE Y LA MODELIZACIÓN: EL CASO DE LAS CÁTEDRAS CÁLCULO AVANZADO Y ANÁLISIS MATEMÁTICO II EN LA UTN - FRBB

Carlos Alberto Vera<sup>1, 2</sup>, Franco Ezequiel Dotti<sup>2, 3, 5</sup>, Nicolás Virla<sup>1, 2, 5</sup>, María Leticia Solano<sup>3, 4</sup>

<sup>1</sup> Departamento Ing. Mecánica – UTN Facultad Regional Bahía Blanca  
11 de Abril 461 – 8000, Bahía Blanca, Argentina

<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Multifísica Aplicada – UTN Facultad Regional Bahía Blanca – CIC  
11 de Abril 461 – 8000, Bahía Blanca, Argentina

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias Básicas – UTN Facultad Regional Bahía Blanca  
11 de Abril 461 – 8000, Bahía Blanca, Argentina

<sup>4</sup> Equipo Interdisciplinario de Apoyo Académico – UTN Facultad Regional Bahía Blanca  
11 de Abril 461 – 8000, Bahía Blanca, Argentina

<sup>5</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

[cvera@frbb.utn.edu.ar](mailto:cvera@frbb.utn.edu.ar), [fdotti@frbb.utn.edu.ar](mailto:fdotti@frbb.utn.edu.ar), [jnvlra@frbb.utn.edu.ar](mailto:jnvlra@frbb.utn.edu.ar),  
[leticiasolano@frbb.utn.edu.ar](mailto:leticiasolano@frbb.utn.edu.ar)

### RESUMEN

Se presenta el caso de evaluaciones parciales y finales en las Asignaturas Cálculo Avanzado (3° año de la carrera de Ingeniería Mecánica) y Análisis Matemático II (homogénea para las carreras de Ingeniería) en la UTN – Facultad Regional Bahía Blanca.

Se exponen metodologías que desde el 2020 e impulsadas por la pandemia por COVID – 19 posibilitaron diagramar nuevos instrumentos de formación: examen “a libro abierto” y de “respuesta abierta” en entornos virtuales. Estas modalidades, si bien requieren de entrenamiento inicial del estudiantado, permitieron a docentes evaluar en instancias de no presencialidad con aprovechamiento de recursos tecnológicos disponibles (software de cálculo simbólico/numérico, plataformas Moodle y Zoom) acelerando su uso para la continuidad pedagógica.

Estas evaluaciones de una visión más genérica y completa de la aplicación de herramientas de cálculo matemático vinculadas a las actividades de futuros profesionales de la Ingeniería Mecánica, mejoraron de manera sustancial las trayectorias estudiantiles en las Asignaturas objeto de estudio.

A diferencia de las evaluaciones tradicionales, la evaluación a libro abierto logra poner en juego competencias como el razonamiento, argumentación, pensamiento crítico, la distinción y toma de decisiones, así como el encuentro de sentidos más allá de operaciones cognitivas memorísticas, repetitivas e inmediatas de operación matemática. En este caso fueron reemplazadas por implementaciones de los conceptos mediante rutinas del software *Mathematica*.

Por otra parte, las evaluaciones dejan de ser las tradicionales y lineales preguntas sobre el resultado de un cálculo, para promover desde los enunciados la modelización de problemas y por sobre todo, la interpretación física de resultados para más de una situación. Esta ventaja es la más representativa de la pregunta tipo Kprime de la plataforma Moodle.

Se desarrollan estos dos casos articulando las metodologías implementadas en entornos virtuales.

**Palabras Clave:** *Evaluaciones a Libro Abierto; Entornos Virtuales; Software; Continuidad Pedagógica.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es compartir las experiencias desarrolladas en la Facultad Regional Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) sobre diferentes modelos de evaluaciones que, producto de la pandemia por COVID – 19, se han trabajado en las Asignaturas de Análisis Matemático II y de Cálculo Avanzado de la carrera de Ingeniería Mecánica, donde, pasado este período crítico, se siguen mejorando en sus secuencias didácticas y diversificación de actividades de evaluación. Se exponen dos modalidades metodológicas: en el caso de Análisis Matemático II, la evaluación está directamente relacionada a la modelización y respuestas abiertas; en tanto que en Cálculo Avanzado con evaluaciones a libro abierto.

Se ofrecen resultados de una encuesta administrada a una muestra representativa de estudiantes 2020-2022 cursantes de Cálculo Avanzado para disponer de retroalimentación, testimonios y comentarios que enriquezcan este caso.

