

---

---

## Construcción del concepto de deformación uniforme en cuerpos sometidos a tensión

Gómez Huertas, Otto Leonardo<sup>1</sup>

**Categoría:** Trabajos de investigación (en proceso o concluidos)

**Línea de trabajo 1.** Relaciones entre investigación y enseñanza.

### Abstract

The National Pedagogical University technological design students' ideas on the concept of deformation bodies under stress are explored, Students believe that deformations of a body under stress are not uniform but differ depending on their location, so it tends to fracture in certain places, this reasoning is similar to that of Leonardo Da Vinci, at variance with the concept that are uniform deformation and rupture occurs anywhere.

**Key Words:** stress, strain, Da Vinci, Saint-Venant, inquiry based learning

### Resumen

Se exploran las ideas sobre el concepto de deformación en cuerpos sometidos a tensión que tienen los estudiantes de la Licenciatura de Diseño Tecnológico de la Universidad Pedagógica Nacional, pues se encontró que mas de la mitad piensan que las deformaciones de un hilo sometido a tensión no son uniformes, razonamiento semejante al de Leonardo Da Vinci lo cual discrepa con el concepto actual que las deformaciones son uniformes y la ruptura se presenta en cualquier parte.

**Palabras clave:** Deformación, tensión, Investigación dirigida, Da Vinci, Saint-Venant.

---

<sup>1</sup> IED Colombia Viva, Universidad Pedagógica Nacional, [ogomez@pedagogica.edu.co](mailto:ogomez@pedagogica.edu.co)

---

## Introducción

Mediante una encuesta acerca de algunas ideas sobre el concepto de deformación en cuerpos sometidos a tensión aplicada a un grupo de estudiantes de la Licenciatura de Diseño Tecnológico de la Universidad Pedagógica Nacional, se busca comparar su razonamiento con el empleado por Leonardo Da Vinci a principios del siglo XVI.

Los objetivos de este trabajo son: explorar algunas ideas de los estudiantes respecto al concepto de deformación en hilos sometidos a tensión; mostrar algunas ideas que utilizó Leonardo Da Vinci para estudiar hilos metálicos sometidos a tensión en el año 1500 D.C. y comparar las dos formas de pensar el fenómeno.

Esta trabajo se realizó con el curso de estructuras en el primer semestre de 2015 y hace parte de la investigación doctoral, que está realizando el autor, acerca del proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos de *esfuerzos y resistencia de materiales* que se lleva a cabo en El Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidades Pedagógica Nacional, Distrital Francisco José de Caldas y del Valle.

## Marco teórico

Para hacer el estudio es necesario establecer dos puntos de vista: el disciplinar y el pedagógico. Desde el primero se exponen: el concepto de deformación elástica, la suposición de Saint-Venant y el experimento de Leonardo Da Vinci. Desde el segundo se presenta el enfoque de investigación dirigida utilizado en el estudio de las deformaciones y la encuesta exploratoria de algunos conceptos en un grupo de estudiantes.

Usualmente se supone que los sólidos no se deforman, sin embargo, bajo la acción de fuerzas se deforman en un fenómeno conocido como *elasticidad* cuyo estudio permite relacionar las cargas aplicadas con las deformaciones resultantes (Hewitt, 1999). Experimentalmente Saint-Venant descubrió que barras de caucho sometidas a tensión presentan grandes deformaciones en los extremos mientras que el resto del cuerpo se deforma uniformemente (Hibbeler, 1998). Razón por la cual para las pruebas de tensión se utilizan las probetas cuyos

extremos tienen mayor diámetro que la zona en la que se van a estudiar las deformaciones.

