

# Didactic experience in the non-face-to-face modality for an introductory subject to numerical methods that uses Matlab

Pedro Huamaní-Navarrete, Dr  
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, [pcciphua@upc.edu.pe](mailto:pcciphua@upc.edu.pe)

*Abstract- This article shows the didactic experience, through the non-face-to-face modality, in the subject Introduction to Computational Methods that use the Matlab software. This subject belongs to the curriculum of the Civil Engineering Career of the Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, in Lima-Peru. Likewise, such didactic experience was focused on the methodology used for teaching classes in a non-face-to-face and synchronous way through the Blackboard Collaborate platform; as well as three forms of remote evaluations for the subject in question, both synchronous and non-synchronous. Likewise, the results of the average grades are shared when comparing the evaluations of practices, academic, partial and final works in the face-to-face modality, and the non-face-to-face modality; with which, it is concluded that, through a trend graph, the percentage of students approved in the last six academic semesters has been increasing, showing a final average maximum around 18 for a vigesimal scale.*

*Keywords-- Blackboard Collaborate, Computational Methods, Matlab, Synchronous and Non-Synchronous Evaluation.*

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.766>  
ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

# Experiencia didáctica en la modalidad no presencial para una asignatura introductoria a métodos numéricos que utiliza el Matlab

Pedro Huamaní-Navarrete, Dr

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, [pcciphua@upc.edu.pe](mailto:pcciphua@upc.edu.pe)

**Resumen—** El presente artículo muestra la experiencia didáctica, a través de la modalidad no presencial, en la asignatura Introducción a los Métodos Computacionales que usa el software Matlab. Dicha asignatura pertenece a la malla curricular de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas en Lima-Perú. Asimismo, tal experiencia didáctica estuvo enfocada a la metodología empleada para el dictado de clases de manera no presencial y síncrona a través de la plataforma Blackboard Collaborate; así como también, a tres formas de evaluaciones remotas para la asignatura en mención, tanto síncrona como no síncrona. Igualmente, se muestran los resultados de las notas promedios al comparar las evaluaciones de prácticas, trabajos académicos, parciales y finales en la modalidad presencial, y la no presencial; con lo cual, se llega a la conclusión que, a través de un gráfico de tendencia, el porcentaje de estudiantes aprobados en los últimos seis semestres académicos ha ido incrementando, mostrando un máximo promedio final alrededor de 18 para una escala vigesimal.

**Palabras claves--** Blackboard Collaborate, Métodos Computacionales, Matlab, Evaluación Síncrona y No Síncrona.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde algunos años atrás, la presencia de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en los procesos de enseñanza-aprendizaje han generado un cambio, en la manera de concebir las prácticas educativas [1]. Por tal motivo, las instituciones educativas de todo el mundo la utilizan para impartir las clases no presenciales y semi-presenciales, con lo cual la adaptación digital ha sido progresiva en todos los niveles de la educación. Por lo anteriormente señalado, las TIC se han convertido como el iniciador y catalizador de la renovación pedagógica, cambiando el paradigma respecto a la enseñanza [2]. A la par, son varias las instituciones educativas en el mundo, tal como la Universidad Nacional Autónoma de México que, desde hace más de 5 lustros, iniciaron las licenciaturas a distancia porque es una opción educativa flexible en espacio y tiempo para el estudio [3].

Por otro lado, como es de conocimiento, en marzo del 2020 el sector académico en el Perú y otros países del mundo fue obligado a cambiar abruptamente del modelo de aula presencial, utilizado desde muchos años atrás, hacia una situación completamente en línea, tal como también se describe en otros escenarios [4], [5].

Por lo cual, esto dio origen a varios problemas, entre ellos la forma del dictado de clases y la manera de evaluar a los

estudiantes de tal forma que se reduzca la probabilidad de plagios entre ellos. No obstante, desde inicios del año 2013, la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), de Lima-Perú, ya contaba con el Aula Virtual Blackboard, plataforma e-learning más avanzada a nivel mundial y utilizada por 2200 instituciones educativas de prestigio, que se encuentran en más de 60 países alrededor del mundo [6], permitiendo una serie de acciones como gestionar usuarios, facilitar materiales didácticos, videos, hacer del proceso de enseñanza-aprendizaje, evaluaciones en línea, etc. Es así que, muchas instituciones educativas del Perú, como por ejemplo la Universidad Ricardo Palma, recientemente se ha sumado al uso de esta herramienta para el proceso de enseñanza-aprendizaje de forma remota [7].

Además, el Aula Virtual Blackboard no solamente es compatible con las últimas versiones de todos los navegadores web, sino también posee un sistema incorporado de videoconferencia a través del Blackboard Collaborate, y asimismo una experiencia de navegación personalizada en dispositivos móviles a través de Blackboard Mobile Learn [6]. Es así como, se convirtió en la principal herramienta utilizada en el dictado de las clases para la modalidad remota; pues, porque también permite generar espacios de comunicación síncrona a través de salas virtuales, permitiendo la interacción entre los docentes y estudiantes, compartiendo archivos, aplicaciones, pantalla completa, pizarra virtual, chats, entre otras herramientas más. De esta manera, no solamente el dictado de las asignaturas pasó a la modalidad no presencial, sino también la evaluación de estas; y, particularmente, para el caso de la asignatura Introducción a los Métodos Computacionales (IMC), del sexto semestre de la Carrera de Ingeniería Civil en la UPC, la cual se desarrollaba íntegramente en las aulas de laboratorio utilizando el software de computación numérica Matlab, el Toolbox Symbolic Math y los entornos de desarrollo GUIDE y App Designer, se tuvo que adaptar a la no presencialidad.

Por lo cual, la adaptación obligó a experimentar didácticamente una metodología de enseñanza-aprendizaje para la asignatura IMC, de tal forma que el estudiante se mantenga atento a las clases impartidas en la modalidad síncrona, cumpla con las tareas y trabajos propuestos, así como también sea evaluado de forma pertinente. Asimismo, no solo se adaptó el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino también la forma y el mecanismo de evaluación de las prácticas calificadas, tareas académicas y trabajos parcial y

final, los cuales permitieron medir los resultados obtenidos por los estudiantes.

