

## Innovación en los medios de enseñanza para asignaturas técnicas

### *Innovation in the media of teachings for technical courses*

**MSc. Juan Antonio Bernal Valdés.** Master, Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona, La Habana, Cuba

Correo: [juanabv1945@gmail.com](mailto:juanabv1945@gmail.com)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1779-0390>

**MSc. Mercedes Lina Wong Torres.** Master, Universidad de la Habana, La Habana, Cuba

Correo: [mercedes.wong@rect.uh.cu](mailto:mercedes.wong@rect.uh.cu)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2944-361X>

Recibido: noviembre de 2021

Aprobado: junio de 2021

---

#### Resumen

El trabajo consiste en la elaboración de un juego didáctico denominado Formación de Estructura, compuesto por diferentes piezas de plástico u otro material, contribuyendo a la creatividad e innovación del uso de materiales de recortería o desecho, que representan elementos que forman diferentes estructuras. Su novedad consiste en demostrar cómo se produce en forma experimental la unión de dos o tres elementos, piezas o discos como estructura simple para formar a partir de ella cualquier tipo de estructura más compleja en estudios técnicos.

**Palabras clave:** Disco, Unión, Estructura.

#### Abstract

The work consists in the manufacture of a didactic denominate game formation of structure, composed for different pieces of plastic or other material, by contributing the creativity and innovation of the use of materials of recorterías or discard, that represent elements that form different structures. Your newness consists in demonstrating as produces in form experimental the union of two or three elements, pieces or disks as constructs simple to form as of it any type of more complex structure in technical studies.

**Keywords:** Disks, union, structure

---

#### Introducción

"...Los avances que ustedes han mostrado hoy son resultado de ese esfuerzo, de esas medidas y los mayores logros futuros los serán de nuevas medidas que se adopten, de nuevas fórmulas que se diseñen y se apliquen..." (Castro,1999, p. 1-8)

El trabajo consiste en la elaboración de un juego didáctico compuesto por diferentes piezas de plástico u otro material, contribuyendo a la creatividad e innovación del uso de materiales de recortería o desecho lo cual contribuye al cuidado del medio ambiente. Tradicionalmente se estudia la formación de las estructuras a partir del análisis cinemático, el cual se fundamenta teóricamente en la unión de dos o tres discos como punto de partida, teniendo en cuenta la eliminación de los tres grados de libertad que poseen los cuerpos en un plano, para alcanzar como mínimo el equilibrio mediante las ecuaciones de equilibrio de la Estática,



hasta llegar al análisis total del conjunto de elementos unidos que componen la estructura total, los cuales no serán superiores a la cantidad necesaria para lograrlo, es decir, si son superiores se convierte en estructura hiperestática que se analiza por otros métodos y si es inferior en un mecanismo, que no constituye una estructura, la comprensión y aprendizaje de este análisis requiere de un alto nivel de abstracción.

Está demostrada la necesidad de crear medios de enseñanza que sirvan para la mejor comprensión y aprendizaje de los contenidos relacionados con la formación de estructuras,

El objetivo del trabajo consiste en socializar la innovación de la elaboración del juego didáctico denominado Formación de Estructura , a partir de la unión de los elementos componentes siguiendo la metodología de la unión de dos discos y tres discos.

## **Desarrollo**

Tipos de elementos que se emplean en las estructuras de barras: columnas, vigas, tensores, arcos y elementos de armaduras, cuya sección transversal puede tener diferentes formas geométricas y estar constituida por diferentes materiales.

Unión de dos discos: Esta unión se realiza con un modelo de viga que constituye uno de los dos discos y tiene tres orificios, tres modelos de apoyos de articulación fija y tres modelos de ligaduras, estas últimas sirven para unir la viga con los apoyos y estos últimos con el magnetógrafo o superficie metálica que constituye el otro disco o cuerpo (fig.1). Para que se logre la unión correctamente las ligaduras no pueden ser ni concurrentes ni paralelas entre sí (figs. 1 y 2).

