

**MULTICIENCIAS**, Vol. 12, N° Extraordinario, 2012 (263 - 269)  
ISSN 1317-2255 / Dep. legal pp. 200002FA828

---

## Deficiencias en las ideas previas de los estudiantes de estática de la Facultad de Ingeniería de LUZ

**Liz Áñez, Daniela Reyes, Jorge Hernández, Evelyn Marín, Ana González y Francisco Marín**

*Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.*

[lanez@fing.luz.edu.ve](mailto:lanez@fing.luz.edu.ve), [dreyes@fing.luz.edu.ve](mailto:dreyes@fing.luz.edu.ve), [joahf@hotmail.com](mailto:joahf@hotmail.com),  
[evelyn.marin320@gmail.com](mailto:evelyn.marin320@gmail.com), [acongalez@fing.luz.edu.ve](mailto:acongalez@fing.luz.edu.ve), [fmarin@fing.luz.edu.ve](mailto:fmarin@fing.luz.edu.ve)

### Resumen

---

Las teorías constructivistas del aprendizaje enfatizan la necesidad de considerar las ideas previas del estudiante para la comprensión de nuevos conocimientos. Se atribuye el bajo rendimiento observado en los estudiantes de estática, particularmente en el primer parcial a deficiencias en los conocimientos previos. Para verificar esta afirmación se diseñó y aplicó un instrumento tipo prueba de conocimiento, para evaluar las habilidades cognitivas y procedimentales de los estudiantes que ingresan a estática. El cuestionario se aplicó a la totalidad de estudiantes de estática de la Facultad de Ingeniería de LUZ durante el primer período académico de 2011. El promedio general de aciertos está por debajo del 50%, lo cual confirma la hipótesis planteada. El área de conocimiento más crítica fue cálculo en la cual sólo se alcanzó un 28,6% de aciertos. Por su parte el mejor rendimiento se observó en vectores y álgebra, con valores muy cercanos al 50% de aciertos.

**Palabras clave:** ideas previas, estática, ingeniería.

# Low Performance in Previous Knowledge of Statistics Students in the School of Engineering at LUZ

## Abstract

Constructivist theories of learning emphasize the need to consider the previous ideas of students in order to facilitate the understanding of new knowledge. Low performance observed in statics students, especially on the first mid-term exam, is attributed to poor previous knowledge. To verify this statement, a knowledge test instrument was designed and applied to assess the cognitive and procedural skills of students entering statics. The questionnaire was applied to all statics students in the School of Engineering at LUZ during the first academic period of 2011. The general average of right answers was lower than 50%, which confirms the formulated hypothesis. The most critical field of knowledge was calculus, for which a mean of 28.6% right answers was achieved. The best performance was shown in vectors and algebra, with values close to 50% of right answers.

**Keywords:** previous, knowledge, statics, engineering.

## Introducción

Los modelos pedagógicos y corrientes modernas de pensamiento que están enmarcados dentro de la teoría constructivista del aprendizaje enfatizan, según Arboleda (2005), el papel activo del estudiante en la construcción de significados, la interacción social en el proceso de aprendizaje y la aplicación práctica del saber aprendido en la solución de problemas en contextos reales. En ingeniería, hablar de un aprendizaje constructivista se traduce principalmente en la aplicación práctica del saber para la solución de problemas en contextos reales, en este sentido el enfoque constructivista que mejor se ajusta es el de aprendizaje significativo de Ausubel (1976).

Según este enfoque el “aprendizaje significativo parte de categorías de representación de conceptos unitarios que el sujeto va asimilando de manera asociada hasta llegar a proposiciones lógicas en las que intervienen varios conceptos que se relacionan entre sí”, afirma Arboleda (2005:183). Es por ello que Díaz y Hernández (2002) consideran que las concepciones y conocimientos que ha adquirido previamente el estudiante (ideas previas), son claves para el aprendizaje al momento de integrarlas con las nuevas experiencias. Investigaciones como las de Mora y Herrera (2009) y Nava *et al.* (2008) revelan que esto es especialmente cierto en la enseñanza de la física y la ingeniería.

