OBSERVACIONES RELATIVAS A LA APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE SOFTWARE MATLAB EN EL DICTADO DEL TEMA FUERZAS Y MOMENTOS EN EL ESPACIO

EJE TEMATICO N° 3

Daniel Alejandro Nieto Lépez & Marcelo Janín
Docentes Catedra Estática y Resistencia de Materiales
Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy
Jujuy- Argentina
Contacto: dnieto@fi.unju.edu.ar

Resumen.

Uno de los temas que desarrolla la asignatura Estática y Resistencia de Materiales (EyRM), correspondiente con la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy (FI-UNJu) es la temática relativa a magnitudes vectoriales en el espacio. La misma trata específicamente tópicos relacionados con fuerzas y momentos aplicados en sistemas mecánicos y estructuras civiles en el espacio. Sistemas comúnmente utilizados en la vida cotidiana y de enorme valor práctico. Esta temática resulta de enorme dificultad para los alumnos que cursan la asignatura. En razón de ello se presenta un novedoso método basado en la utilización de la herramienta MATLAB para la resolución de sistemas tridimensionales simples a través de la resolución de un simple sistema matricial. Se reportan indicios de mejora manifestada por los alumnos al utilizar la metodología mencionada. Finalmente se presentan las conclusiones obtenidas.

Palabras claves

Magnitudes Vectoriales, tres dimensiones, sistemas estáticos, Matlab, Sistemas matriciales, fuerzas, momentos.

Introducción

La Estática y Resistencia de Materiales, consta esencialmente de dos partes, la Estática por un lado y la Resistencia de Materiales por otro. Comenzando por los aspectos de la Estática, se indica que la misma comprende el estudio de los cuerpos y sistemas mecánicos, bajo la esencial premisa de la in-deformación de los mismos. De acuerdo a [1] “la estática es la rama de la mecánica clásica que analiza las cargas (fuerza, momento) y estudia el equilibrio de fuerzas en los sistemas físicos en equilibrio estático, es decir, en un estado en el que las posiciones relativas de los subsistemas no varían con el tiempo”. De acuerdo a esta conceptualización, la primera ley de Newton involucra que la red de la fuerza y el momento neto (también conocido como momento de fuerza) de cada organismo, en el sistema, es igual a cero. De esta concepción, pueden derivarse cantidades como la fuerza o la presión. La red de fuerzas igual a cero, se reconoce como la primera condición de equilibrio, y el momento neto igual a cero, se conoce como la segunda condición de equilibrio. Por otro lado, la Resistencia de Materiales es la disciplina que estudia las solicitaciones internas y las deformaciones que se producen en un cuerpo sometido a cargas exteriores, las cuales pueden provocar la falla del mismo. La diferencia entre la Mecánica Teórica y la Resistencia de Materiales radica en que para ésta lo esencial son las propiedades de los cuerpos deformables, mientras que, no tienen importancia para la primera. En este sentido en [2], se afirma que “la Resistencia de Materiales puede considerarse como la Mecánica de los Sólidos Deformables”. Asimismo, se interpreta como falla de un cuerpo o de determinadas partes del mismo: a la rotura, o sin llegar a ello, a la existencia de un estado inadecuado de servicio. Esto último puede ocurrir por varios motivos: deformaciones demasiado grandes, falta de estabilidad de los materiales, fisuraciones, pérdida del equilibrio estático por pandeo, abollamiento o vuelco, entre otros.

