

LA ANIMACIÓN: NUEVA HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO CUALITATIVO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL.

Sara Gonorazky Steren

Arquitecta – Especialista en Docencia Universitaria - Córdoba
Profesora Titular Estructuras II B – Diseño de Estructuras de Grandes Luces.
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba.

Pablo Orlando Ruata.

Arquitecto - Córdoba
Egresado Adscripto al Proyecto de investigación que desarrolla la cátedra de Estructuras II B.
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba.

RESUMEN

Hoy, nuestras universidades enfrentan la problemática de “*masividad*” cada vez más acelerada con las particularidades que involucra al proceso enseñanza-aprendizaje.

Del mismo modo acelerado y con una celeridad aún mayor, es que se perfecciona y evoluciona la tecnología de los nuevos medios “masivos” de comunicación y tecnología en todo el mundo, facilitando la adquisición de conocimientos y nuevas formas de estudio.

Teniendo en cuenta estos dos procesos paralelos, casi simultáneos, es que nuestro grupo de trabajo propone estratégicamente una nueva alternativa como herramienta formativa en el campo de las estructuras y destinada a estudiantes de grado de las carreras de arquitectura e ingeniería.

Para enseñar al estudiante la deformación de las estructuras por acción de las cargas se utilizaron modelos de acrílico. Hoy, las nuevas tecnologías nos permiten “remozar” esa didáctica y avanzar con los medios computacionales que permiten reiterar y modificar el modelo tantas veces se desee, llegar a la masividad y permitir el “apropiamiento” de la herramienta por parte del alumno.

Se trata de la elaboración de imágenes animadas en las que se muestra de forma cualitativa la deformación que sufre la estructura para diferentes geometrías, condiciones de vínculo y estados de carga.

ABSTRACT

Nowadays, our Universities face the problem of massiveness, a phenomenon that becomes more and more accelerated everyday and provides the teaching-learning process with quite a few peculiarities.

New mass media technology evolves and is improved all over the world in the same accelerated way, or even more accelerated indeed, making the acquisition of knowledge and new ways of studying a lot easier.

Taking into account these parallel and almost simultaneous processes, our team strategically suggests a new alternative teaching tool to be applied in the structural field, intended for undergraduate Architecture and Engineering students.

Historically, acrylic models have been used to show students structures deflection under the action of external loads. Nowadays, new technologies allow us to leave this technique behind and move on with the computational means that let us repeat and modify the model as many times as desired, become massive and allow the student to make this tool their own.

This paper present the elaboration of animated images that qualitatively show the deflections generated in the structure for different geometries, supports and loads.

Introducción

En la enseñanza del comportamiento estructural es de gran utilidad el análisis cualitativo de las deformaciones que se producen en las estructuras continuas (vigas y pórticos) cuando actúan distintos tipos de carga o cuando cambian las condiciones de vínculo o las proporciones relativas de las barras, sean estas longitudes o secciones. Unido al conocimiento de la variación de los diagramas de momentos flectores y esfuerzos de corte resulta un importante elemento para agilizar el diseño estructural en las distintas etapas del proceso proyectual e incentivar la creatividad por parte de los alumnos.

Constituye una valiosa herramienta para el abordaje del diseño conceptual. Su utilización pretende desarrollar en el estudiante una base teórica que le permita en las primeras etapas del diseño con procedimientos simples, pero necesarios, proponer las dimensiones, formas y proporciones relativas de los distintos elementos de la estructura que delinean, sin la ayuda de una rigurosa investigación matemática.

Además, son de gran utilidad para capacitar al futuro usuario de programas de cálculo de estructuras, no solo en la interpretación de los resultados que se obtienen, sino en adquirir la habilidad de detectar posibles errores de modelación que suelen pasar inadvertidos al utilizar softwares que automáticamente resuelven toda la estructura.

Desde otra perspectiva, los cambios culturales de los alumnos y las nuevas herramientas computacionales disponibles han sido el principal desafío para desarrollar nuevas propuestas que permitan un aprendizaje reflexivo y al mismo tiempo llegar a la masividad de nuestros cursos universitarios.

1. Desarrollo de la metodología propuesta.

El objetivo planteado es que el estudiante independizándose de la introducción de datos obtenga resultados solamente cualitativos para comprender con mayor facilidad el comportamiento estructural.

