

# Implementación de una cartilla con problemas resueltos y consideraciones prácticas como recurso didáctico en la enseñanza de la deflexión de vigas

Marcelo Janin<sup>1</sup> & Rubén Seluy<sup>1</sup>

(1) *Cátedra Estática y Resistencia de Materiales, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.*

*mjanin@fi.unju.edu.ar*

**RESUMEN:** Estática y Resistencia de Materiales corresponde al 2° año de la carrera de Ingeniería Industrial que se dicta en la Facultad de Ingeniería de la UNJu. El estudio de la deflexión de vigas es uno de los temas que más problemas de aprendizaje presenta. Esto surge tanto de las numerosas consultas, como de los resultados de exámenes parciales y finales. La mayoría de los alumnos no logran resolver de forma autónoma y reflexiva los problemas propuestos en las guías de trabajos prácticos, independientemente del grado de simplicidad que éstos presenten. A partir de este análisis, surgió la necesidad de implementar un recurso didáctico que propicie el análisis, interpretación y discusión de las situaciones planteadas. Se confeccionó una cartilla con problemas resueltos y consideraciones prácticas que desarrollan tanto los planteamientos como las resoluciones de los problemas, los distintos métodos a utilizar y la conveniencia de unos sobre otros. La implementación de este recurso didáctico generó que los alumnos sean capaces de abordar la resolución de los problemas de una forma más reflexiva e independiente. En relación al rendimiento académico se observó un aumento de los índices de regularidad de los alumnos, comparados con los de ciclos lectivos anteriores (2010/ 2011).

## 1 INTRODUCCION

### 1.1 Recursos didácticos

El concepto y uso de los recursos didácticos, han evolucionado a lo largo de la historia sobre todo como consecuencia de la aparición de las nuevas tecnologías. El uso adecuado de los recursos didácticos permite lograr que en el alumno se produzca el aprendizaje, de una forma constructivista y sea capaz de aplicar el conocimiento en circunstancias diferentes a las que lo aprendió; se hace necesario clarificar en el desarrollo del tema, la interpretación que sobre recursos se tienen, además de algunas formas en como pueden ser utilizados para lograr el fin educativo. Además que, posibilitan un mayor aprovechamiento de nuestros órganos sensoriales, se crean las condiciones para una mayor permanencia en la memoria de los conocimientos adquiridos; se puede transmitir mayor cantidad de información en menos tiempo; motivan el aprendizaje y activan las funciones intelectuales para la adquisición del conocimiento; facilitan que el alumno sea un sujeto activo de su propio aprendizaje y permiten la aplicación de los conocimientos adquiridos.

La forma, el método y los recursos didácticos son los componentes operacionales del proceso de enseñanza-aprendizaje que interrelacionados

entre sí conforman una triada dialéctica en la que el método expresa lo más esencial de la dinámica del proceso; y la forma y el método su expresión fenoménica. La primera desde el punto de vista estructural (espacio temporal) y la segunda desde el punto de vista de su portador material.

Los recursos didácticos o medios de enseñanza permiten crear las condiciones materiales favorables para cumplir con las exigencias científicas del mundo contemporáneo durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por tanto lograr mayor eficiencia en el proceso de asimilación del conocimiento por los alumnos creando las condiciones para el desarrollo de habilidades, hábitos, capacidades, y la formación de convicciones.

### 1.2 Fundamentación

Los recursos didácticos no solo intervienen en el proceso instructivo, sino también constituyen elementos poderosos en el aspecto educativo del mismo. Para aprovechar las potencialidades del alumno, deben utilizarse medios que exijan de éste un trabajo activo para la comprensión del nuevo contenido y el reforzamiento de lo ya aprendido, integrado en un armónico balance con las actividades de consolidación y fijación del conocimiento por parte del profesor.

El nivel científico de la enseñanza contemporánea en todos los niveles educativos, exige grados de

abstracción cada vez más elevados en las argumentaciones, las deducciones y las sistematizaciones, con vista a penetrar más profundamente en la esencia de los fenómenos.