Ambas partes constituyentes de esta disciplina, la Estática por un lado y la Resistencia de Materiales, por otro, se basan en utilizar modelos para conceptualizar fenómenos físicos estáticos y de capacidad de carga en distintos sistemas mecánicos y civiles de la vida cotidiana. Estos modelos pueden fundamentarse en la utilización de magnitudes vectoriales para los análisis respectivos. El estudio de los vectores se origina con la invención de los cuaterniones de Hamilton, quien junto a otros investigadores los desarrollaron como herramienta matemáticas para la exploración del espacio físico. Pero los resultados fueron desilusionantes, porque vieron que los cuaterniones eran demasiado complicados para entenderlos con rapidez y aplicarlos fácilmente. Los cuaterniones contenían una parte escalar y una parte vectorial, y las dificultades surgían cuando estas partes se manejaban al mismo tiempo. Los científicos se dieron cuenta de que muchos problemas se podían manejar considerando la parte vectorial por separado y así comenzó el Análisis Vectorial. El mismo se debe principalmente al físico estadounidense Josiah Willard Gibbs (1839-1903). En términos generales un vector es todo segmento de recta dirigido en el espacio. Cada vector posee unas características que son:

Origen: o también denominado Punto de aplicación. Es el punto exacto sobre el que actúa el vector.

Módulo: es la longitud o tamaño del vector. Para hallarla es preciso conocer el origen y el extremo del vector, pues para saber cuál es el módulo del vector, debemos medir desde su origen hasta su extremo.

Dirección: determinada por la orientación en el espacio de la recta que lo contiene.

Sentido: se indica mediante una punta de flecha situada en el extremo del vector, indicando hacia qué lado de la línea de acción se dirige el vector.

Figura 1. Modelización de un vector.

Debe ser considerado el sistema de referencia de los vectores, que estará formado por un origen y tres ejes perpendiculares. Este sistema de referencia permite fijar la posición de un punto cualquiera con exactitud. El sistema de referencia que se utiliza, como norma general, es el Sistema de Coordenadas Cartesianas.

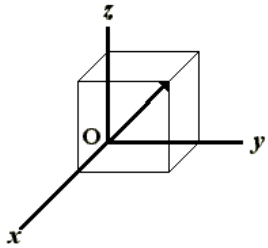


Figura 2. Sistemas de Coordenadas Cartesianas en 3 dimensiones.

El cálculo vectorial o análisis vectorial es un campo de las matemáticas referidas al análisis real multivariable de vectores en 2 o más dimensiones. Es un enfoque de la geometría diferencial como conjunto de fórmulas y técnicas para solucionar problemas muy útiles para la ingeniería y la física. Uno de los temas particulares tratados por el Cálculo Vectorial lo constituye el estudio de las Magnitudes Vectoriales en el espacio. Por otro lado, según [3], "un entendimiento de la mecánica Newtoniana como un campo de conocimientos coherentes requiere un entendimiento de la suma de vectores (para encontrar la fuerza neta), resta de vectores (para encontrar una aceleración), y el reconocimiento que la segunda ley de Newton requiere estas dos cantidades independientemente determinables". Se comprende que el estudio de las magnitudes vectoriales aplicadas en casos prácticos a través del tratamiento de operaciones elementales como son la suma y resta de vectores es esencial para la determinación de un vector resultante. Este vector resultante puede ser tratado en el plano, aunque en la vida cotidiana en raras excepciones se presentan análisis en el plano. Particularmente, cuando se estudian sistemas mecánicos, en los mismos los vectores que intervienen en el funcionamiento del sistema, comprenden exclusivamente vectores en el espacio. Lo cual destaca la enorme importancia de conocer acerca de las magnitudes vectoriales en el espacio. En este sentido el estudio del Cálculo Vectorial en el espacio es complejo en la medida que requiere disponer de un pensamiento matemático avanzado.

En razón de lo mencionado, se comprende que es necesario aportar una herramienta que ayude en las labores docentes y permita con ello mejor la performance del alumnado en este tema específico.

Objetivos

Los objetivos de interés vinculados con este trabajo y reflexionados por esta Cátedra son los siguientes:

1.- Intentar incrementar el interés del alumnado por el tema específico del Espacio Curricular denominado "Fuerzas en el espacio".

2.- Propiciar un ambiente de intercambio de ideas entre el alumnado y equipo docente a través de utilizar una herramienta como Matlab.