Esto se logra mediante el “estudio de casos” en los que el estudiante interactúa con la herramienta didáctica y visualiza cualitativamente la deformada animada del caso en cuestión.

Para ser una herramienta de aprendizaje eficaz debe, además de la agilidad en el manejo, poseer claridad en la información que se resume en los siguientes puntos:

- Representación del esquema estructural, longitudes y vínculos
- Ubicación referencial de las cargas.
- Giro referencial de los nudos a partir de la posición de las tangentes.
- Ubicación de las tracciones.
- Ubicación de los ascensos/descensos máximos.
- Ubicación referencial de los puntos de inflexión.

- Representación cualitativa de los diagramas de momento flector y esfuerzo de corte.

Cada barra está representada por su eje y por las tangentes en las secciones extremas. Al actuar las cargas visualizadas dinámicamente, el alumno puede seguir el proceso de deformación a partir del giro (o no) de las secciones extremas de cada una de las barras que componen la estructura continua y luego la deformación que experimenta cada barra. (Fig. 1)

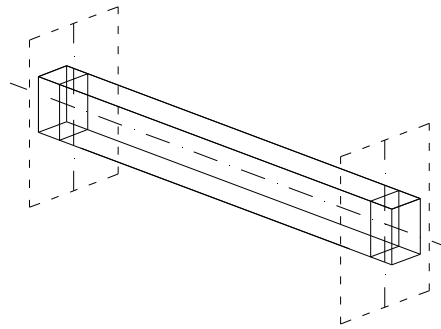


Fig. 1

Para visualizar las diferencias cualitativas entre dos barras de igual sección, momento de inercia y longitud pero distinta condición de vínculo se utiliza el siguiente ejemplo. En él se pueden apreciar los giros relativos de las secciones extremas permitiendo comprender (casi intuitivamente) la dirección de las reacciones y la distribución del Momento Flector en función de las rigideces relativas de cada una de las barras. (Fig. 2 y 3)

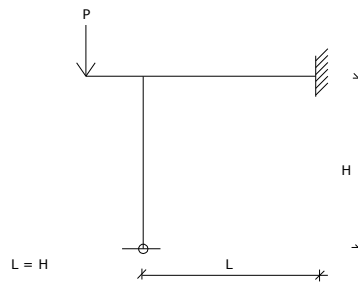


Fig. 2

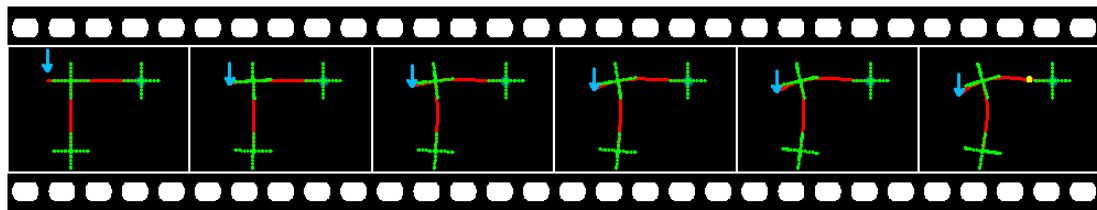


Fig. 3

Concluida la animación el estudiante está en condiciones de graficar la deformada final, las reacciones, la posición de los puntos de inflexión y a continuación, luego de ubicadas las zonas traccionadas, el diagrama de Momentos flectores y esfuerzo de corte. (Fig. 4)

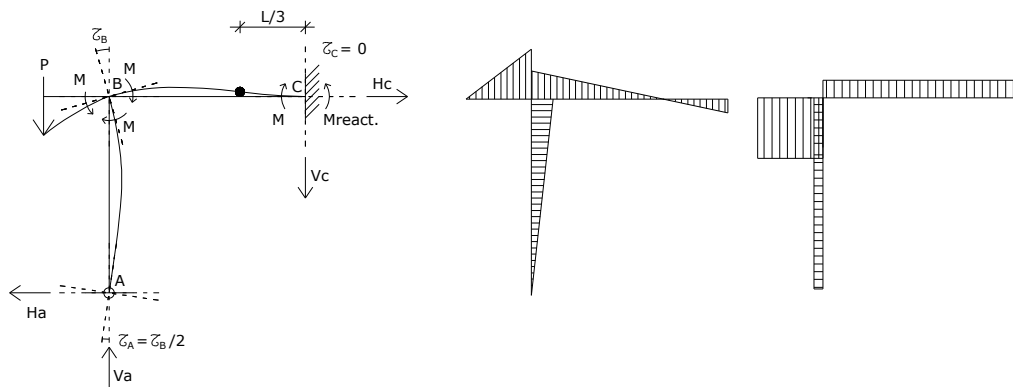


Fig. 4

Las dos animaciones que a continuación se presentan constituyen uno de los tantos ejemplos que se utilizan para guiar el proceso de aprendizaje. El objetivo es que se registren las modificaciones en las deformaciones y por lo tanto la variación de los diagramas de momento flector y esfuerzo de corte cuando difieren las condiciones de los vínculos.