De esta manera, el contenido de este artículo se subdivide en una sección Marco Teórico, donde se aborda una revisión bibliográfica del contexto, la descripción general de la asignatura IMC y una descripción del escenario en la modalidad presencial; luego, en una siguiente sección, se comparte la experiencia referente al dictado de clases y la forma de evaluación en la modalidad no presencial. Finalmente, la sección de los resultados de las evaluaciones en forma global, tanto de manera presencial y no presencial, compartiendo los resultados del promedio final de las notas obtenidas en los últimos seis semestres.

## II. MARCO TEÓRICO

La variedad de Toolbox que tiene el software Matlab, ha permitido que su aplicación se extienda a nivel de pregrado en asignaturas de diferentes carreras profesionales de la ingeniería, así como también en las matemáticas, física y a nivel de posgrado; por lo cual, es muy común hallar amplia bibliografía referente a su uso. Es así como, en [8], se confirma la aplicación del Matlab como un recurso didáctico para la enseñanza de la ingeniería, explicando una compilación de recursos más destacados que en la actualidad se encuentran ubicados en la Web, y guardan relación con las áreas de Ingeniería de Sistemas y Automática. De igual forma, en [9], se manifiesta la experiencia en la evaluación de otra asignatura en el área de Ingeniería Electrónica, utilizando de igual manera el software Matlab a través de la plataforma Blackboard Collaborate. Pues, esta ha resultado ser una herramienta que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje durante el aprendizaje virtual, a pesar de ciertas limitaciones como es el acceso a la internet y la calidad de la conexión [10].

Luego, en [11], se comparte el modelo híbrido de enseñanza médica utilizando la plataforma y con el fin de mejorar la capacidad práctica de pensamiento lógico, y análisis independiente de los estudiantes de medicina. A lo anterior, se suma la experiencia de introducir en los primeros años de ingeniería los fundamentos de programación computacional, en el contexto de resolver problemas de ingeniería [12]. Paralelamente, también es posible utilizar software libre como es el caso de [13], en donde se enuncia la experiencia del Octave GNU para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en una facultad de Ingeniería.

Por otro lado, la evaluación en la modalidad no presencial también resultó un reto en la docencia universitaria; es así como, en [14] se otorga un análisis descriptivo de los procesos de evaluación en tiempo de COVID. Y como también, en [15] se comparte la experiencia didáctica en época de pandemia para un grupo de estudiantes, donde los resultados mostraron el apoyo al desarrollo del trabajo colaborativo y participación en la toma de decisiones. Adicionalmente, en [16] se afirma que la implementación de plataformas o laboratorios virtuales es una propuesta para la enseñanza en una Facultad de Ciencias e Ingeniería.

Por lo tanto, en este artículo se comparte la experiencia didáctica universitaria en la modalidad de dictado de clases de

forma no presencial, de la asignatura Introducción a los Métodos Computacionales (IMC), donde se utiliza como recurso didáctico el software de computación numérica Matlab. Es necesario mencionar, que no solamente se enfoca a la realización del dictado de clases a través de la plataforma Blackboard Collaborate, sino también a la metodología empleada para la realización de la evaluación, a través del aula virtual.

### A. Asignatura *Introducción a los Métodos Computacionales (IMC)*

La asignatura IMC pertenece al 6.º semestre académico de la malla curricular de la carrera de Ingeniería Civil de la UPC, y a la vez al grupo de asignaturas de la Línea de Estructuras. Asimismo, el contenido del sílabo de esta asignatura ha venido presentando ciertos cambios, incluyendo y excluyendo algunos métodos numéricos por cada unidad de aprendizaje, así como también presentando variación en el orden del dictado de las unidades de aprendizaje. Pues, estos cambios vienen realizándose desde marzo del 2015, fecha en la cual se asumió al menos una sección de las varias que tiene esta asignatura, en los cuatro campus de la UPC.

Por lo cual, a través de esta asignatura, se busca desarrollar la competencia general: Manejo de la Información, así como la competencia específica de ABET: Conoce de Temas Contemporáneos (uso de métodos actuales de resolución numérica y programación para hallar soluciones de problemas). Por tal razón, al término de la asignatura el alumno desarrolla modelos y aplicativos para la solución de problemas numéricos y de optimización de Ingeniería Civil, aplicando los fundamentos de resolución numérica y de programación del software Matlab. Por otro lado, la fórmula para obtener el promedio final (PF) rige en función a tres tipos de evaluaciones [17], tal como se aprecia en la ecuación (1).

$$PF = 1 \frac{TA1}{10} + 2 \frac{PC1}{10} + 2 \frac{PC2}{10} + 2 \frac{TP1}{10} + 3 \frac{TF1}{10} \quad (1)$$

Donde, TA1 corresponde al grupo de tareas académicas. PC1 y PC2 se refieren a las prácticas calificadas evaluadas en las semanas 7 y 15 del semestre académico, respectivamente. Luego, TP1 y TF1 son los trabajos parciales y finales, evaluados en las semanas 8 y 16, respectivamente. Además, esta asignatura está compuesta de seis unidades de aprendizaje, las cuales son:

- 1.º Unidad: Herramienta Computacional de Cálculo: Otorga las herramientas computacionales de cálculo y programación, haciendo uso del software de computación científica Matlab.
- 2.º Unidad: Ecuaciones Diferenciales. Brinda el aprendizaje de tres métodos para determinar la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- 3.º Unidad: Sistemas de Ecuaciones Lineales. Aprendizaje de tres métodos para resolver un sistema de ecuaciones lineales, en forma directa e iterativa.
- 4.º Unidad: Raíces de Ecuaciones No Lineales. Brinda cuatro métodos de solución de ecuaciones no lineales, evaluando sus ventajas y desventajas.

- 5.º Unidad: Aproximación de Funciones. Permite aprender a construir una función que se ajusta matemáticamente a un grupo de mediciones, empleando para ello hasta tres métodos diferentes.
- 6.º Unidad: Integración Numérica. Proporciona el aprendizaje de cuatro métodos para determinar el valor de una integral definida.

#### B. Escenario de modalidad presencial

Antes de la declaración de emergencia sanitaria, el dictado de las clases se realizaba de manera tradicional, como en la mayoría de las universidades peruanas, utilizando el Laboratorio de Cómputo con una computadora personal (PC) por estudiante, y con una frecuencia de dos sesiones de clases por semana. En cuanto a la evaluación, también era realizada de manera habitual; en el caso de las dos prácticas calificadas se llevaba a cabo durante las sesiones de clase utilizando el software Matlab instalado en cada PC, y permitiendo a los estudiantes portar algunos archivos particulares con código de programación en dicho software, para considerarlos como apoyo y referencia.