3.- Generar material didáctico en equipo para renovar e innovar nuestra labor docente de forma permanente.

Marco Conceptual

Se refiere en el presente a los procesos de enseñanza y aprendizaje que se desarrollan en las aulas de enseñanza superior, en las cuales se utilizan TICs, desde una perspectiva psicoeducativa constructivista de naturaleza socio cognitiva.

De las cuatro ideas nucleares que lo fundamentan nos concentraremos en uno de ellos, el relativo a la dimensión social e interactiva de la enseñanza y el aprendizaje.

Acorde a ello entendemos que "enseñar dentro de contextos de educación formal puede definirse como la provisión articulada de un conjunto de ayudas educativas a los estudiantes, durante un período instruccional determinado, de manera ajustada a los procesos de construcción de conocimiento que están llevándose a cabo” [4].

Se tratan a las ayudas educativas, en concreto a aquellas que se ejercen de manera directa durante un determinado proceso de enseñanza y aprendizaje. Este tipo de ayudas educativas directas al aprendizaje está más cerca y, por lo tanto, depende del proceso de toma de decisiones de los participantes en las situaciones de enseñanza y aprendizaje que se lleven a cabo en una práctica educativa concreta.

En esta aproximación a la temática que adoptamos, estas ayudas educativas se desarrollan en un marco temporal denominado, en la educación formal, secuencia didáctica

Una secuencia didáctica corresponde a un fragmento temporal en el que se lleva a cabo un proceso instruccional que tiene sentido por sí mismo, mediante el cual se esperan lograr unos objetivos de aprendizaje específicos. En la práctica, este período temporal suele corresponder a unas cuantas horas de dedicación del alumno al aprendizaje de unos determinados contenidos.

En [5], se emplea la noción de andamiaje educativo para enmarcar con una mirada didáctica los procedimientos instruccionales que, en forma de ayudas educativas principalmente basadas en la interacción social pero sin descartar herramientas físicas, eran ofrecidos por el profesor y los compañeros a los estudiantes en contextos educativos de desarrollo de estrategias cognitivas.

Se considera que las ayudas directas de naturaleza verbal proporcionadas por un experto (profesor o compañero más experto) pueden guiar de manera adecuada a los estudiantes para lograr la consecución de un objetivo en una tarea que los alumnos inexpertos no saben ejecutar en solitario.

Las ayudas educativas deben ceñirse a las exigencias de aprendizaje de los alumnos y, gradualmente, tiene que irse retirando o variando, a medida que el proceso de aprendizaje pueda ser realizado, más responsable y autónomamente, por el estudiante [6].

En [7] se puso de manifiesto que, el concepto de ayuda educativa ha ido ampliando su significado para dar cabida a otro tipo de ayudas educativas de diferente naturaleza, tales como diversos tipos de soportes y recursos útiles para el aprendizaje del estudiante basados en el ordenador.

Actualmente ya nadie pone en duda que el ordenador contribuye a proporcionar nuevos tipos de ayudas educativas (por ejemplo, en relación con la información, creando materiales hipermedia que proporcionan accesos diferenciados a la información; relacionado con la comunicación, generando contextos de interacción escrita asincrónica) o que puede cambiar la naturaleza de éstas, influyendo por consiguiente de manera diferencial en los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

Algunos autores, [6,8], han caracterizado ciertas potencialidades de las TICs que cambian, o pueden cambiar, bien el proceso de aprendizaje, bien el funcionamiento mental del estudiante cuando éste se relaciona con la información de contenido cuyo soporte se basa en la aplicación de las TICs. Algunas de las características tecnológicas con evidentes implicaciones educativas que han destacado estos autores son:

- Formalismo.
- Interactividad.
- Dinamismo.
- Multimedia.
- Hipermedia.