En una viga de dos tramos, simétrica en la geometría y cargas se modifica la condición de vínculo de uno de los apoyos por un empotramiento perfecto. Estableciendo una comparación con la estructura inicial se pretende destacar que en esta situación, el nudo no gira, cambia la curvatura de la viga y aparece una zona de tracciones en la parte superior en la cercanía del apoyo modificado. (Fig. 5 a Fig. 14)

Caso A:

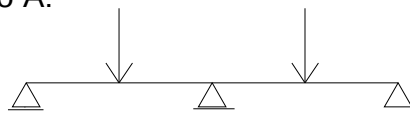


Fig. 5

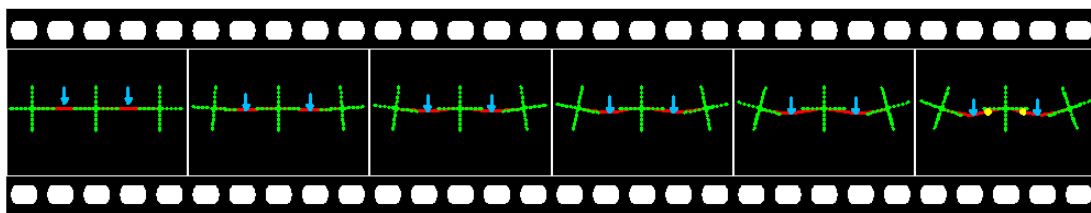


Fig. 6

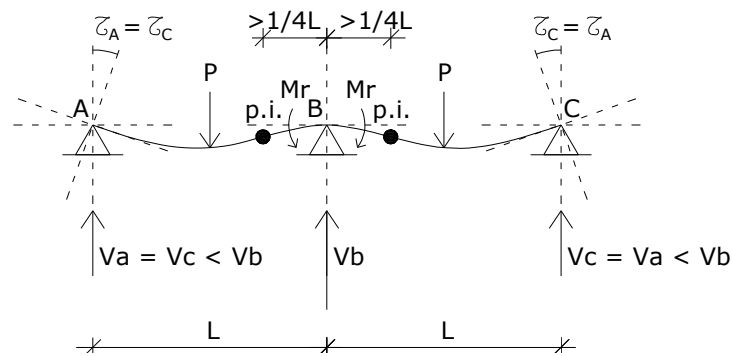


Fig. 7

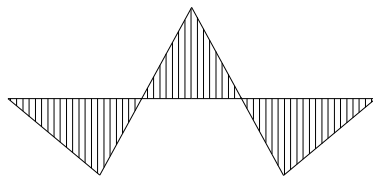


Fig. 8 Diagrama de Momentos Flectores

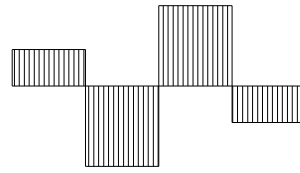


Fig. 9 Diagrama de Esfuerzo de corte

Caso B

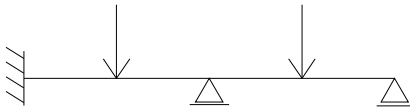


Fig 10

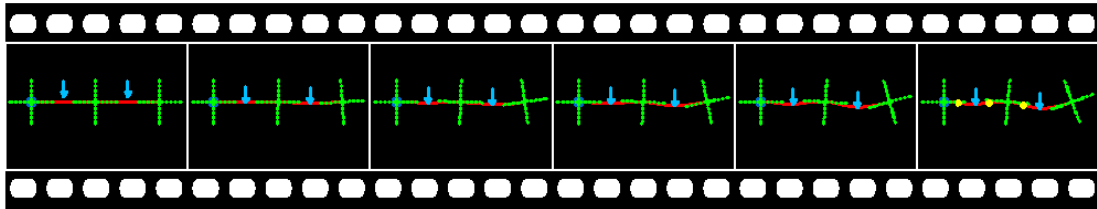


Fig. 11

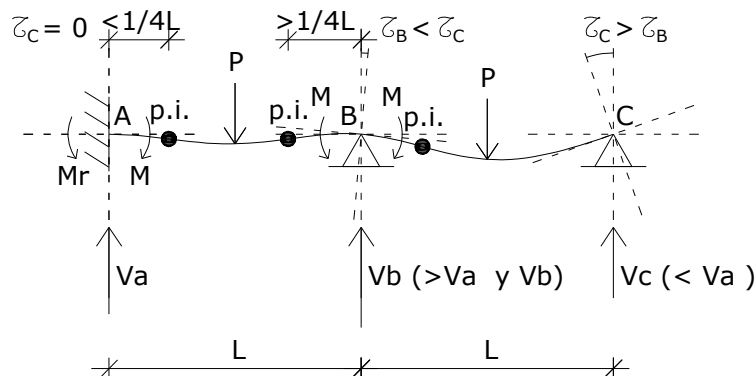


Fig 12

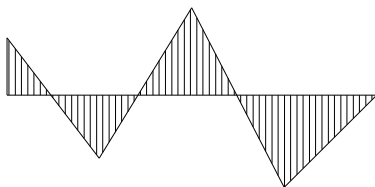


Fig. 13 Diagrama de Momentos Flectores

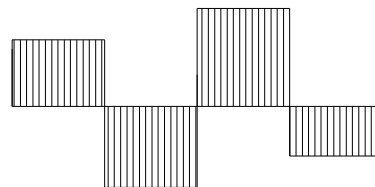


Fig. 14 Diagrama de Esfuerzo de corte

Para concluir, se ha seleccionado una de las animaciones realizadas sobre estructuras aporticadas con asimetría de cargas para su análisis.

En este caso se pretende que el estudiante visualice que la estructura además de deformarse, se desplaza y muchas veces la intuición no acompaña a la realidad en el sentido del desplazamiento. (Fig. 15 a Fig. 19)