Estas teorías resaltan la importancia de considerar las ideas previas de los estudiantes en cada etapa de la formación del profesional. La instrucción programada que se esboza en el pensum de una carrera se fundamenta en el hecho de que se espera que en cada unidad curricular el estudiante vaya adquiriendo progresivamente competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales que le permitan interpretar su entorno y dar respuesta a situaciones problemáticas cada vez más complejas, asociadas con su profesión. Cada unidad curricular se concibe como un bloque donde deben darse las condiciones para que el estudiante desarrolle ciertas competencias deseables que en conjunto definen el perfil del ingeniero. Los contenidos y las estrategias instruccionales aplicadas en cada unidad curricular dependerán, por ende, de aquellas que la preceden y del resto de conocimientos previos adquiridos hasta ese momento.

Acosta (2010), Campanario y Otero (2000), Nava *et al.* (2008), Periago y Bohigas (2005) entre otros autores, han reportado muchos estudios que corroboran este planteamiento y que incluso han identificado las deficiencias en los conocimientos previos como una de las principales causas de bajo rendimiento. Tal es el caso del estudio de errores realizado por Colina (2006), en el cual se concluyó que el 96,9% de los errores cometidos por los estudiantes de Cálculo I en la Facultad de Ingeniería de LUZ corres-

pondrían a errores de tipo “conocimientos previos”. La unidad curricular de estática del Ciclo Básico de Ingeniería constituye una unidad clave en la formación básica de ingenieros de varias escuelas y no escapa al planteamiento mencionado.

De acuerdo con Beer *et al.* (2010), Riley y Sturges (2004) y Hibbeler (2004), la unidad curricular de estática contempla el estudio de los cuerpos rígidos sometidos a cargas en condiciones de equilibrio estático mediante la aplicación de las leyes de la mecánica clásica. En concordancia con Meriam (1999) esta unidad curricular busca desarrollar en una etapa temprana de la formación del ingeniero, la capacidad de análisis para resolver una gran variedad de problemas, por lo que se ve obligado a integrar conocimientos adquiridos en varias asignaturas previas.

La necesidad de conocer las ideas previas que tienen los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia al ingresar a estática se ha evidenciado en el bajo rendimiento que exhiben principalmente en las primeras evaluaciones. La Tabla 1 muestra el rendimiento estudiantil presentado entre los años 2009 y 2011.

A juicio de los profesores de la cátedra, este bajo rendimiento se debe principalmente a deficiencias en los conocimientos previos. Errores atribuibles a conocimientos y procedimientos que se supone el estudiante adquiere antes de cursar la asignatura se convierten en obstáculos en la resolución de problemas. Gran parte de estos errores se corrigen durante el curso de la asignatura, lo que explica la disminución del porcentaje de aplazados en la definitiva al compararlo con el obtenido en el primer parcial. Sin embargo, la presencia de deficiencias en los conocimientos previos no sólo limita el rendimiento general de los estudiantes, sino el alcance y profundidad de los nuevos conocimientos en el área de estática que estos pueden comprender.

Con el propósito de verificar y cuantificar esta afirmación, se decidió investigar la situación a través de la elabo-

ración y aplicación de un instrumento tipo prueba de conocimiento donde se evaluarán las habilidades cognitivas y procedimentales de los estudiantes que ingresan a estática. Tal instrumento fue concebido con el fin de identificar las áreas de conocimiento problemáticas, los errores más comunes cometidos y su causa probable. De este modo podría alcanzarse el objetivo de la presente investigación, a saber, verificar que existen deficiencias en las habilidades cognitivas y procedimentales de los estudiantes que ingresan a estática.

## Metodología

La investigación desarrollada es del tipo confirmatoria de verificación empírica con diseño transeccional contemporáneo, univariable de fuente mixta, según Hurtado (2010).

La problemática del bajo rendimiento en los estudiantes de estática, en particular en las primeras evaluaciones, se atribuyó a deficiencias en las ideas previas. La confirmación de esta hipótesis se abordó a través del diseño y aplicación de un instrumento que permite evaluar las habilidades cognitivas y procedimentales de los estudiantes que ingresan a la cátedra.

Como primera fase en la investigación se identificaron las áreas de conocimiento, sus dimensiones y los indicadores que se abordan en la prueba de conocimiento. La estructura de contenidos considerados se propone basándose en el contenido de las asignaturas que preceden a estática en cada pensum de las diferentes escuelas de ingeniería y a partir de la experiencia de los profesores de la cátedra que conforman el grupo de investigación.