Fuerzas en el Espacio

En general las fuerzas que conforman un sistema pueden ser [9]:

- Concurrentes: Cuando todas las líneas de acción se cortan o intersectan en un mismo punto.
- No concurrentes: Cuando no todas las líneas de acción se intersectan en un mismo punto.

- Paralelas: Cuando las líneas de acción de todas las fuerzas que conforman el sistema son paralelas.
- Colineales: Si las fuerzas del sistema actúan lo largo de una misma línea de acción.
- Coplanares: Si todas las líneas de acción se encuentran contenidas en un mismo plano, (normalmente el plano xy).
- Espaciales: Cuando las líneas de acción no son ni colineales ni coplanares. (Normalmente se encuentran contenidas en un espacio tridimensional, xyz).

Estas últimas son objeto del presente trabajo.

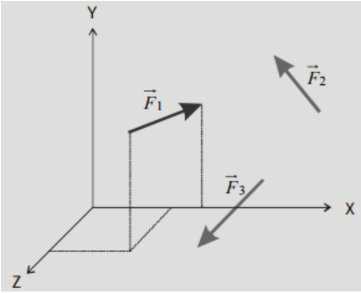


Figura 3. Sistemas de fuerzas en el espacio.

Las fuerzas espaciales tal como sucede en los Sistemas Coplanares, pueden ser Concurrentes o No-Concurrentes.

Para el caso de las primeras se tiene que al estar todas las fuerzas actuando sobre el mismo punto (A, en este caso), los momentos o efectos de giro de todas las fuerzas con respecto a dicho punto serán nulos y por tanto la resultante del sistema en este caso será una fuerza única aplicada en el punto a de concurrencia.

En general, la fuerza resultante tendrá tres componentes, según los tres ejes rectangulares xyz. Cada componente de la resultante se obtiene como la suma de las componentes según el eje considerado y con las tras componentes se obtiene el valor de la resultante y de su dirección dada por los tres ángulos (θ_x, θ_y y θ_z).

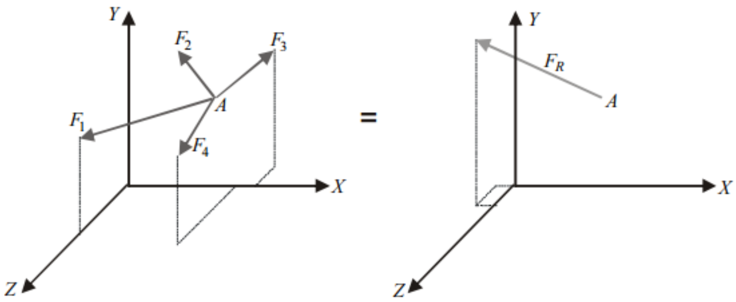


Figura 4. Resultante de sistemas de fuerzas Concurrentes en el espacio tridimensional.

Las ecuaciones para caracterizar estos sistemas son las siguientes:

$$F_{Rx} = \sum F_x \qquad \theta_x = F_{Rx} / F$$

$$F_{Ry} = \sum F_y \qquad F = \sqrt{\left(F_{Rx}{}^2 + F_{Ry}{}^2 + F_{Rz}{}^2\right)} \qquad \theta_y = F_{Ry} / F$$

$$F_{Rz} = \sum F_z \qquad \theta_z = F_{Rz} / F$$

(1)

En tanto que las segundas, ya que las fuerzas no concurren a un punto común, los momentos o efectos de giro en general no serán nulos y por tanto la resultante del sistema en este caso estará conformada por una fuerza y un momento, que dependerá del punto en el cual se calcule la resultante.