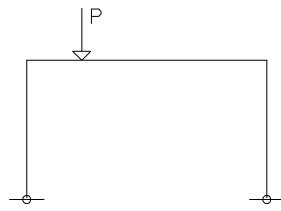


Fig. 15

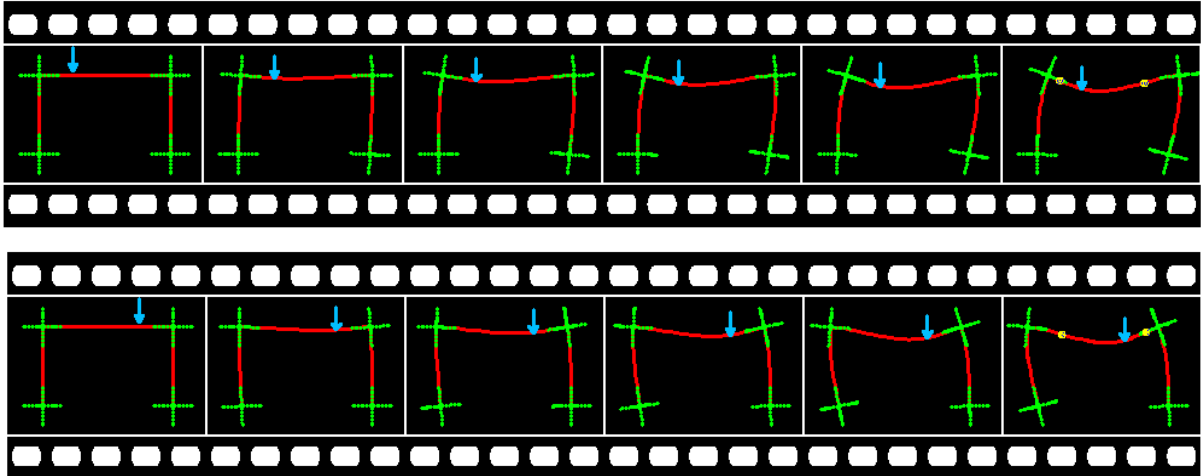


Fig. 16

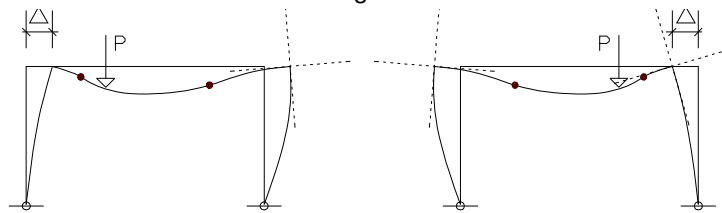


Fig. 17

El abordaje cualitativo de estas situaciones más complejas se plantea en dos etapas sucesivas. Suponiendo primero la estructura a nudos indesplazables para luego analizar el desplazamiento que se produce cuando se suprime el vínculo (apoyo ideal) y se suman los diagramas correspondientes verificando siempre las condiciones de equilibrio. (Fig. 18 y 19).