### 1.1. Concepciones sobre aprendizaje y evaluaciones en la carrera de Ingeniería Mecánica de la UTN

En un todo de acuerdo con la reforma de los diseños curriculares de Ingeniería que aprobara la Universidad Tecnológica Nacional, el diseño de la carrera de Ingeniería Mecánica, Ordenanza UTN CS 1901 [1], indica de manera muy adecuada que *“El aprendizaje se concibe como un proceso individual y social a la vez, es de carácter situado y se produce en el marco de procesos de interacción mediados en contextos específicos. La visión situada del aprendizaje da cuenta de que lejos de ser un proceso individual, se produce en el marco de la participación de los sujetos en actividades diversas. Es diverso, heterogéneo y distribuido, gradual y progresivo. Involucra la afectividad, el pensamiento y la acción de modo inseparable”*. Por ello *“el enfoque didáctico que se propone para la formación en Ingeniería Mecánica es importante considerar las formas de seleccionar y organizar los distintos saberes a enseñar, y las estrategias de enseñanza y de evaluación a privilegiar*.

En esa dirección, las evaluaciones se tornan en un desafío para el cuerpo docente de la carrera. Siguiendo la lectura de la Ordenanza 1901 y en lo referente a las evaluaciones se cita que *“se hace necesaria la enunciación de las formas e instrumentos de evaluación a utilizar para poder establecer la coherencia con las competencias indicadas en los contenidos mínimos de la asignatura... En este contexto, los y las docentes de carreras de Ingeniería se enfrentan al reto de plantear estrategias de enseñanza que promuevan el desarrollo de las competencias de egreso establecidas. Históricamente, la Universidad se ha dedicado a la enseñanza y evaluación de conocimientos. Sin embargo, las competencias hacen referencia a la capacidad que tienen quienes estudian 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 quien ejerza la docencia seleccione las técnicas con especial énfasis en la resolución de problemas, estudios de casos, trabajo cooperativo, etc. tareas en las que para su ejecución exigen que el y la estudiante pongan en juego capacidades y competencias...”*

## **1.2. Las evaluaciones a libro abierto y de respuesta abierta: caracterización en las Asignaturas intervinientes, ventajas y dificultades**

Sin lugar a dudas la situación de pandemia vivida entre 2020 y 2021 fue impulso para la introducción de cambios de concepción en los procesos de enseñanza aprendizaje. Los cuerpos docentes han tenido que dar respuesta a la continuidad pedagógica, desde el dictado de clases hasta las evaluaciones, entendidas en el marco de este trabajo como procesuales y continuas. Así, los procesos evaluativos debieron reorientarse, siendo una de las opciones la evaluación a libro abierto y otra, de ítems de respuesta abierta administradas en las Asignaturas intervinientes.

La evaluación a libro abierto, conocida como *open – book examinations (OBE)* [2] es una instancia en la que se permite a estudiantes, utilizar material bibliográfico en general (libros, internet, apuntes propios, rutinas de cálculo, etc.). La modalidad puede ser presencial o en línea en un horario establecido previamente y con una duración máxima prevista de entrega.

A diferencia de los exámenes tradicionales que podrían denominarse *a libro cerrado*, la modalidad a libro abierto evalúa la capacidad del estudiantado de aplicar los conocimientos a problemas concretos, habilidades cognitivas, razonamiento crítico y pone en juego competencias para la resolución de problemas [3]. En todos los casos se solicita la justificación de la respuesta, que seguramente no obra en algún material que consulta en el tiempo de ejecución del examen.

Su principal ventaja es que se basan exclusivamente en casos prácticos sobre los que se formulan las preguntas a responder y proyectan a situaciones que deberán enfrentar y afrontar en el rol profesional. Es decir, que ante situaciones problemáticas deberán consultar información diversa para razonar y argumentar soluciones.

Este tipo de examen también presenta desventajas o un mayor nivel de complejidad: desde su elaboración, que debe ser estratégica y cuidadosa, hasta la formulación de preguntas, que en casos puede quedar abierta, evaluando así, la puesta en marcha de competencias más que de conocimientos abstractos memorísticos. Otra cuestión a considerar es que generalmente son exámenes novedosos para el estudiantado y puede caerse en el pensamiento de que no requieren de horas de preparación y estudio. Este constituye un error en la praxis que lleva a mayores índices de dificultad, factor sorpresa y, en los primeros momentos de aplicación, a discusiones a raíz de la brecha sobre *“lo que se quiso preguntar”* y *“lo que en realidad se contestó”*.

Este tipo de evaluación se lleva adelante sostenida en las potencialidades de la plataforma Moodle que opera el Aula Virtual de la Asignatura Cálculo Avanzado de la carrera de Ingeniería Mecánica.