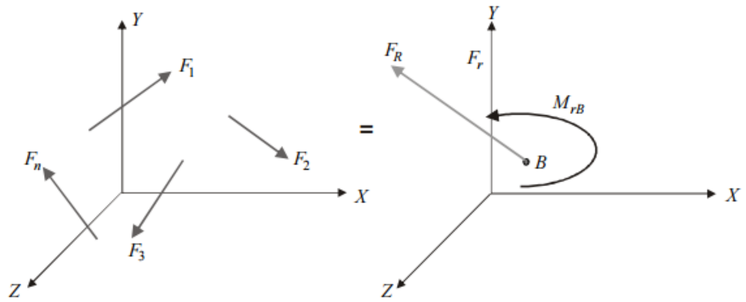


Figura 5. Resultante de sistemas de fuerzas No Concurrentes en el espacio tridimensional.

Siendo este último el sistema de fuerzas más general que existe.

En general la fuerza y el momento resultantes tendrán componentes en las tres direcciones xyz:

$$\vec{F}_R = F_{rx}\,\vec{i} + F_{ry}\,\vec{j} + F_{rz}\,\vec{k}$$

$$\vec{M}_R = \vec{M}_{rx}\,\vec{i} + \vec{M}_{ry}\,\vec{j} + \vec{M}_{rz}\,\vec{k}$$

$$F_{Rx} = \sum F_x \qquad F_{Ry} = \sum F_y \qquad F_{Rz} = \sum F_z$$

$$M_{Rx} = \sum M_x \qquad M_{Ry} = \sum M_y \qquad M_{Rz} = \sum M_z \tag{2}$$

Se indica asimismo que al igual que las fuerzas se presentan sistemas tridimensionales de momentos. Ya que no todos los sistemas de fuerzas son coplanares, los efectos de giro se producirán en casos generales (fuerzas en xyz), alrededor de ejes que tienen cualquier tipo de orientación en el espacio tridimensional. Es claro que, en general, el momento tendrá componentes alrededor de los tres ejes ortogonales: Mx, My y Mz.

Metodología

Teniendo como objetivo el incrementar el interés del alumnado por el tema “fuerzas en el espacio”, y con el propósito de lograr un mejor razonamiento y comprensión del tema específico que se aborda en esta temática, es que se formula una metodología para la resolución de los ejercicios involucrados en este proceso, vinculados con el uso de una herramienta especifica como lo es el software computacional Matlab.

Analizando los aspectos vinculados con la complejidad de este contenido, es necesaria la formulación de un sistema que contemple las dificultades implícitas en el abordaje de este tema y pueda ser implementado con baja complejidad.

Por lo tanto se formula una metodología que cubra las necesidades reales, distintas a las propuestas estrictamente teóricas que se utilizan en casi la totalidad de la bibliografía consultada, con el propósito de abordar este tema de una manera un poco menos compleja, y que sea percibida por los alumnos de una manera más amigable

Por lo tanto la formulación del problema se realiza en base a un planteo de los ejercicios relativos a este temática a través de un sistema matricial del tipo: A x = b. Un sistema de m ecuaciones lineales con n incógnitas se puede escribir en forma matricial del siguiente modo: A x = b. La matriz A se llama matriz del sistema, es de dimensión $m_x n$ y sus elementos son los coeficientes de las incógnitas. La matriz x es una matriz columna, de dimensión $n_x 1$, formada por las incógnitas del sistema. Por último, la matriz b es otra matriz columna, de dimensión $m_x 1$, formada por los términos independientes. Es decir:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix} \qquad X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} \qquad B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_m \end{pmatrix}$$

Figura 6. Sistemas de Ecuaciones lineales.

Se toman en consideración esos factores y por medio de la utilización de un sistema computacional basado en la herramienta Matlab se determinan las variables de interés, como pueden ser fuerzas o momentos (modulo).

La metodología desarrollada para el tratamiento de los aspectos mencionados, consiste en el desarrollo estricto de los aspectos teóricos de la temática. A continuación se formularan las hipótesis para desarrollar y lograr los sistemas matriciales y finalmente mediante la herramienta computacional se resolverán los mismos. Es de destacar además que esta herramienta brinda la posibilidad de desarrollar los productos vectoriales asociados.