Imagen 1: Probeta para tensión:

Tomada de <https://sites.google.com/site/tecnologiahindustrialmiguel/tema-8>

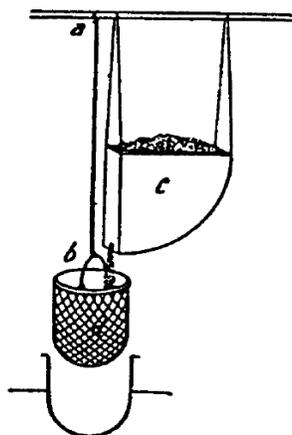


En 1500 Vinci estudió el esfuerzo de tensión, Timoshenko (1953) señala que suspendió una canasta de un hilo metálico, la llenó de arena y cuando se fracturó el hilo pesaba la arena, adicionalmente comentó que "la prueba se debe repetir varias veces ... se hace la prueba con un alambre de la mitad de la longitud previa, y se vuelve a repetir con la cuarta parte de la longitud inicial, tomando nota del esfuerzo último y la *localización de la fractura*" (Parsons,1939) .

La observación hizo pensar a Da Vinci que los materiales se deformarían mas en los extremos que en el centro razón por cuanto el sistema de sujeción de los hilos a la canasta era mediante el entorchamiento del alambre por la cual estableció que se tuviera en cuenta la localización de la fractura.

Imagen 2: Prueba de tensión hilo metálico realizada por Da Vinci.

Tomada de Parsons (1939).



---

De otra parte supuso que la resistencia depende de la longitud del hilo, motivo propone por el cual propuso iniciar con una longitud determinada que se variaría a la mitad, a la mitad de la mitad y así sucesivamente.

La conclusión de Da Vinci es que esfuerzo de ruptura es inversamente proporcional a la longitud del alambre, lo cual a la luz de los conocimientos actuales es errada. Lund & Byrne (2000) señalan que es probable que los alambres utilizados no hubieran tenido una elaboración uniforme, resultando que entre mas largo el alambre era mas fácil de fracturar por la presencia de mayor cantidad de desperfectos, también señalan que es posible que algunos materiales disminuyan su resistencia al aumentar su longitud como los aceros con que contienen fósforo.

El enfoque de investigación dirigida supone que los conocimientos científicos son diferentes de los cotidianos razón por la cual los alumnos deben aprender la cultura de la construcción del conocimiento científico mediante el uso del pensamiento científico. Por eso los estudiantes deben realizar tareas que, bajo la dirección del profesor, los sitúen en contextos similares a los que viven los científicos, emulando el proceso de construcción social de teorías y modelos, así los problemas son abiertos para los estudiantes, mientras que son cerrados para el profesor quien hace de director de la investigación.

Para profundizar en la exploración de los conceptos de deformación se realizó una encuesta de selección múltiple que se aplicó a cuarenta estudiantes de cursos de primero, tercero y noveno semestre de la Licenciatura de Diseño Tecnológico.

## **Metodología**

Para comenzar la investigación dirigida sobre la elasticidad de hilos sometidos a tensión se propuso la pregunta: ¿Es posible establecer una organización del tipo de deformación de los materiales?.

Luego para determinar la deformación por tensión sobre un hilo se utilizó una cuerda de nailon a la cual se amarró una botella plástica de 3 litros a la cual se le agregaron cantidades de agua previamente definidas, se trazaron tres sectores de 100 mm para medir sus deformaciones. Y se procedió a preguntar: ¿las deformaciones de los tres sectores serán iguales? Los estudiantes señalaron que la deformación era diferente en diferentes sitios del hilo.

---

Para profundizar en la exploración del pre-concepto de la deformación diferencial se realizó una encuesta de selección múltiple con cuatro distractores y una respuesta correcta.

(1) Si un hilo de nailon es sometido a tensión suspendiendo de él un dispositivo cuyo peso se puede variar. A medida que aumenta la carga el hilo se alarga. Si se mide la longitud elongada en tres partes diferentes: arriba cerca del soporte, en medio y abajo cerca de la carga ¿Las elongaciones serían iguales o diferentes?

(2) Si la carga que se aplica a un hilo cualquiera hace que se rompa o fracture. ¿En que lugar es mas probable que se rompa?

(3) Si un hilo se rompe o fractura cuando se le aplica una carga determinada, si se duplica la longitud del hilo ¿qué pasaría con la carga necesaria para romperlo o fracturarlo?

(4) Los cursos tomados por el encuestado como Física, Mecánica de materiales, Estática, Dinámica o Diseño de máquinas, para ver la correlación entre los cursos tomados y las respuestas de los estudiantes.