A continuación se mencionan las principales funciones de los recursos didácticos:

- a. Proporcionan información al alumno.
- b. Son una guía para los aprendizajes, ya que ayudan a organizar la información que se pretende transmitir. De esta manera se ofrecen nuevos conocimientos al alumno.
- c. Ayudan a ejercitar las habilidades y también a desarrollarlas.
- d. Los recursos didácticos despiertan la motivación y crean un interés hacia el contenido del mismo.
- e. Permiten evaluar los conocimientos de los alumnos en cada momento, ya que normalmente suelen contener una serie de cuestiones sobre las que queremos que el alumno reflexione.
- f. Proporcionan un entorno para la expresión del alumno.

También es importante tener presente que aprender implica un esfuerzo por lo que los recursos didácticos empleados no deberían incrementar este esfuerzo. Para lo cual debe evitarse que haya:

- a. Demasiada información que distraiga o confunda a los alumnos.
- b. Terminología, nombres o jerga, que resulten desconocidos para los lectores.
- c. Información difícil de leer (empleo de cuadros, gráficos, etc.)
- d. Consignas muy complejas para resolver, siempre conviene que las consignas sean contundentes y directas,
- e. Problemas de diseño o del mal estado del material (espacio suficiente, letra pequeña, etc.)

Para seleccionar o elaborar recursos didácticos es importante tener en claro que es lo que se quiere enseñar, que capacidades se desarrollarán, y tener la intención de crear las mejores condiciones para lograrlo. En este punto, es importante que el docente sea competente en los contenidos que pretende enseñar para así poder elegir cuáles son los recursos más adecuados para enseñarlos. Si no los conoce, los conoce parcialmente, o sólo teóricamente, aún las estrategias más creativas se convierten en frágiles y previsibles escenografías que se desmoronan con facilidad, especialmente en formación profesional, en donde se espera que el docente experto que demuestre su experticia prácticamente.

Un docente experto es consciente que para que sus intervenciones sean más efectivas, debe ayudarse con distintos materiales y estrategias, y que los contenidos a enseñar pueden expresarse y distribuirse de distinta manera en el aula. Desde

este lugar, selecciona la mejor combinación de herramientas para que su enseñanza sea más potente y democrática y para que los alumnos puedan comprender más y constituirse como trabajadores competentes. Sin embargo, no hay soluciones únicas ni mágicas, una misma estrategia o un mismo recurso no provocan siempre los mismos resultados. Estos resultados dependen de los individuos que conformen el grupo (sus estilos de conocer, conocimientos previos, intereses, etc.), del contexto en el que se utilicen (aula, taller, cantidad de alumnos, tiempo disponible, etc.) y de la forma en que se utilizan.

### 1.3 Contextualización de la asignatura

Estática y Resistencia de Materiales es una asignatura del ciclo básico y corresponde al 2° año de la carrera de Ingeniería Industrial que se dicta en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy. Presenta un régimen anual con una carga horaria de 120 horas y está organizada en clases Teóricas y la realización de Trabajos Prácticos (TP). Está organizada en dos módulos temáticos, en el primero se desarrolla los contenidos correspondientes a la Estática que servirán de base para el estudio del segundo módulo en el cual se desarrollan los contenidos correspondientes a la Resistencia de Materiales. Históricamente la cantidad de alumnos varía entre 30-35, las características que se repiten en los últimos años de este grupo es: 70 % masculinos, 90 % jujeños, 70 % proveniente de ciudades y 20 % recursan la asignatura.

Para su aprobación definitiva se requiere acreditar los aspectos teóricos en una instancia de examen final.