Por otro lado, en la mayoría de las veces, las tareas académicas fueron domiciliarias y planteadas progresivamente para evaluar una o dos unidades de aprendizaje continuas; además, se proporcionaba un tiempo de plazo pertinente para la presentación de estas tareas, las cuales eran desarrolladas en forma grupal (2 o 3 estudiantes, según el número total de matriculados por sección de clase). Con referencia a las evaluaciones denominadas como Trabajo Parcial y Final, estas se realizaban en las semanas 8 y 16 (semanas de suspensión de clases), respectivamente; y tuvieron como propósito la participación de grupos de estudiantes en la preparación de un informe y exposición de un trabajo aplicativo, utilizando los métodos numéricos aprendidos en clase e implementados en una interfaz gráfica como GUIDE o APP DESIGNER del Matlab.

Asimismo, la evaluación a través de los trabajos Parcial y Final se implementó a partir del semestre 2018-2, por orden de las autoridades de la Carrera de Ingeniería Civil de la UPC; sin embargo, antes se realizaba a través de un Examen Parcial y Final de una forma semejante a las prácticas calificadas, pero conteniendo mayor rigurosidad y cantidad de temas. Igualmente, las Tareas Académicas, Prácticas Calificadas y Trabajos Parcial y Final, eran recibidos físicamente de parte de los estudiantes, y a su vez devueltos con la calificación correspondiente sin dejar a lado las anotaciones y retroalimentaciones escritas sobre los mismos.

Así como también, desde su inicio, esta asignatura empleó la plataforma Aula Virtual Blackboard para compartir con los estudiantes las diapositivas de cada unidad de aprendizaje, el sílabo, los archivos de extensión \*.m con los códigos de programación desarrollados durante las clases, los avisos de información sobre fechas de evaluación de prácticas y de trabajos académicos, las rúbricas de evaluación utilizadas, los enunciados de las evaluaciones pasadas, entre otros puntos más relacionados a la parte académica de la asignatura en mención. Como forma de ejemplo, en la Fig. 1 se muestra una captura de pantalla de la pregunta n. 1 correspondiente a la

Segunda Práctica Calificada evaluada en el semestre 2019-1 para la sección CI63, que se tuvo a cargo en dicho periodo de clases.



**INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS COMPUTACIONALES (CI171)**  
**PRÁCTICA CALIFICADA N° 02**  
Ciclo 2019 - 01

**Sección:** CI 63  
**Profesor:** Pedro Huamani Navarrete  
**Fecha:** Miércoles 19 de junio del 2019 a las 09:00 am  
**Duración:** 110 minutos  
**Indicaciones:**

1. No está permitido el uso de ningún material de consulta (cuaderno, apuntes de clase, memoria USB, plantillas en Matlab, etc.).
2. Prohibido utilizar celulares o cualquier otro aparato electrónico durante la evaluación. Estos deben permanecer apagados y/o guardados.
3. Se permite el uso de una PC con Matlab.
4. La evaluación debe ser desarrollada con ayuda del software Matlab, pero no se recogerá ningún archivo digital para su calificación.

1) Suponiendo que la aceleración debida a la gravedad a una altitud y por encima de la superficie de la Tierra se encuentra dada en el siguiente cuadro. (06 PUNTOS)

Altura [Km]	0	25	60	90
Gravedad [m/seg <sup>2</sup> ]	9.8100	9.7870	9.6879	9.6278

Por lo tanto, se solicita determinar una expresión matemática utilizando el método de Spline Cuadrático para calcular la gravedad a una altura de 80 Km. Muestre su procedimiento completo planteando todas las ecuaciones necesarias, la matriz resultante, los polinomios de segundo orden para cada intervalo, y el código de Matlab empleado para alcanzar toda la solución.

Fig. 1 Captura de pantalla de la primera pregunta de la PC2 (segunda práctica calificada) del semestre 2019-1.

#### C. Plataforma Blackboard Collaborate

Es una plataforma en línea que pone a disposición los documentos y materiales de las clases; además, permite la participación en foros y wikis, acceder a las videoconferencias de las asignaturas, responder los cuestionarios, efectuar el envío de las tareas académicas, ver los resultados de las calificaciones y mantener informado de las actividades que se realizan [18].

### III. METODOLOGÍA EN LA MODALIDAD NO PRESENCIAL

Desde el semestre académico 2020-1, la asignatura IMC, se viene dictando y evaluando de manera no presencial debido a la coyuntura del COVID 19; a pesar de ello, las autoridades de la UPC determinaron mantener el contenido del sílabo, la fórmula y formas de evaluación, y las seis unidades de aprendizaje. Por otro lado, se intensificó el uso de la plataforma Aula Virtual Blackboard Collaborate para permitir una mayor interacción con los estudiantes. A continuación, se describe la experiencia metodológica empleada tanto para el dictado de clases, como para las diferentes formas de evaluación en la escala vigesimal.

#### A. Dictado de clases no presencial

A través del sistema de videoconferencia de la plataforma Blackboard Collaborate, se han venido dictando las clases de manera no presencial y de forma síncrona, permitiendo la interacción del docente-estudiante por medio del audio, video y texto a través del chat; adicionalmente, se han utilizado las

opciones “Compartir Archivos” y “Compartir aplicación/pantalla”; esta última con el propósito de compartir la pantalla completa del docente o cierta aplicación o software específico como el Matlab y sus entornos GUIDE y APP DESIGNER, Microsoft Word, Microsoft Power Point, Microsoft Excel o Microsoft Paint, y además compartir alguna pestaña del navegador utilizado, o como también el propio contenido del aula virtual de la UPC. Complementariamente, se interactuó con los estudiantes a través de la opción “Pizarra en Blanco”, donde se utilizó la barra de herramientas (selección, puntero, lápiz, formas, texto y borrar), para graficar, escribir, dibujar, colocar fórmulas, etc. Por lo cual, no fue necesario recurrir al uso de una tableta digitalizadora.