Los exámenes de respuesta abierta, como los anteriores, son exámenes que demandan de estudiantes respuestas amplias, diversas y elaboradas, siendo también otras las variables intervinientes en el aprendizaje: cognitivas, metacognitivas, afectivas, sociales, otras. En particular suelen ser escritos, pero también existen antecedentes de exámenes orales. Varían en su extensión y se ajustan a consignas más que a preguntas. Por esto se exige que quienes lo desarrollen, relacionen un amplio conjunto de conocimientos, no ya solamente de la Asignatura en cuestión, sino más bien de otras en articulación con ésta.

Las principales características de este tipo de evaluación son: flexibilidad; logran evaluar conceptos, contenidos y procedimientos; se adaptan a la articulación e integración de contenidos interáreas, exigen del estudiantado el aprendizaje, desarrollo y aplicación de competencias de lecto-escritura y oralidad, entre otras.

Dadas estas características, son indicadas usualmente para articular en un mismo examen saberes propios de una Asignatura, al tiempo de pedir que se tomen conocimientos de otras para su concreción.

Una dificultad suele aparecer en su corrección, ya que requiere de docentes con formación en más de una disciplina, por las características de transversalidad. Otra desventaja, es que el tiempo de corrección que insume puede ser más extenso que el examen tradicional.

Para el caso particular de la Asignatura Análisis Matemático II, este tipo de examen incluyó la elaboración de una presentación con recursos audiovisuales, un video de estudiantes para la Aprobación Directa de la Asignatura.

## **2. EXPERIENCIAS EN LA FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA**

### **2.1 Evaluaciones a libro abierto en Cálculo Avanzado en 3° año de Ingeniería Mecánica**

Como se viene comentando, la cátedra Cálculo Avanzado inició acciones para promover evaluaciones a través de la plataforma Moodle que fueran consistentes con las competencias a desarrollar, el cursado, la Aprobación Directa y exámenes finales de la Asignatura.

De las múltiples herramientas que la plataforma aporta, se decidió administrar cuestionarios en línea utilizando el tipo de pregunta "Kprime": de opción múltiple y en un enunciado con cuatro opciones que deben ser respondidas en su totalidad como "Verdadera" o "Falsa". De las tres opciones que presentan este tipo de preguntas, se optó por la de puntuación "Subpuntos", donde cada opción otorga 0.25 puntos, siendo 0 (cero) el mínimo y 1 (uno) el máximo.



Este tipo de preguntas se elaboraron para los objetos de conocimiento de Cálculo en Variable Compleja, Transformada de Laplace y Análisis de Fourier, donde los cálculos y la manipulación algebraica mediante técnicas algebraicas son de dificultad y complejidad significativa, y al ser abordadas a través de un software de cálculo simbólico, pasan a ser de más sencilla y precisa resolución.

El siguiente ejemplo versa sobre una pregunta para el objeto de conocimiento *Cálculo en Variable Compleja*.

Dada

$$f(z) = \frac{1}{(z+2)^2}$$

, determinar el valor de su integral a lo largo de la curva que se indica.

Verdadero	Falso		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Es 0 para toda curva cerrada que contenga al punto $z = -2$	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Si $\gamma =  z + 1  = 3$ cerrada, el valor de la integral es $2\pi i$	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Es $\pi i$ integrada sobre el arco de circunferencia desde $z_1 = (0,0)$ hasta $z_2 = (-4,0)$	$\gamma =  z + 2  = 2$
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Es $2\pi i$ para toda curva cerrada que contenga al punto $z = -2$	

Figura 1: Ejemplo de pregunta para el objeto de conocimiento Cálculo en Variable Compleja.

Se muestra a continuación un ejemplo de pregunta para un examen del tema *Transformada de Laplace*.

Sea un sistema mecánico amortiguado y forzado exteriormente que responde a la EDO  $3y''+y'+4y = 5$ , con  $y(0)=0$ ,  $y'(0)=0$ .

Verdadero	Falso			
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	La Función Transferencia FT =	$\frac{1}{s(3s^2 + s + 4)}$	✓
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	La solución del problema es exponencial.		✓
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	La solución se estabiliza para $y = 0$ desde $t = 20$		✓
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	$Y(s)=$	$\frac{1}{s(3s^2 + s + 4)}$	✗

Figura 2: Ejemplo de pregunta Kprime para el tema Transformada de Laplace



Así, sobre una misma pregunta, el tipo de pregunta Kprime ofrece la posibilidad de contestar cuatro consignas. Para su respuesta se deberá resolver primero la ecuación diferencial, graficar la respuesta y luego indicar para cada consigna la respuesta correcta. Esta modalidad requiere realizar para la respuesta a cada pregunta de resoluciones sucesivas del problema, con la ayuda de software de cálculo simbólico o a través de manipulaciones algebraicas (no recomendable).