### 1.4 Problemática identificada

En relación al aprendizaje de la asignatura Estática y Resistencia de Materiales, se identificó que uno de los principales inconvenientes es que la mayoría de los alumnos no logran resolver de forma autónoma y reflexiva los problemas de deflexión de vigas propuestos en las Guías de Trabajos Prácticos, independientemente del grado de simplicidad que éstos presenten. Sino que lo hacen acudiendo a una mera resolución mecánica y sin utilizar los fundamentos y principios básicos de la Resistencia de Materiales. Esto se traduce en reprobaciones masivas de los Trabajos Prácticos correspondientes a esta unidad temática y a su vez genera bajo rendimiento académico en los Exámenes Parciales de la asignatura y postergaciones innecesarias para la presentación al Examen Final.

Cuando la enseñanza tiene un enfoque problémico y el alumno es capaz de percibir y comprender la esencia de la situación problémica, es que se garantiza el desarrollo intelectual, en función de la resolución del problema planteado y es cuando puede esperarse conocimientos sólidos y actitudes positivas ante el estudio.

Es por todo ello que se considera apropiado implementar, en el dictado de la asignatura, como material didáctico complementario una "Cartilla con Problemas resueltos y consideraciones prácticas que propicie el análisis, interpretación y discusión de las situaciones planteadas.

En términos generales, la cartilla en su desarrollo, deberá establecer criterios válidos para la resolución de problemas tipo y a través de variantes en los planteos promoverá en los alumnos la capacidad para razonar y ser creativos e innovadores en la solución de situaciones similares.

## 2 MATERIALES Y METODOLOGIA

### 2.1 Grupo de alumnos

La aplicación del recurso didáctico propuesto se concretó en alumnos que cursaron la asignatura en el ciclo lectivo 2012.

### 2.2 Primera Etapa: diseño y desarrollo de la cartilla

La elaboración de la cartilla requirió, en primera instancia, de una cuidadosa selección de los problemas resueltos ya deberían cumplir el criterio de ser representativos.

En el desarrollo de la cartilla, el alumno se enfrenta a ejercicios y problemas sencillos; donde se desarrolla el planteo y resolución del mismo, Seguido, se plantean problemas con variantes, lo que están concebidos de forma tal que cada alumno resuelva una situación problémica, mucho más compleja que las anteriores y tendrá que realizarlo individualmente.

Indudablemente estará en una situación ventajosa la que posee los conocimientos teóricos y prácticos que necesita para enfrentar la situación y resolverla. Estos problemas se explicarán en las clases de Trabajos Prácticos y la solución será discutida en el grupo mediante una discusión colectiva, es decir, el alumno defenderá su solución, como cada uno tendrá una variante, la solución será diferente en cada caso.

Esto permite tener un control del trabajo individual realizado por el alumno a lo largo de su estudio del tema Deflexión de vigas y el docente podrá ir evaluando el cumplimiento de

las habilidades y la asimilación de los contenidos explicados.

Se asume que a esta altura el alumno estará en condiciones de poder resolver situaciones problemáticas mucho más complejas, ya que ha estudiado y puesto en práctica el método de solución de problemas con un gran número de variantes, por lo tanto ya el alumno ha alcanzado un nivel de asimilación de los contenidos y una sistematización en su aprendizaje. Explicando paso a paso la metodología de cálculo seguido para resolverlo.

Por último, se propone un problema integrador, este tipo de problemas tienen la característica de ser contextualizados en el ámbito ingenieril; además tienen un nivel más profundo y complejo e incluso a medida que se vaya adentrándose en la asignatura se irán combinando los métodos de análisis y tendrán que aplicar conocimientos y habilidades ya aprendidas en temas anteriores, lo que implica que el estudiante se retroalimenta de lo ya estudiado y aprendido.

### 2.3 Segunda Etapa: Implementación

La aplicación del recurso didáctico propuesto se concretó en alumnos que cursaron la asignatura en el ciclo lectivo 2012.

La Cartilla con Ejercicios y Problemas se puso a disposición de los alumnos con dos semanas de anticipación al dictado de la temática, en sus dos variantes tanto impresa como en formato digital que estará disponible en la página web de la facultad.