En la mayoría de las veces, el material académico utilizado en cada sesión de clases está conformado por diapositivas y archivos de código de programación en Matlab. Estos archivos con código de programación llevan la extensión \*.m, y fueron implementados durante la sesión de clase, pero etiquetados con un nombre que lleva la fecha de la sesión, para luego compartirlos a través de una carpeta creada en cada unidad de aprendizaje del aula virtual. A continuación, la Fig. 2 muestra una captura de pantalla del resultado del almacenamiento de los archivos desarrollados en clase y pertenecientes a la Unidad de Aprendizaje V, el cual que fue realizado en el mes de junio del 2021 (semestre académico 2021-1) a través del aula virtual.

Clases mes JUNIO 2021 (UNIDAD V)

- Desarrollar contenido
- Evaluaciones
- Herramientas
- Contenido de colaborador

- Clase 18 junio 2021 - Sección CX63
- Clase 21 junio 2021 - Sección CX63
- Archivo de la Clase del 25 junio 2021 (ROMBERG)
- Archivo de la Clase del 25 junio 2021 (CUADRATURA DE GAUSS)
- Clase 25 junio 2021 - Sección CX63
- Clase 28 junio 2021 - Sección CX63

Fig. 2 Captura de pantalla mostrando los archivos de la Unidad de Aprendizaje V en el Blackboard Collaborate.

Luego, como ejemplo, en la Fig. 3 se muestra el código de programación de Matlab desarrollado en clase e implementado en una función computacional, para obtener la solución de una integral doble utilizando el método del Trapecio múltiple;

luego, en la misma figura, se muestra la aplicación de dicho código en una función matemática arbitraria de dos variables y su respectiva evaluación.

Editor - E:\ClasesUPC\intdoble.m\*

```

1 function I = intdoble(f,ax,bx,ay,by,n)
2 % Función para determinar una Integral Doble utilizando el
3 % Método de Trapecio Múltiple. (Por: Pedro F. H. N.)
4 %
5 %
6 % I = intdoble(f,ax,bx,ay,by,n)
7 %
8 % @ f(x,y): función a evaluar
9 % [ax, bx]: intervalo en eje "x"
10 % [ay, by]: intervalo en eje "y"
11 % n: intervalos para el método del Trapecio Múltiple
12 %
13 x = linspace(ax, bx, n+1);
14 y = linspace(ay, by, n+1);
15 [X, Y] = meshgrid(x, y);
16 for i=1:n+1
17     for j=1:n+1
18         M(i,j) = f(x(i),y(j));
19     end
20 end
21 fx(i) = sum(M(i,:).^ [1 2*ones(1,n-1) 1])*(bx-ax)/(2^n);
22 end
23 I = sum(fx.^ [1 2*ones(1,n-1) 1])*(by-ay)/(2^n);
24

```

Command Window

New to MATLAB? See resources for [Getting Started](#).

```

>> f = @(x,y) (x^2+1).^2-4*cos(x)^y;
>> ax = 1; bx = 8;
>> ay = 2; by = 12;
>> I = intdoble(f, ax, bx, ay, by, 100)

I =

```

6.8978e+04

>> %Verificación:

```

>> syms x y; f = (x^2+1).^2 - 4*cos(x)^y;
>> IC = double( int(int(f, 'x', ax, bx), 'y', ay, by) )

```

IC =

6.8969e+04

fx >>

Fig. 3 Arriba: función en Matlab con código de programación para solucionar una integral doble. Abajo: ejemplo de la aplicación de la función.

Adicionalmente, se crearon elementos de contenido en el Aula Virtual para compartir diversos mensajes como: logro de la unidad de aprendizaje, recordatorios de las fechas de evaluación, entre otros más.

Respecto al uso de la licencia del software Matlab en la modalidad no presencial, no hubo ninguna restricción porque la empresa Mathworks en coordinación con la UPC otorgó las licencias temporales para proceder con la instalación libre en las propias computadoras o laptops de los docentes y estudiantes, y como también permitió el uso de la versión Matlab Online con tan solo utilizar la cuenta de correo institucional de la propia universidad. A la par, los laboratorios de los distintos campus de la UPC otorgaron el

acceso remoto al Matlab, a través del software VMware Horizon Client.

#### B. Evaluación de las prácticas calificadas (PC1 y PC2)

Las dos prácticas calificadas fueron evaluadas de forma síncrona a través del sistema de videoconferencia de la plataforma Blackboard. La primera es realizada en la semana 7 (Temas: Unidades de Aprendizaje 1, 2 y 3), y la segunda en la semana 15 (Temas: Unidades de Aprendizaje 4, 5 y 6).

Si bien es cierto que la duración de cada sesión de clases remota se limita a 110 minutos, siempre se otorgó un tiempo adicional y prudente para que facilite el proceso de digitalización de la solución de los problemas, y la posterior subida del archivo en la actividad creada a través del aula virtual. Además, y en vista de no contar con la práctica calificada en forma física, se optó por utilizar las herramientas de anotación ofrecidas por la Actividad creada para realizar las anotaciones de puntaje parcial por pregunta, comentarios generales, realimentaciones al estudiante, y puntaje total de la evaluación.

Todo lo anteriormente descrito se observa en la Fig. 4, donde se muestra una captura de pantalla conteniendo la primera hoja de la segunda práctica calificada (PC2) evaluada en el semestre académico 2021-1.

INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS COMPUTACIONALES  
PRÁCTICA CALIFICADA N° 02  
Carrera: Ingeniería Civil  
Código: 171  
Ciclo 2021 - 01  
Sección: CI-63  
Profesor: Pedro Huamani Navarrete (pcciphua@upc.edu.pe )  
Fecha: viernes 02 de julio del 2021 a las 09:00 am  
Duración: 120 minutos  
Indicaciones:  
1. Utilizar el software Matlab para desarrollar todos los problemas. Además, deberá de emplear este archivo WORD y adjuntar la solución después de cada pregunta.  
2. En las preguntas, que lo ameriten, deberá de adjuntar el procedimiento de solución realizado a mano alzada (a través de una fotografía) o como también lo puede hacer utilizando directamente el Word. Y, en aquellas preguntas, donde se solicite el código fuente, el gráfico de la función o alguna otra respuesta que requiera el Matlab, deberá de hacerlo a través de una captura de pantalla.  
APELLOS Y NOMBRES: \_\_\_\_\_  
CÓDIGO: U201712677  
  
PREGUNTA 01 (05 puntos): La construcción de cierto muro hace 40 meses aproximadamente, viene manifestado un hundimiento en algunos centímetros. Por lo cual, si dicho comportamiento dio origen al siguiente grupo de mediciones, se solicita determinar la estimación para los meses 3 y 8 utilizando el método de Trazadores Cuadráticos.  
  

t (meses)	Z (cm.)
1	0.30
4	1.05
7	1.55
12	2.15

  
SOLUCIÓN:

Fig. 4 Captura de pantalla mostrando la primera hoja de la PC2 del semestre 2021-1.