No obstante, el uso de software de cálculo simbólico es necesario que también disponga de conocimientos relacionados con la temática, ya que las consignas a resolver requieren de manejo no sólo matemático, sino de aplicación de la herramienta, en este caso, Transformada de Laplace. Yendo a un ejemplo concreto, las consignas de la pregunta indicada abarcan consideraciones propias del manejo algebraico ( $Y(s)$ , Función Transferencia) así como también de respuestas sobre la solución obtenida y el comportamiento del sistema desde el punto físico.

Otro ejemplo es para el tema Series de Fourier, en el cual las preguntas se realizan sobre una aplicación, que son los espectros de frecuencia

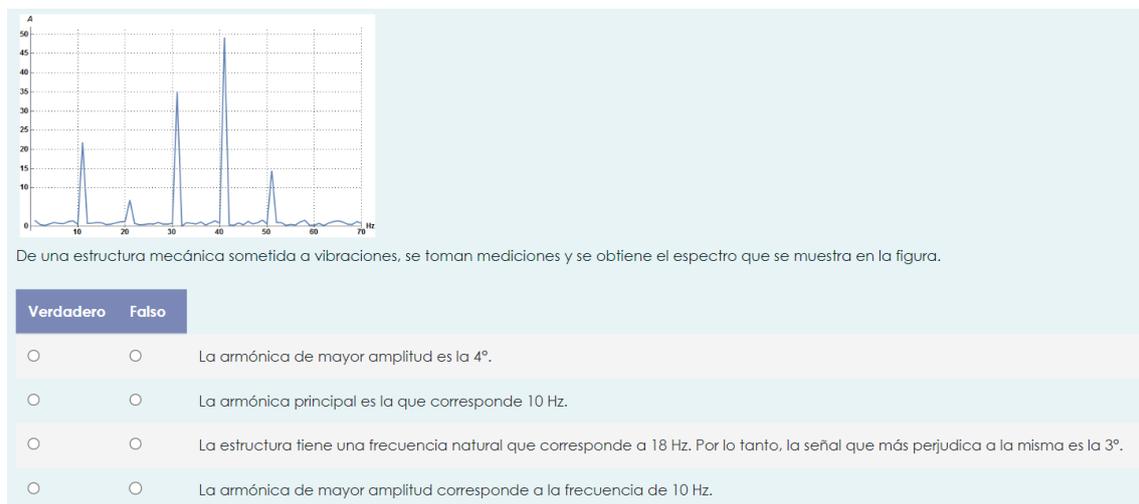


Figura 3: Ejemplo de pregunta Kprime para el tema Análisis de Fourier

Como se observa, este caso no requiere del uso de software de cálculo simbólico, sin embargo, se deben tener en cuenta los conceptos teóricos sobre la aplicación y uso del análisis de Fourier para cada respuesta. Estos conceptos son los que se refuerzan mediante actividades prácticas de medición de vibraciones en el laboratorio de Ingeniería Mecánica.

## 2. 2 Evaluaciones a Consigna Abierta en Análisis Matemático II

En Análisis Matemático II se implementa desde 2020 el examen de tipo respuesta abierta para la evaluación durante la instancia de Aprobación Directa. Esta nueva implementación vino a reemplazar a la evaluación tradicional con examen teórico-práctico -en oportunidades no del todo

articulado- y la modalidad fue adoptada antes de 2020 pero, como en la Asignatura Cálculo Avanzado, el cambio se vio impulsado por el marco de emergencia sanitaria.

En orden de alcanzar la instancia de Aprobación Directa, el estudiantado debe completar la aprobación del cursado de la Asignatura y superar un examen teórico del tipo Verdadero/Falso con justificación sobre los contenidos evaluados durante el cuatrimestre.

La Aprobación Directa se reserva para la evaluación de los contenidos integradores de la Asignatura, centrados principalmente en el Cálculo Vectorial y los Teoremas de Green, Stokes y Gauss. En esencia, el resultado de aprendizaje esperado en esta instancia corresponde a que estudiantes resulten capaces de componer los conceptos del cálculo diferencial e integral, multivariable y vectorial, para resolver problemas de ingeniería, reconociendo situaciones donde estos teoremas resultan ser una herramienta de utilidad.