Herramienta de resolución

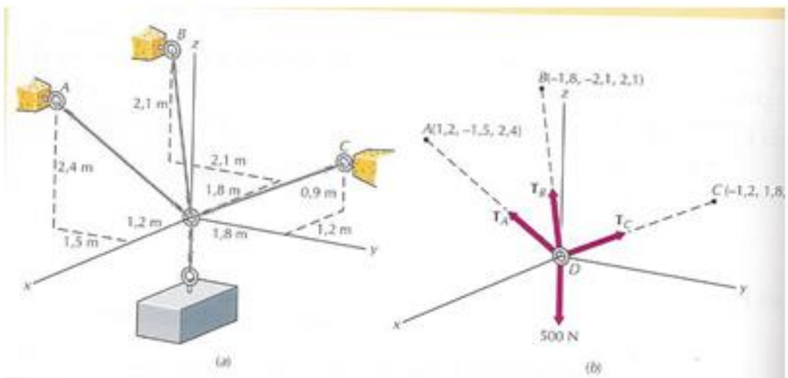
La herramienta de gestión propuesta es un sistema basado en la utilización del software Matlab [10]. Consiste en un programa computacional que permite la resolución de complejos problemas basado en arreglos matriciales. El mismo es uno de los softwares de mayor utilización en el mundo en lo que respecta a aspectos de investigación.

Para el tratamiento de problema, identificadas las variables de interés y desarrollado el sistema matricial, se procede a definir los arreglos en el entorno del programa. Finalmente se invoca a una función específica del programa (linsolve) para la resolución del mismo.

Se tratan a continuación una serie de ejemplos prácticos resueltos en clases y de impacto comprobado.

Para ello se resuelven una serie de ejercicios planteados en los Trabajos Prácticos:

4) Un bloque está suspendido de un sistema de cables tal como se indica en la figura. El peso del bloque es de 500 N. Determinar las tensiones de los cables A, B y C.

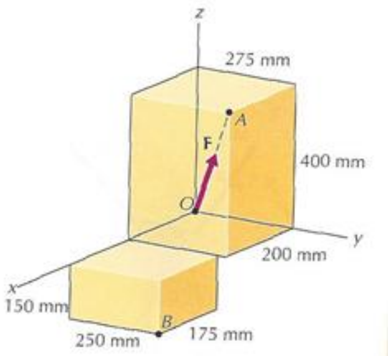


EJERCICIO 4 RESOLUCION MATLAB

```
    % Se define y completa la matriz de coeficientes
A= [0.3904 -0.5183 -0.5121; -0.4880 -0.6047 0.7682; 0.7807 0.6047 0.3841]

A =

    0.3904   -0.5183   -0.5121
   -0.4880   -0.6047    0.7682
    0.7807    0.6047    0.3841

    % Se define y completa el vector de terminos independinetes
b = [0;0;500]

b =

     0
     0
   500

   % Se procede a la resolucion del sistema
x = linsolve(A,b)

x =

  459.2323
   32.4400
  317.2635
```

5) Una fuerza de módulo 840 N está aplicada a un punto e un cuerpo, según se indica en la figura. Determinar:

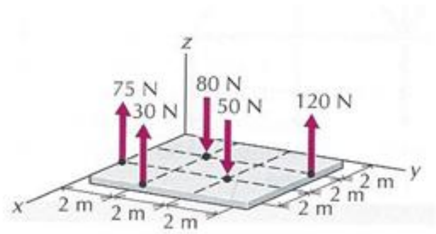
a. El momento de la fuerza con respecto al punto b.