#### C. Evaluación de las tareas académicas (TA1, TA2, TA3 y TA4)

Fueron cuatro tareas académicas, y todas ellas evaluadas de forma no síncrona y progresivas durante la duración del semestre académico. Además, cada tarea académica tuvo el propósito de evaluar una o dos unidades de aprendizaje a través de la propuesta de problemas prácticos. Asimismo, estas tareas se compartieron a través de una actividad creada anticipadamente en el aula virtual, con fecha y hora límite de presentación, pero con una forma de presentación grupal utilizando el entorno del Matlab. Al igual que las prácticas calificadas, también se optó por utilizar las herramientas de anotación ofrecidas por la Actividad creada para realizar las anotaciones de puntaje parcial por pregunta, comentarios generales, realimentaciones al estudiante, y puntaje total de la Tarea Académica.

A continuación, la Fig. 5 muestra una captura de pantalla de la primera hoja de la primera Tarea Académica (TA1) planteado, en diciembre del año 2021.

UPC  
UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS  
Laureate International Universities®

PRIMERA TAREA ACADÉMICA  
2021-2

Curso: Introducción a los Métodos Computacionales  
Carrera de Ingeniería Civil  
CX-03  
Profesor: Pedro Huamani Navarrete: pcciphua@upc.edu.pe  
Fecha de aplicación: 06 de setiembre del 2021  
Indicaciones: Subir este archivo WORD con los nombres de los participantes. Solamente se recibirá hasta las 02:00 p.m. del jueves 9 de setiembre. Asimismo, limitarse a enviar un solo archivo por cada grupo de alumnos. El número máximo de alumnos será igual a 3.

1.-	U201911706	Rivera Huaman Ricardo Franco
2.-	U201722592	Varillas Zavaleta Diego Jesús
3.-	U201915406	Choqueza Cárdenas Dániela Zashenka

**PREGUNTA 01 (10 PUNTOS)**  
Las siguientes expresiones matemáticas representan a dos funciones de dos variables cada una.

$$f_1(x, y) = \frac{x^2}{(10)^{0.4}} + \frac{5y^2}{(12)^{0.5}}$$

$$f_2(x, y) = \frac{5x^2}{(12)^{0.4}} - \frac{y^2}{(10)^{0.2}}$$

Por lo tanto, utilice el software Matlab para graficar ambas funciones en una misma ventana y en los intervalos:  $x \in [-3, 4]$  y  $y \in [-4, 3]$ , para una cantidad arbitraria de puntos. Así como también, deberá graficar en la misma figura un vector que salga del  $(0,0,0)$  hacia la coordenada  $(3,3,16)$ . Para ello, utilice los comandos **PLOT3**, **SURF** y **HOLD ON** para representar el vector y las superficies; luego, adjunte el código de Matlab empleado, así como el gráfico en 3D obtenido.

**SOLUCIÓN:**

```
clc
close all
x=linspace(-3,4,10);
y=linspace(-4,3,10);
[X,Y]=meshgrid(x,y);
Z=(X.^2)./(10.^0.4) + ((5*Y.^2)./(12.^0.5));
plot3(X,Y,Z,'r');
surf(X,Y,Z)
```

Fig. 5 Captura de pantalla mostrando la primera hoja de la TA1 del semestre 2021-2.

#### D. Evaluación de los trabajos parcial y final (TPI y TFI)

Los trabajos parcial y final fueron orientados, en la mayoría de las veces, a la solución de problemas de Ingeniería Civil, pero utilizando los métodos numéricos aprendidos en clase y correspondientes a las unidades de aprendizajes abordadas. Es decir, para el Trabajo Parcial, se optó por utilizar los métodos aprendidos en las unidades de aprendizaje I, II y III, por

ejemplo, el caso de hallar las fuerzas y reacciones asociadas a una armadura estáticamente determinada; mientras que para el Trabajo Final se optó por utilizar lo aprendido en las unidades de aprendizaje I, IV, V y VI; por ejemplo, casos como el cálculo de la sección transversal de un río utilizando métodos de integración numérica, o como también el ajuste de una curva tiempo de fractura versus esfuerzo utilizando métodos de ajustes no lineales.

Respecto a la evaluación de estos trabajos, se realizó de forma síncrona y no síncrona a la vez; por un lado, fue síncrona porque se realizó a través de exposiciones grupales con ayuda de diapositivas y utilizando el sistema de videoconferencia de la plataforma Blackboard; adicionalmente, mostrando la simulación y/o funcionamiento de la aplicación desarrollada en el entorno App Designer o GUIDE del software Matlab. Por otro lado, fue no síncrona, porque se realizó a partir de la revisión del Informe recibido en forma digital, y con fecha y hora límite de presentación. Asimismo, dicho informe, al igual que las evaluaciones anteriores, también fue evaluado utilizando las herramientas de anotación ofrecidas por la Actividad creada para realizar las anotaciones de puntaje parcial, comentarios generales, realimentaciones al estudiante, y puntaje total en función a la rúbrica utilizada para los mismos. Tal rúbrica fue establecida por el grupo de docentes que tiene a cargo la asignatura IMC en sus diferentes secciones y campus de la UPC, y utilizando 7 ítems de evaluación: i) Presentación del trabajo y ayudas en la exposición del mismo, ii) Redacción del trabajo impreso y de las diapositivas presentadas, iii) Estructura del trabajo, iv) Planteamiento del problema, v) Aplicación de conocimientos, herramientas matemáticas, y de programación para solucionar el problema, vi) Aplicación práctica, y vii) Resuestas y defensa.

