

## La transferencia en la resolución de problemas de vigas sujetas a cargas puntuales y distribuidas<sup>1</sup>

The transfer in the resolution of problems of beams subject to punctual and distributed loads

Jorge Flores<sup>2</sup>

David Anzules<sup>3</sup>

María Alcívar<sup>4</sup>

RECIBIDO – SEPTIEMBRE 2018 – ACEPTADO FEBRERO 2019 – PUBLICADO MARZO 2019

---

<sup>1</sup> Artículo original derivado de investigación TRANSFERENCIA EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS. Inicio 2017-2018

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Ciencias Básicas, [jrflores@utm.edu.ec](mailto:jrflores@utm.edu.ec) ORCID. <https://orcid.org/0000-0002-6238-3348>

<sup>3</sup> Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Ciencias Básicas, [danzules@utm.edu.ec](mailto:danzules@utm.edu.ec)

<sup>4</sup> Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Ciencias Básicas, [mgalcivar@utm.edu.ec](mailto:mgalcivar@utm.edu.ec)

---

## Resumen

**Introducción** El propósito de este estudio fue fomentar la transferencia de aprendizaje en el proceso de resolución de problemas de vigas estáticamente **Objetivo** determinar sometidas a cargas concentradas y distribuidas para mejorar el rendimiento. **Materiales Métodos** La edad de los estudiantes está comprendida entre 19 y 20 años. La unidad instruccional bajo estudio fue vigas sometidas a cargas concentradas y distribuidas, con una duración de 8 horas. Los instrumentos fueron la prueba de entrada y de salida, ellas contenían 4 problemas de desarrollo y eran iguales y tuvo una hora de duración cada una. **Resultados** Los estudiantes antes de entrar a la intervención ya tenían los conocimientos de la primera y segunda condición de equilibrio y lo habían aplicado a otros tipos de estructuras. **Conclusiones** Los participantes habían aprendido los centroides de figuras planas.

**Palabras clave:** Transferencia del aprendizaje, Estática. Vigas estáticamente determinadas. Rendimiento.

## Abstract

**Introduction** The purpose of this study was to encourage the transfer of learning in the process of solving problems of static beam targets to determine subject to concentrated and distributed loads to improve performance. **Materials Methods** The age of the students is between 19 and 20 years old. The instructional unit under study was beams subjected to concentrated and distributed loads, with a duration of 8 hours. The instruments were the entrance and exit tests, they contained 4 development problems and were equal and had an hour duration each. **Results** The students before entering the intervention had knowledge of the first and second equilibrium conditions and had applied it to other types of structures. **Conclusions** The participants had learned the centroids of flat figures.

Keywords: Transfer of learning, Static. Beams statically determined. Performance.

---

## 1. Introducción

La teoría instruccional de Robert Gagné considera en los nueve eventos instruccionales para la enseñanza de los resultados de aprendizaje lo siguiente: Acrecentar la retención y la transferencia (Gagné, 1985). Tomando en consideración este último aspecto, la transferencia del aprendizaje es utilizar el conocimiento previo cuando se está aprendiendo algo nuevo y la aplicación de ese aprendizaje tanto a situaciones similares como nuevas (Haskell, 2001). La transferencia del aprendizaje es de suma importancia en el proceso de resolución de problemas en general y en particular en el aprendizaje de la asignatura de Estática, ya que ella es el prerrequisito para algunas materias en las carreras de ingeniería.

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue fomentar la transferencia de aprendizaje en el proceso de resolución de problemas de vigas estáticamente determinadas sometidas a cargas concentradas y distribuidas para mejorar el rendimiento de los estudiantes que están registrados en la asignatura de Estática ofrecida por una universidad pública ecuatoriana.