EJERCICIO 5 RESOLUCION MATLAB

```
    % Se definen las 3 componentes del vector
  F = [320 440 640]

F =

   320   440   640

   % Se definen las componentes del radio
rab = [-0.175 0.025 0.55]

rab =

   -0.1750    0.0250    0.5500

   % Se resuelve el producto vectorial
cross (rab,F)

ans =

 -226.0000  288.0000  -85.0000
```

7) **Determinar el momento resultante del sistema de fuerzas paralelas representado en la fig y localizar la intersección con el plano xy de la recta de la resultante.**




```
EJERCICIO 7 RESOLUCION VECTORIAL
 % Se definen las componentes del radio
r1 = [4 0 0 ]

% Se definen las 3 componentes del vector
F1= [0 0 75]

% Se definen las componentes del radio
r2 = [6 2 0]

    % Se definen las 3 componentes del vector
F2 = [0 0 30]

% Se definen las componentes del radio
r3 =[2 2 0]

    % Se definen las 3 componentes del vector
F3 = [0 0 -80]

% Se definen las componentes del radio
r4=[4 4 0]

% Se definen las 3 componentes del vector
F4=[0 0 -50]
% Se definen las componentes del radio
r5=[2 6  0]

% Se definen las 3 componentes del vector
F5=[0 0 120]

% Se resuelve el producto vectorial
Mo= cross (r1,F1)+ cross (r2,F2)+ cross (r3,F3)+ cross (r4,F4)+ cross (r5,F5)

Mo =

   420  -360     0
```

Evaluación de la experiencia

En una primera etapa se han tomado los comentarios recepcionados por parte del alumnado. No siendo posible cuantificarlos ni tabularlos dados que los mismos referían sobre todo a aspectos cualitativos. Sin embargo de las experiencias desarrolladas se reconoce por gran parte del mismo, expresa que la experiencia les resulto sumamente útil e integrativa al crear un nexo entre los conceptos propios de la asignatura con otros relacionados con análisis matemático conocidos por ellos, así como también con aspectos de programación computacional.

La evaluación del alumnado relacionada con el uso de la metodología propuesta las podemos resumir en los siguientes conceptos:

- tienen una impresión positiva en el uso de las herramientas propuestas, aunque no la relacionan con una mejora en el estudio.
- valoran muy positivamente el empleo del PowerPoint, videos, muestra de imágenes, etc, como recursos didácticos.
- valoran positivamente el hecho de tener acceso a material bibliográfico disponible en forma y tiempo.

La opinión de la Cátedra, en carácter de docentes, es que ha sido una experiencia interesante al reflexionar respecto a la utilización de una gama amplia y variada de herramientas con las que ejercer nuestro trabajo diario. Sin embargo, y como se ha indicado anteriormente, existen factores que influyen en la optimización de la aplicación de las herramientas mencionadas, como ser: recursos económicos insuficientes, elevado tiempo invertido por el docente en la elaboración de los materiales (claramente superior al de la elaboración de un material clásico) y falta de conocimientos implícitos de base por parte del profesor en la aplicación y familiarización de las herramientas informáticas.

Conclusiones

En este trabajo se propone una alternativa distinta para el tratamiento de la temática “fuerzas en el espacio” en base a las características y condiciones del alumnado y entorno. Se establece una relación entre la correcta interpretación teórica de los sistemas en tres dimensiones basados fundamentalmente en tratar de simplificar el problema que debe resolver el alumno. Es condición imprescindible que el alumno tenga los conceptos claros dentro de un marco teórico, ya visto en análisis matemáticos y álgebra, de la aplicación de fuerzas en el espacio con resolución en forma matricial. El basamento radica en evitar que el alumno “se pierda” en complejos cálculos y no arribe a la solución requerida, así como también manejo conceptual de la temática. Con la aplicación de un sistema basado en el programa Matlab, es posible encontrar solución para el problema planteado en forma eficiente y con disminuciones significativas de tiempo. Hecho demostrado en clases. Finalmente indicamos que los aparentes resultados obtenidos, devenidos en la mejor comprensión del tema, son posibles gracias al desarrollo de TICs, ya que en el entorno de las mismas es posible realizar una mejor comunicación y transmisión de información hacia el alumno.