Se propone entonces la libre elección de algún tema o problema en el que sea posible aplicar los conceptos asociados a los contenidos integradores. Desde la Asignatura se les sugiere como guía para la selección del problema a abordar, la posibilidad de alguna aplicación simple de ingeniería, o algún problema matemático que pueda ser replicado a partir de un libro, artículo científico o internet. No obstante, se destaca la condición optativa de la mencionada guía, pudiendo proponer cada estudiante cualquier otra idea o implementación de interés. Aunque en última instancia la decisión sobre tema y enfoque corre exclusivamente por cuenta de las y los estudiantes, la guía de la cátedra consiste en la evaluación de cada propuesta en términos de complejidad y capacidad de abordaje dentro del límite de tiempo establecido para la entrega, fijada en cuatro semanas. El abordaje del problema elegido puede ser individual o grupal, lo que también queda a elección de los y las estudiantes. En este punto debe destacarse un aspecto clave: durante el cursado de la Asignatura. También, el cuerpo docente de la cátedra no se limita a introducir las herramientas matemáticas en forma abstracta, sino que siempre acompaña con ejemplificación referida a aplicaciones directas de la física y/o la ingeniería. Como ejemplo cabe mencionar la obtención de las expresiones del Teorema de Green empleando conceptos de Mecánica de los Fluidos [4], o la demostración de la Ley de Conservación de la Energía empleando el Teorema Fundamental del Cálculo Vectorial y la Segunda Ley de Newton [5]. Este tipo de práctica permite que las y los estudiantes cuenten con herramientas de decisión a la hora de seleccionar un problema o temática para su trabajo de Aprobación Directa.

Para la resolución, demostración y/o implementación del problema planteado, se sugiere el empleo del programa *Mathematica* como herramienta complementaria durante el dictado del curso y utilizado por docentes y estudiantes tanto para ilustraciones en dos y tres dimensiones como para la resolución simbólica general y numérica de problemas.

Como entregables del examen se establece un archivo de *Mathematica* conteniendo las rutinas del planteamiento, desarrollo y solución del problema abordado; y una presentación de

PowerPoint acerca del trabajo elaborado. El principal medio de verificación de la evaluación es una presentación grabada en video, que debe ser subida a la plataforma YouTube, y en la cual individual o grupalmente deberán presentar y describir el problema, como así también comentar la metodología de resolución y los resultados obtenidos. La presentación se realiza con la guía de la serie de diapositivas de PowerPoint, con un tiempo máximo de extensión de 15 (quince) minutos. Así, es posible evaluar el manejo de los conceptos de parte de estudiantes, su noción de la relación de estos conceptos con la ingeniería, sus conocimientos del programa Mathematica, su aptitud para comunicar sus propias ideas y su capacidad de análisis, argumentación y síntesis, entre otras variables.

Habiendo realizado todo esto, podemos calcular las 3 integrales que nos darán el flujo

$$\text{CirculacionC1} = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \underset{\text{producto escalar}}{\text{Dot}[\text{Cpotencial}[x[t], y[t], z[t]], \underset{\text{deriva}}{D[C1[t], t]}]} dt$$

$$\text{CirculacionC2} = \int_0^1 \underset{\text{producto escalar}}{\text{Dot}[\text{Cpotencial}[x[t], y[t], z[t]], \underset{\text{deriva}}{D[C2[t], t]}]} dt$$

$$\text{CirculacionC3} = \int_0^1 \underset{\text{producto escalar}}{\text{Dot}[\text{Cpotencial}[x[t], y[t], z[t]], \underset{\text{deriva}}{D[C3[t], t]}]} dt$$

Y por lo tanto

$$\text{FlujoC} = \text{CirculacionC1} + -1 * \text{CirculacionC2} + \text{CirculacionC3}$$

$$-3 + \frac{\pi}{2}$$

Lo que nos permite comprobar que era posible calcular el flujo de estas 3 formas distintas

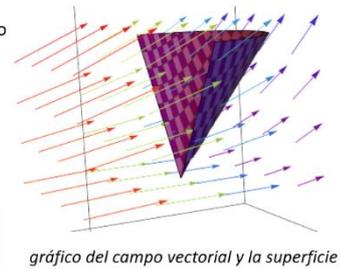
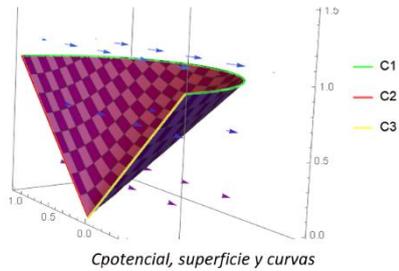


gráfico del campo vectorial y la superficie



Cpotencial, superficie y curvas

Figura 4: Captura de PowerPoint. Cálculo de caudal másico de fluido a través de una superficie, empleando los conceptos de flujo de campos vectoriales, Teorema de Stokes y Teorema de Gauss.