Unión de tres discos: Esta unión se realiza con dos modelos de paneles que tienen varios orificios y constituyen dos de los tres discos a unir, seis modelos de ligaduras, y cuatro modelos de apoyos de articulación fija. Las ligaduras se unen dos en cada dos cuerpos, es decir que entre dos cuerpos o discos tienen que haber dos ligaduras. Los cuatro modelos de apoyo de articulación fija van conectados al magnetógrafo o plancha metálica el cual constituye el tercer disco o cuerpo (fig.3). Para que esta unión sea correcta los tres puntos de concurrencia o intersección formados por cada dos de las ligaduras que unen dos discos no debe estar en una línea recta (fig.4), es decir, los tres puntos de intersección deben formar un triángulo (fig.5)

Formación de Estructuras:

Estructura de viga: está formada por un modelo de viga que representa una viga de cimentación o de puente, la cual es equivalente a un disco que se une al disco tierra, por lo tanto se puede unir con tres ligaduras no concurrentes ni paralelas entre sí (figs. 1 y 2), o mediante un apoyo de articulación fija y otro de articulación móvil (fig.6).

Arco tri-articulado: está formado por dos modelos de semiarcos (fig.7) o vigas inclinadas (fig. 8) que se unen en el centro de la luz que cubren, mediante una articulación fija, en sus extremos se unen a tierra mediante dos apoyos de articulación fija, esta estructura es un fiel exponente de la unión de tres discos en su última combinación (tres articulaciones fijas) (fig.9).

Armadura sobre columnas empotradas: está compuesta por un conjunto de modelos de elementos(barras) que forman triángulos, es decir uniones de tres discos, soportada por dos columnas empotradas a tierra, las uniones en la parte superior de las columnas son mediante articulaciones fijas o una fija y otra móvil, en el primer caso es una estructura hiperestática de un grado, ya que le sobra una ligadura para estar en equilibrio, en el segundo caso con la articulación móvil se elimina la ligadura que le sobraba en el primer caso, es decir aumenta en un grado de libertad, por lo que se convierte en una estructura isostática. Esto mismo se hubiera producido si se dejan dos articulaciones fijas (primer caso) y se cambia un empotramiento en una de las

columnas por un apoyo de articulación fija, es decir se libera un grado de libertad y se convierte también en una estructura isostática (fig.10).

Pórtico de una sola luz y un sólo nivel: está compuesto por dos modelos de columnas empotradas a tierra y uno de viga unida en sus extremos a las columnas mediante dos articulaciones fijas o una fija y una móvil, al igual que en el caso anterior de la armadura sucede lo mismo, en el primer caso es una estructura hiperestática de primer grado, ya que le sobra una ligadura para estar en equilibrio, en el segundo caso con la articulación móvil se elimina la ligadura que le sobraba en el primer caso, es decir aumenta en un grado de libertad, por lo que se convierte en una estructura isostática. Esto mismo se hubiera producido si se dejan dos articulaciones fijas (primer caso) y se cambia un empotramiento en una de las columnas por un apoyo de articulación fija, es decir se libera un grado de libertad y se convierte también en una estructura isostática (fig.11).

Pórtico de una sola luz y dos niveles: está compuesto por dos modelos de columnas de dos niveles de altura, empotradas a tierra y dos de vigas unidas en sus extremos a las columnas mediante dos articulaciones fijas en cada caso (fig.12). Constituye de esta forma una estructura hiperestática de segundo grado aplicando la fórmula:  $h$  es igual a  $3n-a$ , donde  $h$  es el grado de hiperestaticidad,  $n$  es el número de marcos cerrados y  $a$  el número de articulaciones simples. En este caso  $n$  vale 2 y  $a$  vale 4, por lo que  $h$  es igual a 2, entonces es hiperestática de segundo grado. Esta condición es necesaria pero no suficiente, para estar seguro que sea una estructura, es decir en sistema cinemáticamente invariable hay que realizar el análisis de dos o tres discos, analicemos:

-Las dos columnas empotradas + la tierra forman un sólo disco (I) y sobre si mismo se unen las dos vigas, por lo tanto constituye una estructura o sistema cinemáticamente invariable indudablemente.