Referencias bibliográficas

[1] Beer, Ferdinand, 1992. “Mecánica Vectorial para Ingenieros”. México. Editorial Mc Graw Hill.

[2] Feodosiev Victor, 1979. “Resistencia de Materiales”. Moscú. Editorial MIR.

[3] Flores-García, Sergio, González-Quezada, Dolores y Herrera-Chew, Aleiz, 2007. “Dificultades de entendimiento en el uso de vectores en cursos introductorios de mecánica”. En Revista Mexicana de Física.

[4] Ayuda al aprendizaje con tecnología en la educación superior. Antoni Badia. En: Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento. Vol. 3 - N.º 2 / Octubre de 2006.

[5] The use of scaffolds for teaching higher-level cognitive strategies. Rosenshine, Barak; Meister, Carla (1992). En: Educational Leadership. Vol. 49, n.° 7, pág. 26-33.

[6] Análisis y resolución de casos-problema mediante el aprendizaje colaborativo. César Coll, Teresa Mauri y Javier Onrubia. En: Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento. Vol. 3 - N.º 2 / Octubre de 2006.

[7] Computers as cognitivetools: No more walls: Theory change, paradigm shifts, and their influenceon the use of computers for instructional purposes. Lajoie, Susanne P. (2000) En: Hillsdale, NJ: Erlbaum.

[8] Representar el mundo externamente. Martí, Eduardo (2003). En: Madrid: Antonio Machado Libros.

[9] Salazar Trujillo Jorge Eduardo. “Mecánica Básica para Estudiantes de Ingeniería”. Universidad Nacional De Colombia Sede Manizales. Año: 2001.

[10] Pérez López César. ”MATLAB y sus aplicaciones en las ciencias y la ingeniería”. Universidad Complutense de Madrid. Instituto de Estudios Fiscales. Editorial: Prentice Hall. Año: 2002.

Daniel Alejandro NIETO LÉPEZ:

Daniel Alejandro Nieto Lépez (M’12) nacido en San Juan, Argentina, en 1982. Recibió el grado de Ingeniero Electromecánico por la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) en 2009, Argentina. Desde 2014 realiza estudios de Doctorado en Ingeniería Eléctrica en la Universidad Nacional de Rio Cuarto, Córdoba, Argentina.

Además desde 2016 realiza estudios en Especialización Docente en Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales

A la fecha se desempaña como Docente por Concurso en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, en el cargo de : Ayudante de 1ra Dedicación Semi Exclusiva.

Sus áreas de interés abarcan temas tales como Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica, Transformadores, Gestión de Activos Físicos, Campos Eléctricos y Magnéticos de Baja Frecuencia.

Además temas vinculados con Educación a través de medios virtuales y programas de cálculo.

Marcelo JANIN:

Fecha y lugar de nacimiento: 28/11/58 en ciudad de Buenos Aires.
Estudios Universitarios: Ingeniero Civil (1984) UNC.
Postgrado: Especialista en Docencia Superior (2011) UNJu.
Docencia Universitaria:

- Análisis Matemático Facultad de Ciencias Económicas (UNJu)
- Profesor Adjunto DE (Ordinario) y Responsable de Catedra de las asignaturas;

Estática y Resistencia de Materiales, Construcciones Mineras y Edificios Industriales de la Facultad de Ingeniería (UNJu)

Actividades Académicas realizadas en Facultad de Ingeniería: Consejero Superior de la UNJu, Director del Área Ingeniería General, Director de la Carrera de Ingeniería Industrial, Consejero Académico.
Actividades Académicas actuales en Facultad de Ingeniería: Coordinador de las Tutorías Profesionales. Evaluador e integrante de Tribunales Examinadores de Proyectos Finales de alumnos de la Carrera de Ingeniería Industrial.
Áreas de interés: estructuras, construcciones, docencia superior, gestión académica y entornos virtuales en la educación.