### 1.1 Resultados de aprendizaje

Los resultados del aprendizaje son las diferentes capacidades que los estudiantes pueden aprender durante el proceso de enseñanza. Estas capacidades se clasifican en: (1) Habilidades intelectuales. (2) Información verbal. (3) Estrategias cognitivas. (4) Habilidades motrices. (5) Actitudes. Las habilidades intelectuales permiten a los estudiantes interactuar con su entorno por medio de símbolos o conceptualizaciones. Ellas varían en nivel de complejidad y se clasifican en: discriminación, concepto concreto, concepto definido, regla y resolución de problemas. Además, cada una de ellas es el prerrequisito de la otra (Gagné y Driscoll, 1988). Por ejemplo, para calcular las reacciones en los apoyos de una viga simplemente apoyada bajo la acción de una carga concentrada, los estudiantes deben conocer cómo aplicar la primera y segunda condición de equilibrio.

### 1.2 Eventos de la instrucción

Los eventos instruccionales son clases de eventos que toman lugar en una situación de aprendizaje, y en donde cada evento actúa para proveer las condiciones externas del aprendizaje. Ellos están fundamentados en tres principios que son: Proveer instrucción sobre un conjunto de tareas componentes que contribuyan a la tarea final; asegurarse de que cada tarea componente ha sido aprendida; y secuenciar las tareas componentes de tal manera que se pueda transferir a la tarea final (Bell, 1986). Estos eventos instruccionales deben planificarse para facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

Los eventos instruccionales son nueve y se presentan a continuación: (1) Lograr la atención. (2) Declarar el objetivo. (3) Recabar el conocimiento previo. (4) Presentar el contenido. (5) Proveer guía en el aprendizaje. (6) Obtener respuesta acerca del desempeño. (7) Proveer retroalimentación acerca del desempeño. (8) Evaluar el desempeño. (9) Acrecentar la retención y la transferencia. En este último, para fomentar la transferencia se requiere que los estudiantes resuelvan una gran variedad de problemas que enfrentaran en sus estudios posteriores y en la vida real (Aronson y Briggs, 1983).

### 1.3 Resolución de problemas

La resolución de problemas es la habilidad intelectual de más alto nivel y requiere de la información verbal, las estrategias cognitivas y de las otras habilidades intelectuales anteriormente nombradas. Las condiciones internas para resolver un problema requieren que los estudiantes recuperen la información verbal, las estrategias cognitivas y las otras habilidades intelectuales relevantes a la situación del problema. Se asume que estas capacidades se han enseñado con anterioridad. Las condiciones externas se refieren a las maneras en que los eventos instruccionales activan y apoyan los procesos internos de aprendizaje. En este caso presentar el problema a los estudiantes y ellos deben buscar la solución utilizando todo su conocimiento previo. De esta manera las habilidades intelectuales aprendidas se combinan para generar la solución (Gagné, Briggs y Wager, 1988).

Un problema parte especificando su estado inicial y su estado final. El estudiante encargado de buscar la solución deberá implementar en base a su conocimiento previo una secuencia de acciones para llegar al estado final señalado. Debido a la complejidad del problema se pueden presentar dificultades para encontrar el resultado de este. Por lo tanto, para resolver el problema es importante que el estudiante tome decisiones juiciosas que lo lleven a la meta (Reif, 2008). Por ejemplo, para determinar las reacciones en los apoyos de una viga simplemente apoyada bajo la acción de una carga concentrada inclinada, los estudiantes deben saber que en el apoyo fijo existe una reacción horizontal y una reacción vertical. En la figura 1 se muestra la secuencia de aprendizaje para la enseñanza de resolución de problemas de cuerpos rígidos sometidos a cargas concentradas y cargas distribuidas.

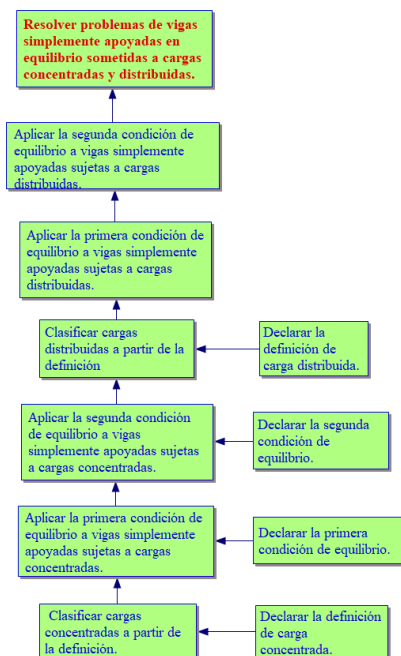


Figura 1. Secuencia del aprendizaje del proceso de resolución de problemas

### 1.4 Transferencia del aprendizaje.

La transferencia del aprendizaje es la habilidad para utilizar el conocimiento en un determinado dominio mas allá de lo que se ha aprendido (Smith y Ragan, 1991; Sousa, 2006).