Para validar la encuesta se establecieron los índices de dificultad y de discriminación mediante el análisis de las respuestas (Backhoff. 2000).

### Resultados y análisis

Los informes sobre la experiencia de colocar cargas a un hilo suspendido de nailon se reflejan en el informe de deformaciones encontradas en los tres sectores propuestos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Deformación de sectores

Item	Carga [g]	Sector 1 [mm]	Sector 2 [mm]	Sector 3 [mm]
1	0	100	100	100
2	250	101	101	101
3	500	102	103	102
4	750	104	105	104
5	1000	106	106	106
6	1250	106	107	107

Item	Carga [g]	Sector 1 [mm]	Sector 2 [mm]	Sector 3 [mm]
7	1500	108	108.5	107.5(
8	1750	109	109.5	109.5
9	2000	109.5	110	110
10	2250	111	111	111
11	2500	112	112	112
12	2750	113	113	113
13	3000	113.5	113.5	113.5

Los estudiantes encontraron deformaciones diferentes en las tres secciones de 100 mm. En la décima medición se recalcó que el experimento era de tipo exploratorio que escribieran lo que veían y no aquello que les parecía que debía dar, por eso las medidas del 10 en adelante presentan longitudes iguales.

Se realizó el análisis de las respuestas se muestran en la Tabla 2 .

En la primera y la tercera pregunta discriminan muy bien y presentaron una dificultad mediana, corresponden a temas vistos en los cursos y sobre los cuales se habla explícitamente, mientras que la segunda pregunta está dirigida a descubrir que concepto se mantiene a pesar de la instrucción, puesto aunque es consecuencia de los conceptos aprendidos y no se enseña explícitamente.

Tabla 2. Determinación de índices por preguntas

Aspecto	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3
Dificultad	0,26	0,05	0,26
Discriminación	1	0,2	1

Los resultados de la encuesta.

Sobre la uniformidad de la elongación el 55% de las respuestas supone que el material presenta diferentes elongaciones. El 11% considera que se fractura en cualquier parte y el 89% señaló que la fractura tiene un lugar preferencial. En la relación de carga y longitud el 60% de las respuestas considera que se debe mantener la misma carga, el 9% que la carga debe disminuir y el 32% que la carga debe aumentar.

---

---

## Consideraciones finales

Más de la mitad de los estudiantes piensan que las deformaciones de un cuerpo sometido a tensión no son uniformes, misma suposición utilizada por Da Vinci para estudiar “hilos de hierro”.

Este hallazgo sugiere que la construcción del concepto sigue el mismo camino del renacimiento. Razón por la cual no se debe descalificar tal conjetura puesto que sirve como base para el estudio experimental de las deformaciones.

Llegar al concepto de “deformaciones uniformes y la ruptura en cualquier parte” tomó 300 años pues requirió de la exploración experimental de las grandes deformaciones en los extremos y la distribución uniforme de las mismas en el resto del cuerpo.

## Referencias Bibliográficas

- Backhoff, E., Larrazolo, N. y Rosas, M. (2000). *Nivel de dificultad y poder de discriminación del Examen de Habilidades y Conocimientos Básicos (EXHCOBA)*. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 2 (1). Consultado el 01-10-2015 en: <http://redie.uabc.mx/vol2no1/contenido-backhoff.html>
- Hewitt, P. (1999) *Física conceptual*, Mexico: Addison Wesley Longman.
- Hibbeler, R. (1998). *Mecánica de Materiales*, México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- Lund, J. & Byrne, J. (2000) Leonardo Da Vincis Tensile Streength test: implications for the discovery of engineering mechanics. Civil engineer and Enviromental systems, Vol, 00 pp 1-8, Nashville:University of California.
- Parsons, W(1939). *Engineers and Engineering in the Renaissance* en: Lund, J & Byrne, J. (2000) Leonardo Da Vincis Tensile Streength test: implications for the discovery of engineering mechanics. Civil engineer and Enviromental systems, Vol, 00 pp 1-8, Nashville:University of California.
- Timoshenko, S. (1953) *History of strength of materials*. York: The Maple press company.