Las Figuras 4 a 6 muestran ejemplos de las diferentes implementaciones realizadas por estudiantes en el marco de esta metodología de consigna abierta. Si bien las temáticas abordadas resultan diversas, los problemas más elegidos por estudiantes corresponden a cálculos de vorticidad y flujo en campos de velocidades de fluidos, estudio de campos gravitacionales, electromagnéticos y friccionales desde el enfoque de conservación de la energía y aplicaciones de las leyes de Maxwell.

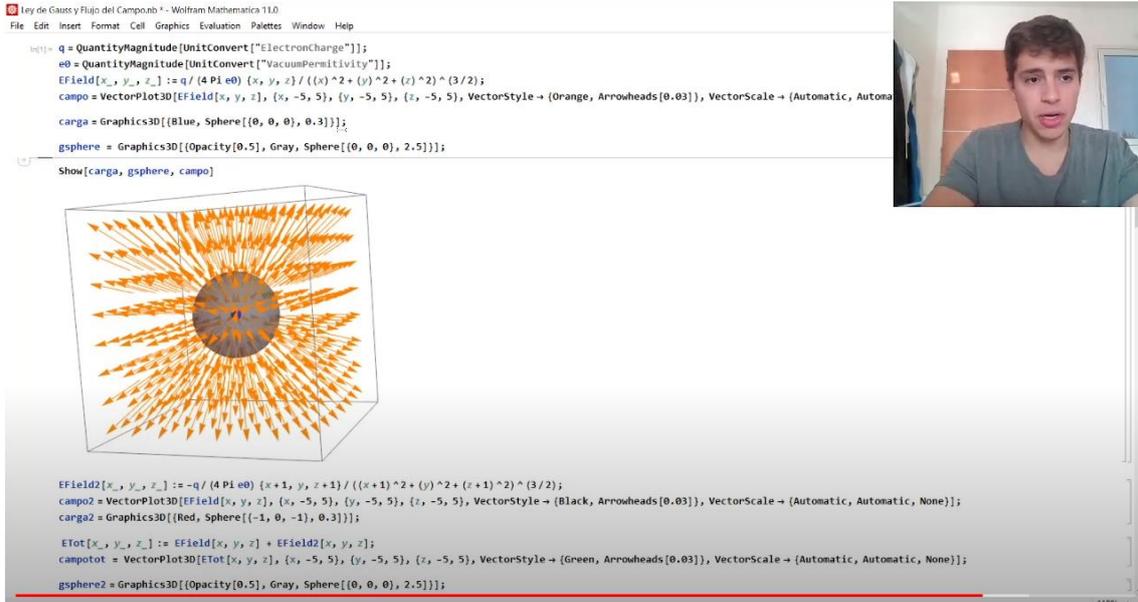


Figura 5. Captura de video. Verificación de la Ley de Gauss, empleando los conceptos de flujo de campos vectoriales, Teorema de Stokes y Teorema de Gauss.