A continuación, la Fig. 6 muestra una captura de pantalla de la primera hoja de un Trabajo Final presentado en el semestre académico 2021-2; y en ella, se observa la evaluación y el puntaje final del trabajo en función a la rúbrica planteada desde un inicio de clases.

#### *E. Recurso didáctico en la modalidad no presencial*

Tal como ha sido mencionado, el recurso didáctico utilizado en el dictado de las clases no presenciales y las evaluaciones síncronas y no síncronas fue el software Matlab; asimismo, se utilizó el Toolbox Symbolic Math con la finalidad de corroborar ciertos resultados obtenidos en las unidades de aprendizaje II y VI, las cuales corresponden a las Ecuaciones Diferenciales e Integración Numérica, respectivamente.

Así como también, se utilizaron funciones propias del software tales como *linspace*, *inv*, *plot3*, *ode45*, *int*, *diff*, *plot*, entre otras más. Y, asimismo, se optó por preparar otro grupo de funciones computacionales contenido los respectivos algoritmos de los métodos numéricos empleados; como, por ejemplo, se construyeron las funciones “mbisecl.m”, “mpolinewton.m”, “mromberg.m”, “meuler.m”, entre otras más.



Fig. 6 Captura de pantalla mostrando la primera hoja de un Trabajo Final del semestre 2021-2.

De esta manera, la metodología empleada para la parte conceptual se representa en el diagrama mostrado en la Fig. 7.

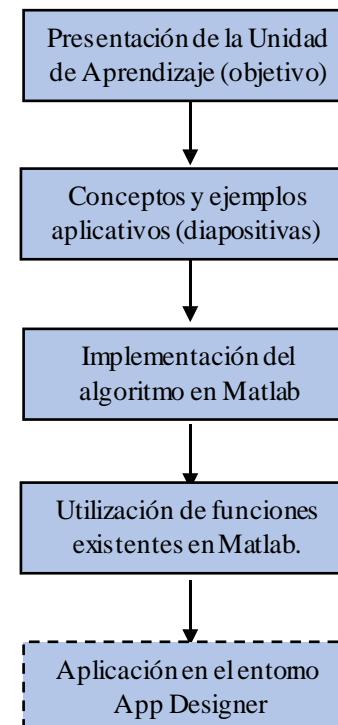


Fig. 7 Diagrama de bloques de la metodología empleada en la parte conceptual.

De la figura anterior, se observa que antes de realizar la parte práctica de cada unidad de aprendizaje, se tuvo que cumplir con la presentación exponiendo la introducción, objetivo y aplicación de ese conjunto de métodos numéricos correspondiente a dicha unidad. Luego, se continuó con la presentación a través de diapositivas de la parte conceptual y con sus respectivos ejemplos de aplicación; es decir, refiriéndose a un método numérico en particular. Posteriormente, se continuó con la implementación/modificación del algoritmo computacional en el editor del software Matlab, donde se otorga una retroalimentación a los estudiantes. Una vez concluido, y demostrado el funcionamiento, se procedió con el uso de las funciones computacionales existentes y preparadas en el propio software Matlab. Finalmente, según sea el caso y la necesidad de hacerlo, se terminó con la aplicación del algoritmo computacional en el entorno de desarrollo App Designer, combinándolo con eventos de encendido de lámparas, movimiento de perillas, click en botones, gráficos, entre otros más.

#### IV. RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES

Tal como fue mencionado en una sección anterior, la evaluación de la asignatura IMC a partir del desarrollo de trabajos aplicativos, denominados como Parcial y Final, se inició en el semestre 2018-2; y, a pesar que el autor de este artículo ha venido participando en el dictado de esta asignatura desde el semestre 2015-1, esta sección se enfoca a otorgar los resultados alcanzados en las evaluaciones de prácticas calificadas, tareas académicas y trabajos Parcial y Final de los últimos 6 semestres incluyendo los pertenecientes a la modalidad no presencial, siempre en un horario de la mañana. De esta manera, se pudo realizar una comparación del desempeño y resultado de los estudiantes en la modalidad presencial y no presencial.

Por otro lado, es preciso aclarar que no se cuenta con los resultados de las evaluaciones para el semestre 2020-2, porque en dicho semestre el autor de este artículo no recibió horas de dictado de clase.

Luego, con apoyo del Intranet de la UPC y desde la opción Estadística de Notas, se logró extraer la información pertinente a estas tres formas de evaluación (Tareas Académicas, Prácticas Calificadas y Trabajos Parcial y Final), y para los últimos 6 semestres académicos donde se tuvo participación. A continuación, la Tabla I muestra los resultados de las notas promedios alcanzadas, en función a la cantidad total de estudiantes matriculados y con asistencia regular. Por lo cual, al analizar dicha tabla, se observa que el número de estudiantes matriculados ha incrementado en los últimos tres semestres; asimismo, se presenta una nota promedio desaprobada para la segunda práctica calificada, mientras que la nota promedio de la primera práctica calificada se mantiene con notas aprobadas, a excepción del último semestre. De la misma manera, las notas promedios de los trabajos parcial y final también manifiestan un incremento en los últimos semestres, pero el de las tareas académicas sufrió un decremento considerable en el semestre, 2021-1.

Además, se detectó que los promedios desaprobados de la PC2 se deben principalmente a la variedad y complejidad de los temas abordados en las unidades IV, V y VI.

TABLA I  
NOTAS PROMEDIOS DE LAS TRES FORMAS DE EVALUACIÓN EN LOS ÚLTIMOS 6 SEMESTRES ACADÉMICOS

Semestres Académicos	Total Estudiantes	Nota Promedio PC1	Nota Promedio PC2	Nota Promedio de TA	Nota Promedio Trabajo Parcial	Nota Promedio Trabajo Final
2021-2	27	08.40	08.28	14.60	16.61	18.61
2021-1	24	12.42	11.45	09.75	17.20	17.34
2020-1	24	14.60	08.05	16.47	17.20	15.26
2019-2	24	15.44	06.54	14.38	16.00	16.63
2019-1	10	12.15	10.22	17.10	14.55	14.10
2018-2	8	13.86	10.94	13.00	15.06	09.67

Fuente: Sócrates - Intranet UPC

Seguidamente, la Fig. 8 muestra una representación gráfica en forma de barras que compara los resultados de las notas promedios obtenidas durante la presencialidad de clases: semestres 2018-2, 2019-1 y 2019-2, y la no presencialidad de clases: semestres 2020-1, 2021-1 y 2021-2, extraídos del contenido de la Tabla I y correspondientes a los promedios de notas de los trabajos parcial y final.