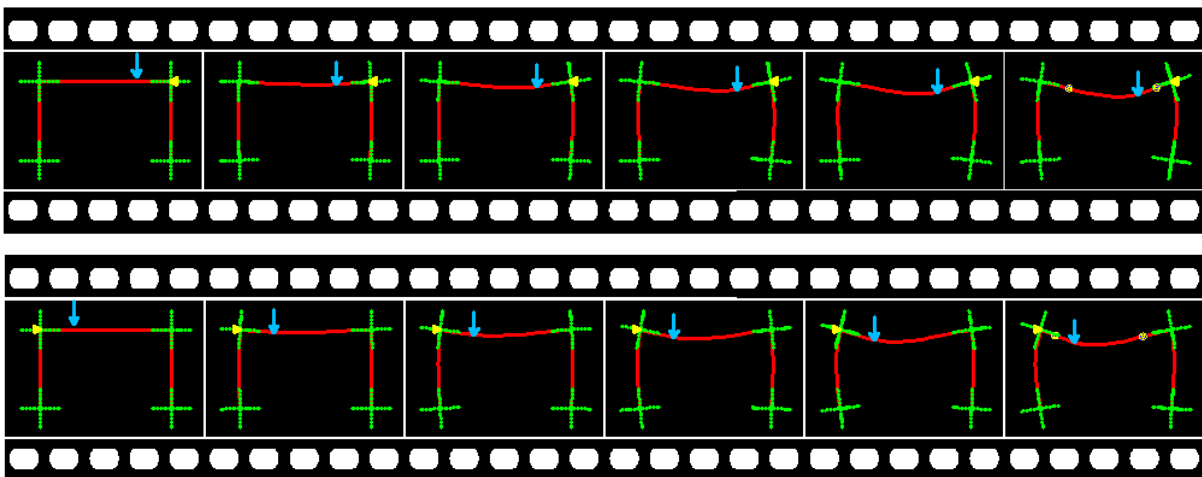


Fig. 18

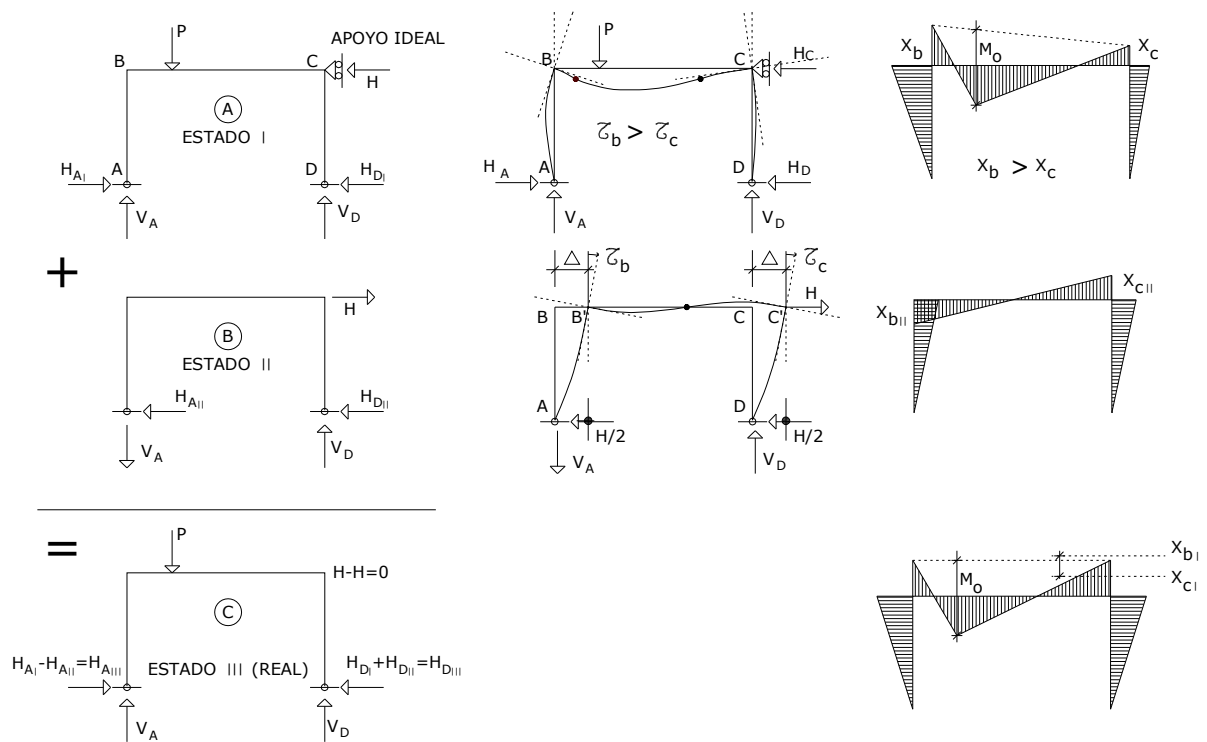


Fig. 19

2. Desarrollo del proceso de animación

Casi todos los softwares de cálculo estructural actuales muestran de forma gráfica las deformaciones que sufre una estructura, como imagen estática e incluso de manera animada, a escala real o ampliada. Pero este resultado solo se logra a través de un proceso, muchas veces tedioso, en el que se debe modelar la estructura ingresando los datos de manera cuantificada y exacta debido a que los resultados que se pretenden son de precisión numérica.

Es por ello que se propone estudiar el tema en cuestión de modo “cualitativo” en vez de “cuantitativo” a través de múltiples ejemplos, los cuales son seleccionados por el alumno de manera secuencial y personalizada.

Las animaciones que se proponen se realizan por varios tipos de archivos según la facilidad de su reproducción. Estos pueden ser de extensión “.avi” o “.mpg” es decir, archivos de video que requieren de un software reproductor. También pueden tener una extensión “.gif” cuyo formato es más compresible (menos bytes), de fácil transporte a través de internet y que no requiere de un software reproductor sino simplemente de los visualizadores de fotos del sistema operativo o navegadores comunes como Internet Explorer. La desventaja de este último es que solo puede detenerse la animación si estos “gifs animados” son llevados a un archivo de Power Point de manera sincronizada y con su respectiva imagen congelada.

Las animaciones son logradas a partir de obtener el dibujo de la deformada final y luego cambiarle la escala por cada fotograma de avance. Este