Es decir cada columna en forma independiente se une al mismo disco tierra mediante un empotramiento que es equivalente a tres ligaduras no concurrentes ni paralelas entre si y este caso corresponde al análisis de dos discos (una columna + la tierra) forman un sólo disco. Si a la otra columna se le hace el mismo análisis, se obtiene el mismo resultado (otra columna + la tierra) forman un sólo disco.

Variando la forma de unión puede convertirse en una estructura isostática, en este caso eliminando dos ligaduras, es decir aumentar en dos grados de libertad la estructura, esto se puede lograr de varias formas una de ellas puede ser cambiar uno de los apoyos empotrados por un apoyo de articulación fija que permite un grado de libertad y convertir una de las columnas en dos columnas de un solo nivel, de forma tal que la unión en ese punto sea entre tres cuerpos, es decir la unión entre la columna del primer nivel, la columna del segundo nivel y la viga del entre piso y no de dos cuerpos, así se cumple que sea isostático y cinemáticamente invariable.

De otra forma si se dejara un apoyo de articulación móvil en una de las columnas por ejemplo en la derecha, sería un sistema isostático al aplicar la fórmula:  $h$  es igual a  $3n-a$ , donde  $h$  es el grado de hiperestaticidad,  $n$  es el número de marcos cerrados y  $a$  el número de articulaciones simples. En este caso  $n$  vale 2 y  $a$  vale 6, entonces  $h$  es igual a 0 (cero), es decir que es isostática, pero esta condición es necesaria, pero no suficiente, para estar seguro es necesario hacer el análisis cinemático, teniendo en cuenta la unión de dos o tres discos, analicemos:

-La columna empotrada + la tierra forman un sólo disco (I)

-Este disco (I) se une la otra columna (II) mediante tres ligaduras que son: las dos vigas y el apoyo móvil (ligadura), cuya línea de acción pasa por las otras dos articulaciones, por lo tanto constituye un sistema crítico, lo cual no es admisible en una estructura. En este caso se empleó el análisis de dos discos los cuales deben unirse mediante tres ligaduras que no sean concurrentes ni paralelas entre si.

## Conclusiones

Se corroboró la necesidad de suplir esta dificultad de la forma más económica, sencilla y de fácil adquisición, lo más rápido posible, mediante la creación de un medio que diera respuesta a todos estos aspectos.

Se creó un juego didáctico llamado “Formación de Estructuras” compuesto por un conjunto de elementos de determinado material de recortería, que da respuesta a las exigencias planteadas.

Se valoró como positiva en un 95% la propuesta por parte de los profesores de la carrera de Construcción de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas “ Enrique José Varona” , se ha empleado en clases, quedando probada su efectividad y aplicación práctica con buenos resultados. Su ventaja radica en que además de utilizar el análisis cinemático y su representación gráfica, se visualiza, manipula, construye y experimenta la realidad del proceso de formación de las estructuras, hasta su conclusión, corroborando la teoría con la práctica.

## Referencias Bibliográficas

- Castro, F, 17demayo GRANMA (suplemento), Ciudad de La Habana, 25 de mayo de 1999, pp. 1-8
- Castro, M; Rodríguez, G. (1981).Sobre la metodología de la investigación económica. La Habana. Editorial de Ciencias Sociales. Cuba
- Darkov, K. (1982).Mecánica de la Construcción. La Habana. Editorial de Ciencia y Técnica. Cuba.
- González, A. (2004).Creatividad y métodos de indagación. La Habana. Editorial Pueblo y Educación.
- Gutiérrez, P. (1983).Reticulados Hiperestáticos Planos. La Habana: Editorial de Ciencia y Técnica.
- Legislación vigente sobre innovaciones y racionalizaciones. Tomo I. La Habana.Editorial Pueblo y Educación, CUBA. ANIR.