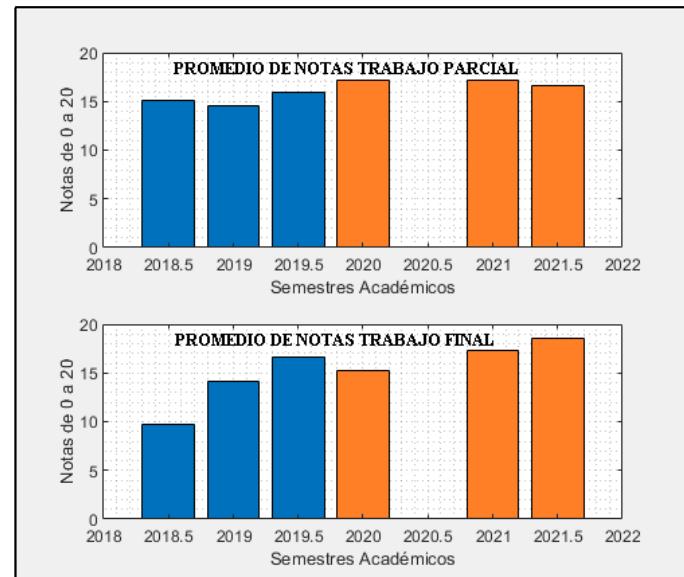


Fig. 8 Gráfico de comparación de notas promedios en la modalidad presencial (barras azules) y no presencial (barras anaranjadas).

Igualmente, la Tabla II muestra el porcentaje de estudiantes aprobados en los últimos seis semestres, así como la nota mínima y máxima global. Igualmente, es importante aclarar

que, en algunos semestres, el número de desaprobados contempla a aquellos que abandonaron la asignatura en las primeras semanas de clase, pero no participaron en el promedio de porcentaje final de aprobados. A su vez, en la Fig. 9, se muestra un gráfico de tendencia referente a la nota promedio final. Para ello, se utilizaron comandos del Matlab para determinar la pendiente y representar gráficamente tales resultados.

TABLA II  
PORCENTAJE DE APROBADOS EN LOS ÚLTIMOS 6 SEMESTRES  
ACADÉMICOS

Semestres Académicos	Total Estudiantes	Nota Mínima	Nota Máxima	Número de aprobados	Número de desaprobados	Porcentaje de aprobados (%)
2021-2	27	11	16	25	2	92.59
2021-1	24	00	16	22	2	91.67
2020-1	24	12	18	16	3	84.21
2019-2	24	09	16	21	3	87.50
2019-1	10	07	17	8	2	80.00
2018-2	8	11	15	6	1	85.71

Fuente: Sócrates - Intranet UPC

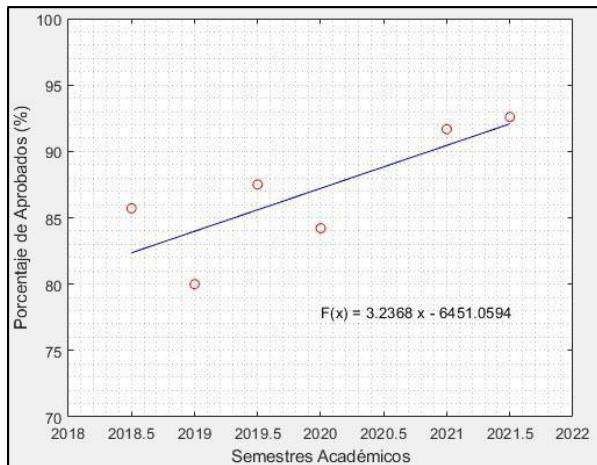


Fig. 9 Gráfico de tendencia para el porcentaje de estudiantes aprobados en los últimos seis semestres académicos.

## V. DISCUSIONES

No obstante, el software Matlab no es el único recurso didáctico para impartir la teoría de métodos numéricos, sino también existen otras herramientas; tal es el caso de Maple [19] que fue utilizado para impartir los conceptos básicos del método de elementos finitos, en la solución de problemas de estructura mecánica.

Por otro lado, la metodología empleada en cuanto a la forma de calificación, también se vio complementada con puntos adicionales asignados por la intervención del

estudiante durante la clase no presencial. No obstante, también se recurrió a la utilización de recursos audiovisuales los cuales fueron compartidos a través de enlaces de internet hacia la red social YouTube, lo cual permitió complementar el aprendizaje de la programación en Matlab y del entorno de desarrollo App Designer para los Trabajos Parcial y Final.

Respecto a las instancias de control para evitar el plagio, se optó por plantear preguntas que utilizan condiciones iniciales diferentes, lo que permitió detectar la duplicidad de soluciones; complementariamente, se eligió la forma de evaluación pregunta por pregunta que consistió en evaluar la pregunta 1 de todas las prácticas, para luego continuar con la pregunta 2, y así por delante. Esto permitió determinar el grado de similitud o igualdad encontrado en la resolución de cada uno de los problemas, con lo que fue posible tomar las acciones pertinentes.

## VI. CONCLUSIONES

Se concluye que el desempeño de los estudiantes ha ido mejorando progresivamente con un mayor número de aprobados en el semestre 2021-2, y con promedios máximos de notas alrededor de 18, lo cual se confirma con el gráfico de tendencia que ha manifestado una pendiente positiva e igual a 3.2368. Asimismo, la metodología empleada en el dictado de clases en la modalidad no presencial, a través de la plataforma Blackboard, ha sido siempre dinámica evitando solamente compartir los archivos PPT o PDF, y más bien interactuando con la Pizarra en Blanco, el Chat, el audio, pestanas del navegador, archivos de Office, código fuente en Matlab, ejemplos de desarrollo en el entorno App Designer del Matlab, entre otras alternativas más que ofrece esta plataforma.

Adicionalmente, el aprendizaje activo se orientó a algunas actividades como: resolución de problemas de prácticas calificadas de semestres anteriores con la participación y discusión de los estudiantes, así como también en la resolución de nuevos problemas aplicativos a la carrera de Ingeniería Civil. A lo anterior, se sumó la entrega del código fuente de Matlab desarrollado en cada sesión de clase de la mañana, donde también se incluyeron los comentarios y fueron nombrados con la fecha completa para la facilidad del estudiante con fines de repaso.