proceso se logra en forma automatizada con cualquier programa de dibujo tipo CAD y del cual luego se capturan los fotogramas para sincronizarlos en un archivo de animación. La cantidad de fotogramas incide en la percepción del espectador, donde, a mayor cantidad, mayor calidad de presentación de la animación.

Nuestro objetivo fue proponer un software propio en el que el alumno pueda interactuar, crear y modificar su propio modelo, sin especificar datos cuantificados y de esta manera observar el comportamiento de sus propios modelos.

Actualmente se cuenta con un catálogo de animaciones en el cual el alumno elige las condiciones de vínculo, la geometría, el tipo de carga y su ubicación. Es decir, el alumno interactúa con la herramienta eligiendo lo que él mismo desea observar e investigar. (Fig. 20)



Fig. 20

La representación gráfica presenta con múltiples colores y diferentes grosores de línea, la geometría inicial, los giros de las tangentes de las secciones extremas y la deformada.

Conclusiones

El estudio cualitativo tiene como finalidad proveer de herramientas para que planteado el problema como antecede, las condiciones estáticas de la estructura no constituyan una traba a la imaginación creadora, sino por el contrario, sean elementos generadores de formas perfectamente lógicas y de grandes posibilidades expresivas.

Se hizo referencia al fenómeno de la “masividad” de nuestras Universidades en sus aulas y a los “cambios culturales” de los estudiantes. La herramienta aquí desarrollada es el desafío que asumimos para responder a todo lo que ello implica: generar métodos de razonamiento e indagación en un proceso de aprendizaje activo en el que el alumno es responsable de la “autoestructuración de su propio conocimiento”.