Durante la implementación de la cartilla, el alumno comenzó a familiarizarse con la temática de la deflexión de vigas y de forma cada vez más consciente fue aplicando los métodos de cálculo. A la vez que demostraron dominar los conceptos, leyes y principios de la deformación no solo al nivel reproductivo; sino productivo y creativo al aplicarlos correctamente y al poder solucionar situaciones problémicas con un alto grado de complejidad como son los casos de los problemas propuestos e integradores.

### 2.4 Tercera Etapa: evaluación

#### 2.4.1 Aprendizaje del alumno

- De Proceso: durante el desarrollo de las clases de Trabajos Prácticos, se valoró la capacidad de resolver en forma autónoma los problemas planteados, además de las consultas que realizaron entre sus pares y las consultas a los docentes responsables.
- Sumativa (cuantitativa): análisis y planteamiento de los problemas, selección

del método de cálculo más directo y apropiado en cada caso.

#### 2.4.2 Instrumentos de Evaluación

- Exposición y defensa oral de los resultados obtenidos de los problemas propuestos y de los problemas integradores.
- Debate y negociación de significados.

#### 2.4.3 Criterios de Evaluación

- Empleo correcto de lenguaje técnico
- Análisis de los métodos empleados para resolver los casos propuestos.
- Presentación de conclusiones y reflexiones acerca de los problemas propuestos.

En el caso de que algún estudiante no cumpla con los requisitos, es decir, no haya demostrado en su trabajo y disertación que domina las acciones y operaciones, entonces se le dará otra situación problemática con un grado de dificultad similar después de haber aclarado las dudas con el profesor.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Respecto al Aprendizaje

La implementación de este recurso didáctico generó cambios positivos en cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje ya que los alumnos fueron capaces de abordar la resolución de los trabajos prácticos de una forma más reflexiva e independiente. Sin embargo, todavía se evidencian ciertas dificultades para comprender algunos enunciados que se presentan en la cartilla lo que conlleva a errores en el cálculo. Esto puede deberse a que todavía no están del todo familiarizados con lo que supone analizar y desarrollar criterios en torno a la resolución correcta de los problemas.

Respecto a su utilización como material de apoyo La incorporación como recurso didáctico evidencia que el docente:

- (a) deja de ser la única fuente de información para convertirse en un guía y facilitador de los aprendizajes que realicen los alumnos.
- (b) planifica, elabora materiales, tutoriza, evalúa.
- (c) también motiva.

Por su parte, los alumnos:

- a) son protagonistas de su proceso de aprendizaje, tienen un rol muy activo, y un control sobre su propio aprendizaje.
- (b) aprenden a aprender.
- (c) aprenden con otros medios que les permiten desarrollar capacidades críticas: buscar, seleccionar y evaluar información, ser capaces de decodificar otros lenguajes. También permite la

continuidad del proceso de enseñanza-aprendizaje aun cuando alguna clase no se haya podido dictar o ante la inasistencia por parte del alumno a la misma.

#### 3.2 Respecto al rendimiento académico

En relación a este aspecto se observó un aumento de los índices de regularidad de los alumnos, comparados con los de ciclos lectivos anteriores.

#### 3.3 Ejemplos de problemas resueltos

Se calcula en la viga de la Fig. 1 las deformaciones máximas por el método del área de momento y por el método de la viga conjugada.

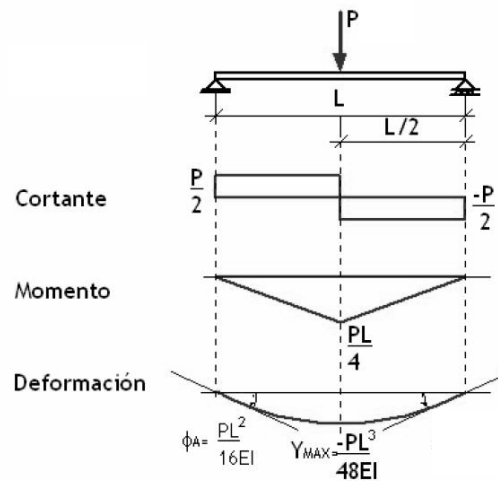


Figura 1. Viga biapoyada de carga centrada P

##### a. Método: Por Área de Momento

$$R_A = R_C = \frac{P}{2}$$

$$M_x = \frac{P \cdot x}{2} \quad \text{Ecuación general del momento flector}$$

Tal como se observa en la Fig. 2 por simetría de la viga en B (L/2) la pendiente de la tangente es nula, por lo que:

$$\theta_A = \theta_{AB}$$

$$\theta_{AB} = \frac{1}{EI} \int_A^B M \cdot dx = \frac{1}{EI} \int_0^{\frac{L}{2}} P \cdot \frac{x}{2} \cdot dx$$

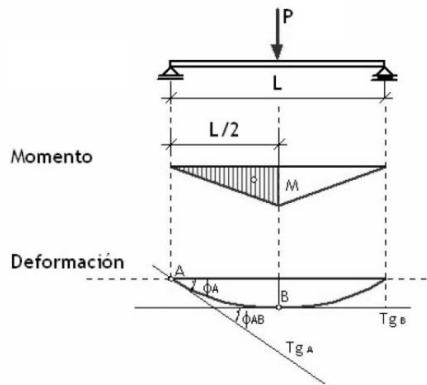


Figura 2. Diagramas de momento y de deformación

$$\theta_{max} = \theta_A = \theta_{AB} = \frac{PL^2}{16EI} \quad (1)$$

Por la simetría de la viga, tal como se observa en la Figura 3, la deformación máxima se encuentra en el centro de la viga, B (L/2)

$$Y_{max} = Y_B$$

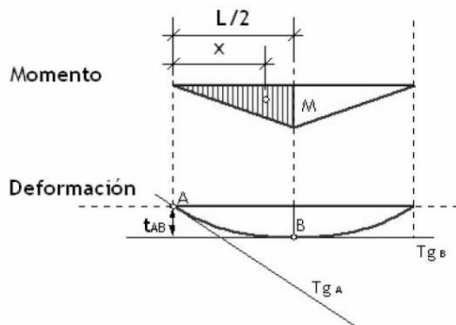


Figura 3. Tangentes y desplazamiento

Como en B la pendiente de la tangente = 0

$$Y_B = t_{AB} = \frac{1}{EI} \int_A^B M \cdot x \cdot dx$$

$$Y_{max} = \frac{1}{EI} \int_0^{L/2} \frac{P \cdot x}{2} \cdot x \cdot dx$$

$$Y_{max} = \frac{PL^3}{48EI} \quad (2)$$

b. Método: Por Viga Conjugada

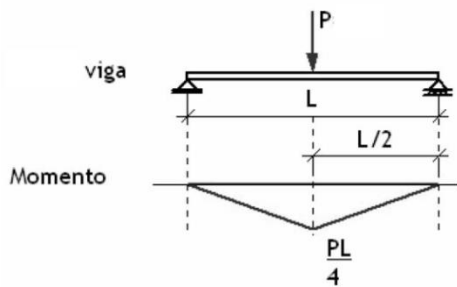


Figura 4. Viga con su carga real

Generamos una viga ficticia, a la que la cargamos con el diagrama de momento, que se encuentra graficado en la Fig. 4, de la viga dada dividida por E.I

De la viga ficticia calculamos el diagrama de Q y de  $M_f$ , tal como se observa en al Fig. 5.

Los primeros representan los  $\theta$  y los segundos los desplazamientos Y.