En la transferencia del aprendizaje de un determinado contenido los prerrequisitos esenciales y las habilidades intelectuales propician la transferencia de dos maneras. Ellos contribuyen al aprendizaje de la próxima habilidad intelectual y ellas se pueden generalizar a otras situaciones. La transferencia del aprendizaje implica secuenciar los problemas para tomar ventaja de sus propiedades comunes. La transferencia es particularmente crítica en la resolución de problemas.

La transferencia del aprendizaje puede describirse como un continuo que va desde la transferencia cercana hasta la transferencia lejana. La transferencia cercana es la aplicación de lo aprendido a problemas similares en que se practicó. La transferencia lejana es la habilidad para aplicar lo aprendido de diferentes maneras y en situaciones que son diferentes en las cuales lo aprendido se practicó. En la transferencia cercana es importante que los estudiantes noten las características claves de una nueva situación que son similares a las características de situaciones similares que él ha aprendido (Sousa, 2006). También se distinguen dos tipos de transferencia: la transferencia positiva cuando el aprendizaje pasado ayuda al estudiante con el nuevo aprendizaje y la transferencia negativa cuando el aprendizaje pasado interfiere con el nuevo aprendizaje. En la Figura 2 se muestra el proceso de transferencia. Es importante aclarar que la transferencia depende del conocimiento y del contexto. En lo referente al caso de vigas estáticamente determinadas la variación en el conocimiento se produce cuando se cambia de carga concentrada a carga distribuida. La variación en contexto se produce cuando se utilizan diferentes tipos de apoyo (Pan y Agarwal, 2018).

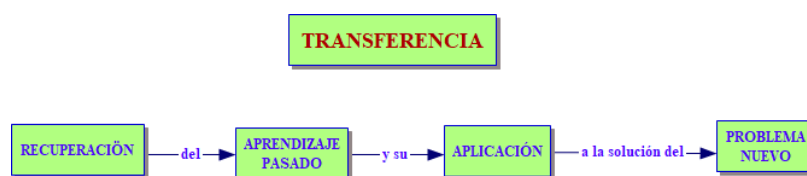


Figura 2. Proceso de transferencia

### 1.5 Hipótesis

Hipótesis de investigación: La media de la prueba de salida es mayor que la media de la prueba de entrada.

Hipótesis nula: La media de la prueba de salida es igual a la media de la prueba de entrada.

---

## 2. Materiales y Métodos

Participaron en este estudio 25 estudiantes que están tomando el curso de estática. La edad de los estudiantes está comprendida entre 19 y 20 años.

### 2.2 Tarea y materiales instruccionales

La unidad instruccional bajo estudio fue vigas estáticamente determinadas sometidas a cargas puntuales y distribuidas. con una duración de 8 horas. Los instrumentos fueron la prueba de entrada y de salida, ellas contenían 4 problemas de desarrollo y eran iguales y tuvo

---

una hora de duración cada una. Los textos utilizados fueron la Estática de F. Beer, E. Johnston y D. Mazurek y la Estática de R. Hibbeler.

### 2.3 Procedimiento general

Los estudiantes antes de entrar a la intervención ya tenían los conocimientos de la primera y segunda condición de equilibrio y lo habían aplicado a otros tipos de estructuras. Además, ya habían aprendido los centroides de figuras planas, El tema de las vigas simplemente apoyadas se omitió para considerarlo en este estudio. El procedimiento aplicado consistió en los siguientes pasos: (1) Administrar la prueba de entrada. (2) Aplicar la intervención. (3) Administrar la prueba de salida. La aplicación de la intervención tomo 8 horas de clase.