En la segunda fase de la investigación, se diseñó la prueba de conocimiento tipo cuestionario con preguntas de selección simple, con cinco opciones, donde se proponen ejercicios cuya solución acertada indicaría que el estudiante domina la habilidad del indicador que se quiere

Tabla 1. Rendimiento de los estudiantes de estática de la Facultad de Ingeniería de LUZ.

Período	Inscritos	1er Parcial				Definitiva			
		Aprobados		Aplazados		Aprobados		Aplazados	
1-2009	222	140	63,1%	82	36,9%	164	73,9%	58	26,1%
2-2009	195	108	55,4%	87	44,6%	138	70,8%	57	29,2%
1-2010	237	87	36,7%	150	63,3%	149	62,9%	88	37,1%
2-2010	208	68	32,7%	140	67,3%	143	68,7%	65	31,3%
1-2011	184	86	46,7%	98	53,3%	123	66,8%	61	33,2%
2-2011	185	64	34,6%	121	65,4%	118	63,8%	67	36,2%

Fuente: Elaboración propia (2012).

medir. Según Sampieri (2010), este tipo de preguntas elimina la ambigüedad en las respuestas, disminuye el tiempo de aplicación, facilita la evaluación objetiva y el análisis cuantitativo de los resultados. Este instrumento fue validado por tres profesores expertos en la enseñanza de la estática, con más de 20 años de experiencia.

La prueba se aplicó a la totalidad de la población de estudiantes de estática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia durante el primer período académico de 2011. El tratamiento de los resultados se hizo aplicando prueba de hipótesis y estadística descriptiva.

## Discusión de resultados

En la cátedra de estática se integran significados y procedimientos de varias áreas del conocimiento para resolver un problema físico o de ingeniería. A partir de la experiencia de los profesores de la cátedra y el contenido de las materias que la preceden en cada uno de los pensum se establecieron las áreas de conocimiento, dimensiones e indicadores que se consideran nucleares para el ingreso a estática. La Tabla 2 muestra la estructura de los indicadores propuestos y el número de ítem correspondiente en la prueba.

La prueba de conocimiento se diseñó con preguntas de selección simple con cinco alternativas, teniendo como

fundamento ejercicios característicos utilizados por autores como Baldor (1997), Leithold (1998), Lehmann (1989) y Serway (2008) en la enseñanza de las áreas de conocimiento abordadas: álgebra, cálculo, geometría y física respectivamente. Las opciones incorrectas de respuesta no fueron planteadas al azar, sino que se incluyeron entre las alternativas algunas que corresponden a los errores comunes que por experiencia se sabe que el estudiante comete. Esto permite evaluar la naturaleza de los errores más comunes cometidos así como ideas previas mal concebidas que deben erradicarse durante el aprendizaje de estática. Los resultados obtenidos son mostrados en la Tabla 3.

Para poder generalizar las conclusiones que se derivan de la aplicación de la estadística descriptiva e inferencial a estos resultados, se decidió trabajar con la media de 10/20 puntos (50% aciertos) como referencia para considerar “satisfactorio” el nivel de conocimientos previos del estudiante.

Desde el punto de vista descriptivo, una comparación simple de la media obtenida en la prueba ( $\bar{X} = 9,1$  pts.) con la referencia, deja ver que el promedio de las ideas previas de los estudiantes que ingresan a estática es “no satisfactorio”.

Desde el punto de vista inferencial, como sugieren Montgomery y Runger (1996), se aplicó una prueba de hi-

Tabla 2. Dimensiones e indicadores de las áreas de conocimiento que conforman las ideas previas de estática.