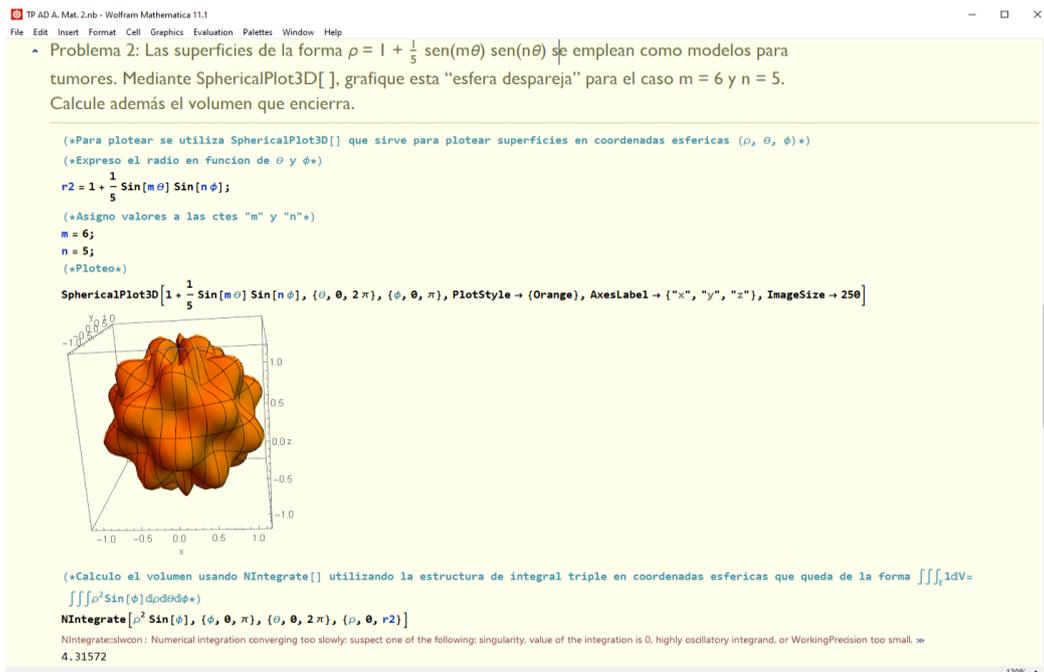


Figura 6. Captura de la interfaz de Mathematica. Estudio simplificado de modelado del crecimiento de tumores, empleando los teoremas integradores y la teoría de parametrización de superficies.

### 2.3. Sobre resultados y análisis de resultados de las metodologías implementadas

#### 2.3.1. Cálculo Avanzado y la percepción estudiantil: las encuestas



Desde esta Asignatura y como se mencionó, la metodología de evaluación a libro abierto y en línea propuesta en exámenes parciales y finales buscó recabar la percepción y valoración de estudiantes del período 2020 – 2022 a través de una encuesta breve, de 14 (catorce) preguntas, elaborada en dimensiones que incluyen variables: temporales, ubicación en el plan de estudios, propia preparación para exámenes, variables comportamentales ante consignas, de ejecución, cognitivas, empleo de materiales de estudio, feedback, afianzamiento de conceptos y propuestas para disponer de indicadores que garanticen la mejora continua, la réplica metodológica y la evaluación de su utilidad como experiencia de aprendizaje.

Así, quienes respondieron a la encuesta, una muestra de 34 (treinta y cuatro) estudiantes que habrían aprobado la Asignatura, valora en general la experiencia de evaluación, que no aparece en el común de las Asignaturas de la carrera. La propuesta puede aparecer con factores subjetivos que inciden en lo comportamental generando incertidumbre y expectativas de complejidad pero la novedad, la ejecución y resolución se percibe como óptima y/o de adecuada complejidad. Les parece propicio el uso de las nuevas tecnologías en evaluación y el Software de cálculo numérico.

Apuntes de la cátedra, bibliografía, apuntes propios y otros fueron el material de estudio más utilizado pudiendo inferir acerca del factor confianza en la cátedra, la elaboración de la evaluación y la posterior resolución de los exámenes sin factores sorpresa vistos como interferencia.

Aspectos importantes son aquellos como los de haber obtenido feedback sobre sus respuestas y desarrollo general en aquellos temas donde existieron dudas y donde se debieron afianzar conocimientos, así como la importancia de este tipo de evaluación en la comprensión de conceptos y respuestas.

Recomiendan que se sigan utilizando evaluaciones en línea y como recurso sin reemplazar, en algunas ocasiones o para algunas temáticas, a la evaluación tradicional.

De esto puede desprenderse como valorable por el cuerpo docente, la aproximación al cumplimiento de los propósitos de la Asignatura, propósitos docentes, objetos de conocimiento y la concordancia y consistencia interna con los instrumentos de evaluación, también en la formación de profesionales de la ingeniería que busquen soluciones a problemas prácticos y reales desde lo teórico y desplegando diversas conductas que les permitan operacionalizar en ambientes complejos como aquellos en los que asistimos.

### **2.3.2. Análisis Matemático II**

Los resultados obtenidos han sido altamente satisfactorios desde el punto de vista de la cátedra. Los grupos de estudiantes muestran en su mayoría un entusiasmo en el desarrollo de un proyecto que les resulta propio en esencia. Por su parte, la consigna abierta y la respuesta abierta resultan ser un enfoque que contribuye a la flexibilización del aprendizaje en general. En cuanto a la asignatura Análisis Matemático II en particular, la estrategia implementada permite que el estudiantado certifique conocimientos mediante su aplicación directa. Una vez concluidos los

proyectos, desde la cátedra se percibe en general una afirmación del convencimiento de parte de estudiantes en cuanto a la importancia de la matemática en términos de su utilización como herramienta para el abordaje de problemas del mundo real asociados a su futura profesión. Este aspecto resulta clave para la formación global de profesionales de la ingeniería capaces de desempeñarse con solvencia en el aspecto técnico, pero también -y aquí la introducción de la novedad- en el aspecto innovador, que es donde en mayor medida se requieren las herramientas de conocimiento brindadas en esta Asignatura de Análisis Matemático II.