### 2.4 Procedimiento para aplicar la intervención

El procedimiento para aplicar la intervención se aplica a vigas estáticamente determinadas y es como sigue: (1) Presentar a los estudiantes el problema de una viga sometida a una carga concentrada vertical con sus apoyos en el plano horizontal. (2) Presentar a los estudiantes el problema de una viga sometida a varias cargas concentradas verticales con sus apoyos en el plano horizontal. (3) Presentar el problema de una viga sometida a una carga concentrada inclinada con sus apoyos en el plano horizontal. (4) Presentar un problema de una viga sometida a varias cargas concentradas verticales e inclinadas con sus apoyos en el plano horizontal. (5) Presentar a los estudiantes un problema de una viga sometida a carga concentrada vertical con uno de sus apoyos en el plano vertical. (6) Presentar a los estudiantes el problema de una viga sometido a una carga concentrada horizontal con uno de sus apoyos en el plano vertical. (6) La misma secuencia anterior, pero con una carga distribuida.

### 2.5 Análisis de datos

Para este estudio se aplicó la prueba t emparejada con un nivel de significación  $p < 0,05$ .

---

## 3. Resultados

### 3.1 Hipótesis

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la prueba de entrada y de salida administrada a los estudiantes para medir su desempeño.

Tabla 1. Datos estadísticos de la prueba de entrada y de salida.

Pruebas	Numero	Media	Desviación estándar
Prueba de Entrada	25	9,44	3,45
Prueba de Salida	25	31,24	4,28

La prueba t emparejada dio un valor de  $t = 49,16$  con  $df = 24$  y un valor  $p < 0,000$ . Por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula.

---

## 4. Discusión

Este estudio comprobó la hipótesis que los estudiantes que aprendieron a transferir el conocimiento previo en la resolución de problemas de vigas sometidas a cargas concentradas

---

y distribuidas en la asignatura de Estática tienen mejor rendimiento. Los resultados se deben en primer lugar a que los problemas se presentaron en una secuencia que aumentaba el nivel de dificultad (conocimiento y contexto). En segundo lugar, al uso de los nueve eventos instruccionales en la enseñanza de este material educativo.

La principal limitación de este estudio es que no utilizo grupo de control para comparar el efecto de la intervención y el número de estudiantes es pequeño. En la literatura científica no se ha encontrado la aplicación de la transferencia del aprendizaje en esta asignatura. Este estudio tiene más valor teórico que práctico y por lo tanto se recomienda su aplicación en el salón de clase.

---

### Referencias bibliográficas

- Aronson, D. & Briggs, L. (1983). Contributions of Gagné and Briggs to a prescriptive model of instruction. En C. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Bell, M. (1986). *Learning and instruction: Theory into practice*. New York, NY: Macmillan Publishing Company.
- Beer, F., Johnston, E. y Mazurek, D. (2013). *Mecánica vectorial para ingenieros: Estática*. México DF. México: McGraw Hill
- Gagné, R. (1985). *The conditions of learning*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Gagne, R., Briggs, L & Wager, W. (1988). *Principles of instructional design*. New York, NY: Holt Rinehart and Winston.
- Gagné, R. & Driscoll, M. (1988). *Essentials of learning for instruction*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Haskell, R. (2001). *Transfer of learning: cognition, instruction and reasoning*. San Diego, CA: Academic Press.
- Hibbeler, R. (2016). *Ingeniería mecánica: Estática*. México DF. México: Pearson.
- Pan, S & Agarwal, P. (2018). *Retrieval practice and transfer of learning: Fostering students' application of knowledge*. Descargado de <http://retrievalpractice.org>.
- Reif, F. (2008). *Applying cognitive science to education: Thinking and learning and other complex domains*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Smith, P. & Ragan, T. (1991). *Instructional design*. New York, NY, John Wiley & Sons, Inc.
- Sousa, D. (2006). *How de brain learns*. Thousand Oaks, CA: The Corwin Press.