## Anexos



**Fig. 1** Unión de dos discos mediante tres ligaduras no concurrentes ni paralelas entre si y tres apoyos de articulación fija.



**Fig. 2** Unión de dos discos mediante tres ligaduras no concurrentes ni paralelas entre sí.



**Fig.3** Unión de tres discos (dos paneles y una plancha metálica) mediante seis ligaduras y cuatro apoyos de articulación fija.



**Fig. 4** Unión de tres discos (dos paneles y una plancha metálica) mediante seis ligaduras y cuatro apoyos de articulación fija, cuyas líneas de acción al interceptarse se encuentran en una misma línea recta y por lo tanto no constituye una estructura o sistema cinemáticamente invariable, sino un sistema crítico, equivalente a un mecanismo.



**Fig. 5** Unión de tres discos (tres paneles) mediante seis ligaduras cuyas líneas de acción no se interceptan en una misma línea recta, sino que forman un triángulo, por lo tanto constituyen una estructura o sistema cinemáticamente invariable.



**Fig. 6** Unión de dos discos mediante un apoyo de articulación fija (apoyo de la derecha) equivalente a dos ligaduras y un apoyo móvil (apoyo de la izquierda) equivalente a una ligadura



**Fig. 7** Arco triarticulado formado por dos semi arcos, articulados en el centro o clave y en sus extremos, mediante tres articulaciones fijas.



**Fig. 8** Arco triarticulado formado por dos vigas inclinadas, articuladas en el centro o clave y en sus extremos, mediante tres articulaciones fijas, similar al caso de la fig. 7.



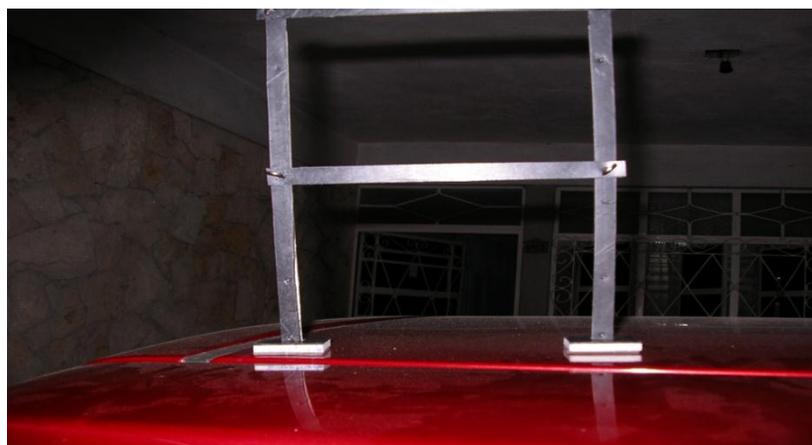
**Fig. 9** Unión de tres discos (dos paneles y una plancha metálica) mediante tres articulaciones fijas.



**Fig. 10** Armadura soportada por dos columnas empotradas en sus apoyos



**Fig. 11** Pórtico de una sola luz y un sólo nivel



**Fig. 12** Pórtico de una sola luz y dos niveles

### **Declaración de conflicto de interés y conflictos éticos**

Los autores declaramos que este manuscrito es original, no contiene elementos clasificados ni restringidos para su divulgación ni para la institución en la que se realizó y no han sido publicados con anterioridad, ni están siendo sometidos a la valoración de otra editorial.

Los autores somos responsables del contenido recogido en el artículo y en él no existen plagios, conflictos de interés ni éticos.

### **Contribuciones de los autores**

Juan Antonio Bernal Valdés: redacción del artículo, fundamentos teóricos, diseño de la metodología, diseño del artículo.

Mercedes Lina Wong Torres: fundamentos teóricos metodológicos, revisión de todo el contenido, tratamiento informático.