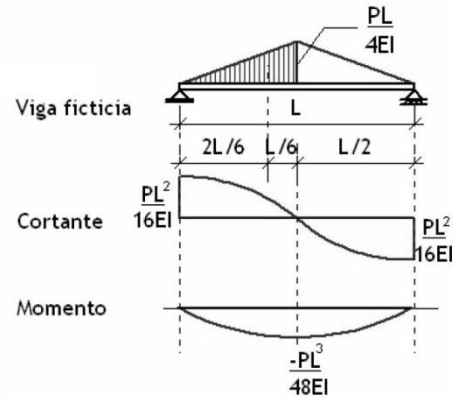


Figura 5. Viga ficticia con sus correspondientes diagramas

Como se observa en la Fig. 5 los  $\theta_{max}$  se encuentran en los apoyos y el  $Y_{max}$  en el centro del tramo. Por lo que:

$$\theta_{max} = \theta_A = Q'_A = R'_A \quad (\text{Reacción de la viga ficticia})$$

$$Y_{max} = Y_B = M'_B \quad (\text{Momento flector en B de la viga ficticia})$$

$$\theta_{max} = \frac{PL}{4EI} \cdot \frac{L}{2} = \frac{PL^2}{16EI} \quad (3)$$

$$Y_{max} = \frac{PL^2}{16EI} \cdot \frac{L}{2} - \frac{PL^2}{16EI} \cdot \frac{L}{6}$$

$$Y_{max} = \frac{PL^3}{48EI} \quad (4)$$

### 3.4 Consideraciones

Los  $\theta$  obtenidos por los dos métodos son iguales, tal como surge de comparar los resultados de la formulas (1) y (3). Lo mismo sucede, respecto al desplazamiento Y, al ser iguales los valores obtenidos por las formulas (2) y (4). Tal como se observa la sencillez y la rapidez, muy consideradas en la ingeniería, son mayores en método de la Viga Conjugada; por lo que sería el procedimiento indicado para el caso de una viga biapoyada.

Si la viga estuviese empotrada, como se plantea en otro ejercicio, se deberán modificar las

condiciones de apoyo para poder aplicar el método de la Viga Conjugada. Por lo que el procedimiento se tornará complejo y con mucho volumen de cálculo, resultando más apropiado el método del Área de Momento

Lion C., *Tecnologías y Enseñanza en el Nivel Superior, El conocimiento mediado tecnológicamente*, Facultad de Filosofía y Letras, UBA, Buenos Aires, 2002.

### 3.5 Reflexiones para los alumnos

Compararán los planteos y los volúmenes de cálculo de vigas biapoyada y empotradas, aplicando los dos métodos anteriores y el de Integración, respecto a:

- a) Claridad del planteo físico
- b) Volumen de cálculo
- c) Rapidez

Discutirán los puntos anteriores en grupo y redactar las conclusiones respectivas.

## 4 CONCLUSION

Se concluye, en relación a los resultados obtenidos, que la incorporación de la cartilla de ejercicios y problemas resueltos fue óptima en cuanto al rendimiento de los alumnos ya que la intervención activa en su aprendizaje, a través de la toma de decisiones, les permitió adquirir una metodología de trabajo y una actitud positiva frente a las situaciones problemáticas. Así mismo, se consideró una actividad viable de ser aplicada, revisada y mejorada año a año para tender a la excelencia académica.

## 5 REFERENCIAS

- Araujo, S., *Docencia y Enseñanza. Una Introducción a la Didáctica*, UNQui, Buenos Aires, 2007.
- Davini, M. C., *Métodos de Enseñanza. Didáctica general para maestros y profesores*. Santillana, Buenos Aires, 2008.
- Gimeno Sacristán, J. & A. Pérez Gómez, *Comprender y transformar la Enseñanza*, Morata, Madrid, 1996.
- Gvirtz, S. & M. Palamidessi, *El ABC de la tarea docente, Currículum y Enseñanza*, Aique, Buenos Aires, 1998.
- Mayer, R., *Pensamiento, Resolución de Problemas y Cognición*, Paidós, Barcelona, 1986.
- Shulman L., *Conocimiento y Enseñanza, Fundamentos de la nueva Reforma en Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 9 (2), 2002.
- Steiman, J., *Más Didáctica en la Educación Superior*. Miño y Dávila. Buenos Aires, 2008.