Área de conocimiento	Dimensión	Indicador	Ítem	
Matemática	Álgebra	Ecuaciones lineales	Resuelve sistemas de ecuaciones lineales.	7
		Cálculo	Polinomios	Interpreta gráficamente el concepto de derivada.
			Resuelve integrales de polinomios.	15
	Geometría		Funciones trigonométricas	Utiliza correctamente las funciones trigonométricas.
		Utiliza correctamente las funciones trigonométricas inversas.		10
		Utiliza correctamente la ley del seno.		9
		Áreas y volúmenes regulares	Determina volúmenes de cuerpos de sección transversal constante.	13
		Geometría plana	Identifica ángulos congruentes entre paralelas.	11
	Geometría analítica	Determina la ecuación de una recta a partir de su gráfica.	12	
	Física	Vectores	Vector unitario	Determina vectores unitarios.
Descomposición de vectores			Identifica gráficamente componentes de vectores en el espacio.	1
			Descompone vectores en el espacio.	2
Operaciones con vectores		Determina sumas y diferencias entre vectores.	4	
		Resuelve producto vectorial.	5	
		Resuelve producto escalar entre vectores.	6	
		Dinámica	Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)	Realiza diagramas de cuerpo libre.
Momento	Aplica la definición de momento de una fuerza en el plano.		17	

Fuente: Elaboración propia (2012).

pótesis para confirmar el planteamiento según el cual se atribuye el bajo rendimiento en el primer parcial de estática a deficiencias en las ideas previas.

- $H_0: \mu \geq 10$  puntos
- $H_a: \mu < 10$  puntos

Con un nivel de significancia de 0.01 ( $\alpha = 99\%$ ) se rechaza la hipótesis nula y se concluye que efectivamente el nivel de los conocimientos previos de los estudiantes que ingresan a estática es “no satisfactorio”.

Un análisis descriptivo más detallado de los resultados permitió identificar las áreas y dimensiones críticas. La Figura 1 muestra el porcentaje de respuestas correctas obtenidas por área de conocimiento. Puede observarse que el promedio general de aciertos tanto en matemática como en física está por debajo del 50%, siendo cálculo el sub-área más crítica con un 28,6% de respuestas correctas. Por su parte el mejor rendimiento se observó en vectores y álgebra con valores muy cercano al 50% de aciertos.

Las Figuras 2 y 3 muestran con mayor detalle, por indicador, los resultados obtenidos según la dimensión a la que pertenecen.

Destacan, por los bajos porcentaje observados, las deficiencias en: la interpretación gráfica del concepto de derivada (10,4%), aplicación de la ley del seno (33,5%), determinación de vectores unitarios a partir de sus coordenadas gráficas (34,9%), descomposición de vectores en el espacio a través de sus proyecciones ortogonales (27,8%) y la aplicación de la definición de momento de una fuerza respecto a un punto en el plano (27,8%).

Un análisis de la tendencia de las respuestas incorrectas permitió inferir aspectos interesantes:

Tabla 3. Resultados de la aplicación de la prueba de conocimiento.

Tamaño de la muestra	n = 212
Calificación media	$\bar{X} = 9,1 / 20$ puntos.
Desviación estándar	S = 3,856

Fuente: Elaboración propia (2012).

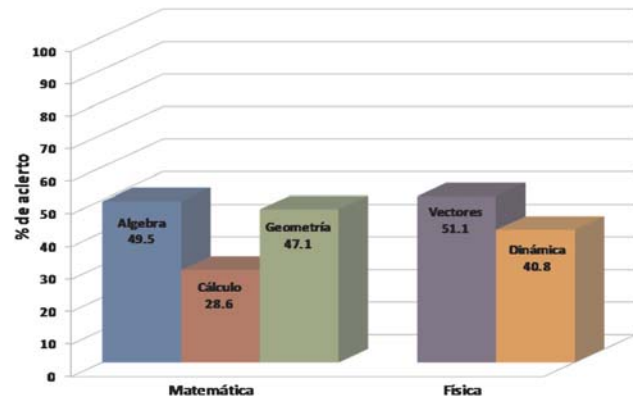


Figura 1. Porcentaje de respuestas correctas obtenidas por área de conocimiento. Fuente: Elaboración propia (2012).