### 3. CONCLUSIONES

Hasta aquí, la experiencia de dos Cátedras.

Los enfoques didácticos propuestos para la formación de futuros profesionales de la Ingeniería Mecánica permitieron seleccionar objetos de conocimiento, saberes, estrategias, secuencias didácticas y de evaluación que, como se expuso, tienen correlación con las competencias a desarrollar por los contenidos mínimos de cada una de las Asignaturas y su integración al plan de estudios de la Carrera.

El desarrollo de este escrito, así como el intercambio y articulación de la viñeta de caso dada por la praxis del cuerpo docente de cada una de las Asignaturas participantes aquí, llevan a comunes denominadores a modo de conclusión y también, a la apertura de nuevas líneas de investigación y profundización de las existentes.

Seguramente queden interrogantes que puedan ser planteados en la invitación a que los autores fundamenten aún más la complejidad de administrar evaluaciones *a libro abierto y a respuesta abierta*; primero, como proceso y segundo, en Asignaturas donde resulta poco convencional su aplicación metodológica como en las intervinientes. De eso se tratan algunas estrategias y líneas de acción que se desprenden de la propuesta de las ordenanzas de la UTN, desde el aprendizaje como proceso individual, social y situado. Sobre esta última adjetivación y yendo a lo situado, no se debe olvidar la complejidad misma que imprimió a la sociedad la pandemia como telón de fondo o como figura, de acuerdo a la percepción y vivencia de cada estudiante en contexto de aislamiento, con factores subjetivos como los que contempla la cultura universitaria uteniana en la formación integral de profesionales.

No debemos perder de vista que las evaluaciones implementadas agudizan su irrupción en el contexto de entornos virtuales donde se requería de la continuidad pedagógica y el uso de herramientas efectivas para la evaluación como proceso. Se considera que desde las Asignaturas intervinientes, el desafío fue entonces doble: dar continuidad sin tender a acreditar sólo conocimientos de manera mecánica, memorística y lineal.

Este tipo de metodologías y exámenes constituyen herramientas valorables desde una concepción de evaluación formativa, donde la centralidad de estudiantes es el ingrediente

principal. La guía y el rol docente orienta con su feedback la apropiación del proceso de aprendizaje. Si la herramienta de evaluación ayuda, promueve, colabora y refuerza el proceso de aprender, el conocimiento, el desarrollo y la puesta en marcha de competencias, puede decirse que la evaluación estaría cumpliendo su cometido dispuesto al aprendizaje.

Se considera que la ejercitación y la valoración estudiantil de lo implementado, así como el criterio docente es el faro para la mejora continua y la profundización de nuevas maneras de evaluar y poner en marcha capacidades y competencias.

Las herramientas implementadas son procesuales y pueden ser incorporadas, compartidas y socializadas en programas de formación docente [6] relativos a desarrollo competencial, a estrategias de aprendizaje y a evaluación en entornos virtuales considerando someter a mayores estándares de evaluación estas mismas propuestas para la mejora de la calidad educativa en la

## REFERENCIAS

[1] Ordenanza 1901 2022 [Consejo Superior - Universidad Tecnológica Nacional] Diseño Curricular de Ingeniería Mecánica - Plan 2023. 5 de octubre de 2022.

[2] Centre for Teaching and Learning. A guide for academics - open book exams. Newcastle, Australia:University of Newcastle.

[https://www.newcastle.edu.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/268980/Open-Book-Exams.pdf](https://www.newcastle.edu.au/_data/assets/pdf_file/0006/268980/Open-Book-Exams.pdf)

[3] Anijovich R. (comp.), Camilloni A. R. W. de, Capelletti G., Hoffmann J., Katzkowicz R., Mottier Lopez. *La evaluación significativa*. Buenos Aires, Paidós, 2010

[4] Dotti, F. [Franco Dotti] (29 de junio de 2020) AM2 Clase 25c Teorema de Green desde la Mecánica de fluidos. [Video] YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=1HaOlhvEh\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=1HaOlhvEh_g)

[5] Dotti, F. [Franco Dotti] (6 de junio de 2020) AM2 Clase22g Trabajo y energía cinética [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wzUvJgP-Mc> y (9 de junio de 2020) AM2 Clase23e Trabajo, energía potencial y Ley de Conservación de la Energía. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=JyAUkUQY-kQ>

[6] Cura R.O, Solano, M.L., Vera, C.A. *Programa Central de Formación de Competencias en las Carreras de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca*. Bahía Blanca, 2021