Por otro lado, la evaluación se ha regido a la fórmula proporcionada por la UPC; sin embargo, siempre se ha cumplido con añadir los puntajes totales y parciales por pregunta, así como los comentarios de retroalimentación en todas las formas de evaluación. Esto ha permitido otorgar confianza a los estudiantes y con ello menorar los reclamos de asignación de puntajes en sus evaluaciones.

Finalmente, es preciso anotar que desde algunos semestres atrás, esta asignatura cuenta con más de 10 secciones repartidas en sus cuatro campus, y con cinco docentes en la actualidad haciendo cargo de todas esas secciones. Por lo cual, se afirma que la metodología empleada por el autor de este artículo puede ser muy próxima a la empleada por los demás docentes; no obstante, lo manifestado en este documento es una experiencia propia que se comparte y bien puede ser complementada para mejorar, más aún, el desempeño y

aprendizaje de los estudiantes matriculados en la asignatura IMC.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Escuela de Ingeniería Civil de la UPC, y a todos los estudiantes que participaron en la asignatura Introducción a los Métodos Computacionales, en los períodos académicos comprendidos entre el 2015-1 y el 2021-2. Sin ellos, no hubiera sido posible la ejecución de este trabajo.

#### REFERENCIAS

- [1] E. Garcés., Emma Garcés y O. Alcívar. Revista Universidad y Sociedad. Las tecnologías de la información en el cambio de la educación superior en el siglo XXI: reflexiones para la práctica. Vol. 8(4) dic 2016. [Online]. Available: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202016000400023](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000400023)
- [2] J. Domínguez et al. *La Educación a Distancia en el Perú*. Chimbote: Editorial Gráfica Real S.A.C, 2013.
- [3] R. Alarcón et al. *Las Nuevas Fronteras de la Educación a Distancia*. Ecuador: Ediloja Cía. Ltda, 2012.
- [4] A. M. El-Sherbini, M. A. Aboul-Dahab, M. M. Fouad and M. F. Abdelkader, "Distance learning during Covid-19: Lessons learned and Case studies from Egypt," 2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2021, pp. 1743-1748, doi: 10.1109/EDUCON46332.2021.9454051.
- [5] Y. Hou, F. Muheidat, T. Usher, W. Prado, X. Guo and M. V. Wart, "Evaluation of the COVID-19 Shock on STEM Laboratory Courses," 2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2021, pp. 86-93, doi: 10.1109/EDUCON46332.2021.9453900.
- [6] Moderador Blog (diciembre, 2013). UPC Implementa la nueva aula virtual Blackboard. <https://blogs.upc.edu.pe/noticias-upc/noticias/upc-implementa-la-nueva-aula-virtual-blackboard> [Accessed march 1,2022]
- [7] A. Quintana. La plataforma blackboard collaborate ultra en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Universidad Ricardo Palma. [Online]. Available: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/23301/n/plataforma-blackboard-en-la-urp.pdf> [Accessed march 1,2022]
- [8] F. Candelas y J. Sánchez, "Recursos didácticos basados en internet para el apoyo a la enseñanza de materias del área de ingeniería de sistemas y automática," Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, vol. 2, no. 2, pp 93-101, April 2005.
- [9] P. Huamaní, "Assessment experience through a virtual classroom in course of Digital Signal Processing: a case study," IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE), Guatemala , March 2021.
- [10] V. Mendoza, K. P. Díaz and F. S. Raffò, "Perceptions of university teachers and students on the use of Blackboard Collaborate as a teaching tool during virtual learning due to the COVID-19 pandemic," 2021 IEEE 1st International Conference on Advanced Learning Technologies on Education & Research (ICALTER), 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICALTER54105.2021.9675120.
- [11] Y. Huang,, H. Yang, Y. Wang, Y. Wang, D. Yin, L. Sun, L. Liu, "Research on the Mixed Teaching Mode of Emergency Medicine Based on Blackboard Network Teaching Platform," 10th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME), China , August 2019
- [12] J. P. Hoffbeck, H. E. Dillon, R. J. Albright, Wayne Lu and T. A. Doughty, "Teaching programming in the context of solving engineering problems," 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2016, pp. 1-7, doi: 10.1109/FIE.2016.7757617.
- [13] J. T. Trejo, A. F. Pérez, M. C. Huamán, J. A. Quiroz, R. T. Huamán and V. B. Olivera, "Experiences in the Usage of Octave on Improving Learning Mathematics in an Engineering Faculty," 2021 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE), 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/EDUNINE51952.2021.9429162.
- [14] W. R. Perez, A. L. Arenas and D. R. Cariapaza, "The non-face-to-face assessment in basic mathematics in times of Covid: "we are prepared for this educational pandemic"," 2021 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE), 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/EDUNINE51952.2021.9429124.
- [15] M. E. Espino, Z. R. M. Chávez, J. H. Nuñez and S. L. Ibáñez, "Learning Mathematics Among University Engineering Students During The Pandemic: A Didactic Experience," 2021 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE), 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/EDUNINE51952.2021.9429140.
- [16] L. F. NegliaV. and D. Llulluy-Nuñez, "Use of Virtual Platforms for the Experiences of the Course of Applied Physics to Engineering II at the Universidad de Ciencias y Humanidades Lima - Peru," 2021 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE), 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/EDUNINE51952.2021.9429136.
- [17] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. (28 diciembre 2021). Introducción a los Métodos Computacionales (CI171-2101) – Información General – E-Silabo [Online]. Disponible: [https://aulavirtual.upc.edu.pe/ultra/courses/274185\\_1/cloutline](https://aulavirtual.upc.edu.pe/ultra/courses/274185_1/cloutline)
- [18] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (diciembre, 2021). Servicios. Aula Virtual. [Online]. Available: <https://www.upc.edu.pe/servicios/aula-virtual/>
- [19] N. Eyrikh, N. Markova, A.Zhunusakunova, R. Bazhenov, E.Matveeva, and T. Gorbunova, "Using Computer Algebra System Maple for Teaching the Basics of the Finite Element Method," in 2021 International Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS), Russian Federation, September 2021.