- Los estudiantes tienden a identificar las componentes de un vector en el espacio en función del octante en el cual se encuentra representado en la figura y no en función del sentido del vector (ítem 2).
- Con frecuencia los estudiantes manifiestan deficiencias al realizar despejes lo que los conduce a escoger una respuesta incorrecta aun cuando tienen nocio-

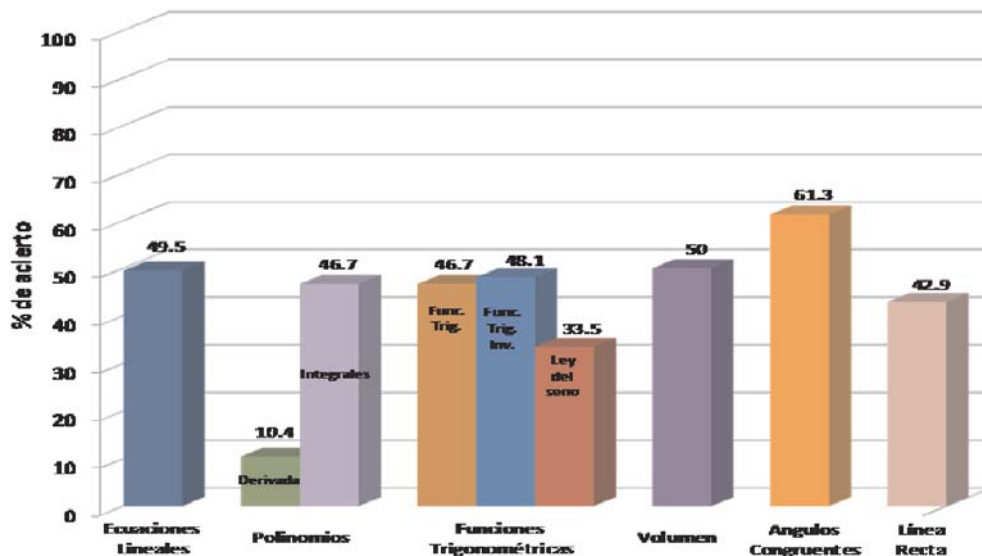
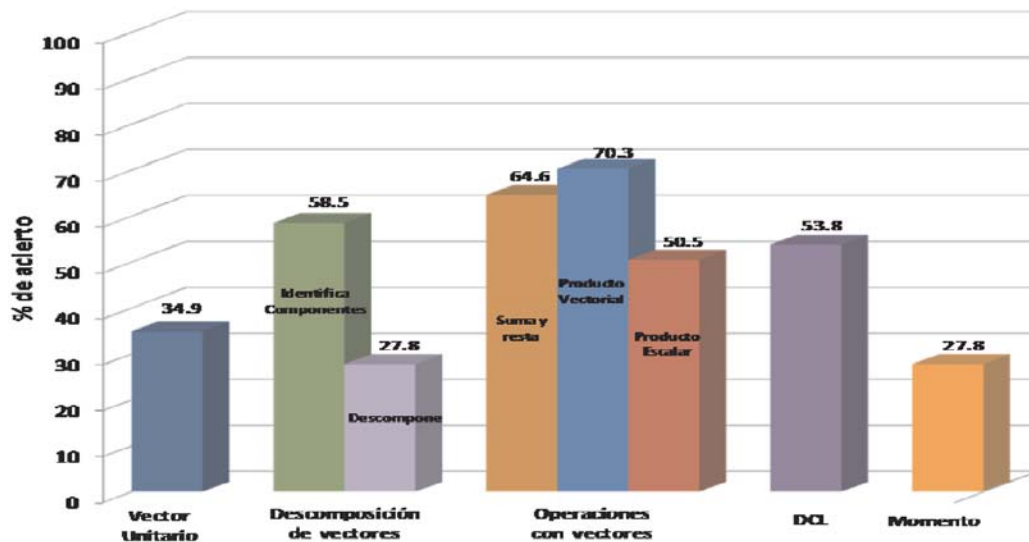


Figura 2. Porcentaje de respuestas correctas obtenidas para cada indicador, agrupados por dimensión para el área de Matemática. Fuente: Elaboración propia (2012).





**Figura 3.** Porcentaje de respuestas correctas obtenidas para cada indicador, agrupados por dimensión para el área de Física. Fuente: Elaboración propia (2012).

nes correctas de lo que se está preguntando, hecho que se observa en el caso particular de la ley del seno (ítem 8).

- En la interpretación de gráficas los estudiantes evidencian grandes deficiencias; en la mayoría de los casos no logran captar las variables cuya relación se está representando (ítem 14).
- La confusión en la definición de momento de una fuerza en el plano se debe a que el estudiante se acostumbra a ver el momento como una cantidad física escalar, fuerza\*distancia ( $M = F*d$ ) y no como el resultado de un producto vectorial ( $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ ) (ítem 17).

## Consideraciones finales

Los resultados obtenidos sugieren que deben tomarse medidas correctivas en las estrategias instruccionales utilizadas en las cátedras de Física, Cálculo, Álgebra y Geometría para evitar que los estudiantes sigan manifestando las deficiencias señaladas que hasta ahora constituyen un obstáculo en el aprendizaje de la estática. Así mismo, el uso de estrategias complementarias en el dictado de estática como las TIC y b-learning, entre otras, pudieran contribuir a salvar las deficiencias encontradas en las ideas previas de los estudiantes que ingresan a la cátedra.

## Referencias

ACOSTA, Morella (2010). Los organizadores previos: Una estrategia de enseñanza para el logro de un aprendizaje significativo. *Revista de la Fac. Ing. UCV*. Vol. 25 (3):7-15.

- ARBOLEDA, Nestor (2005). *Abc de la Educación Virtual y a Distancia*. Editorial Filigrana. Bogotá-Colombia. p.p. 322.
- AUSUBEL, David (1976). *Psicología Educativa*. D.F. Trillas. México. p.p. 623.
- BALDOR, Aurelio (1997). *Álgebra*. Publicaciones Cultural. México p.p. 574.
- BEER, Ferdinand; JOHNSTON, Russell; MAZUREK, David; EISENBERG, Elliot (2010). *Mecánica Vectorial para Ingenieros. Estática*. Novena edición. McGraw Hill. México. p.p. 625.
- CAMPANARIO, Juan; OTERO, José (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 18 (3):155-169.
- COLINA, Pedro (2006). Errores propios del aprendizaje de los alumnos cursantes de la asignatura de Cálculo I. Trabajo de Grado de Maestría. Universidad del Zulia. Maracaibo. p.p. 144.
- DÍAZ BARRIGA, Frida; HERNÁNDEZ, Gerardo (2002). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. Un enfoque constructivista*. Mc Graw Hill. México. p.p. 465.
- HIBBELER, Russel (2004). *Mecánica Vectorial para Ingenieros. Estática*. Décima edición. Pearson Educación, Prentice Hall. México. p.p. 656.
- HURTADO, Jaqueline (2010). *El Proyecto de Investigación. Comprensión holística de la metodología y la investigación*. Sexta edición. Quirón Ediciones. Venezuela. p.p. 184.
- LEHMANN, Charles (1989). *Geometría Analítica*. Editorial LIMUSA. México p.p. 494.
- LEITHOLD, Louis (1998). *El Cálculo*. Séptima edición. Oxford University Press. México p.p. 196.
- MERIAM, James (1999). *Mecánica para Ingenieros. Estática*. Edit. Reverté. España. p.p.435.

- MONTGOMERY, Douglas; RUNGER, George (1996). **Probabilidad y Estadística aplicada a la Ingeniería**, Primera edición. McGraw Hill, México p.p. 486.
- MORA, Cesar; HERRERA, Diana (2009). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. **Lat. Am. J. Phys. Educ.** Vol.3 (1):72-86.
- NAVA, M.; ARRIETA, X.; Flores, M. (2008). Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios. Consideraciones para su superación. **Telos, Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales URBE.** Vol. 10 (2):308-323.
- PERIAGO, María; BOHIGAS, Xavier (2005). Persistencia de las ideas previas sobre potencial eléctrico, intensidad de corriente y ley de Ohm en los estudiantes de segundo curso de Ingeniería. **Revista Electrónica de Investigación Educativa.** Vol. 7 (20) p.p. 23. (Documento en línea). Disponible en: <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-periago.html> (Consulta: 2013, marzo 4).
- RILEY, William; STURGES, Leroy (2004). **Ingeniería Mecánica Estática**. Edit. Reverté. España. p.p. 616.
- SAMPIERI, R.; HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. (2010). **Metodología de la Investigación**. Quinta edición. McGraw Hill. Chile. p.p. 613.
- SERWAY, Raymond (2008). **Física para Ciencias e Ingeniería**. Vol. 1. Séptima edición. Cengage Learning Editores. México. p.p. 640.
-