

Aplicaciones de leyes y conceptos físicos en la carrera de Ingeniería Forestal.

Applications of laws and physical concepts in the career of Forest Engineering.

Autores: MSc. Pedro A. Delisle-Ybonet, Lic. Juan G. Brooks-Jarrosay

Organismo: Facultad Agroforestal (FAF), Universidad Guantánamo, Cuba.

E-mail: cl8pdy@frcuba.co.cu

Telef. 21326542

Resumen.

La asignatura Mecánica y Física Molecular forma parte de la disciplina Física del primer semestre del segundo año de la carrera Ingeniería Forestal. Con el objetivo de hacer atractiva esta asignatura para los estudiantes, se procedió a establecer mayor vinculación de los contenidos de esta asignatura con aspectos que el futuro profesional aborda durante su carrera. Con la experiencia de los autores y sobre la base de las dificultades de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje, se reestructuró el diseño de la asignatura en lo que respecta a la preparación de las conferencias, clases prácticas y los temarios de evaluaciones parciales y finales. Como resultado, después de tres años de aplicación de este proceso, se comprobó no sólo un elevado interés de los estudiantes por la asignatura sino también, una mayor apropiación de los conocimientos físicos necesarios para el futuro ingeniero forestal, según las exigencias del plan de estudio.

Palabras clave: leyes y conceptos físicos; Ingeniería Forestal.

Abstract.

The Mechanical and Molecular Physics subject is part of the Physical discipline of the first semester of the second year of the career Forest Engineering. With the target to make this subject attractive for the students, it was proceeded to establish major link of the contents of this subject with aspects that the future professional tackles during its career. With the experience of the authors and on the base of the difficulties of the students during the learning process, there was restructured the design of the subject as for the preparation of the conferences, practical classes and the programmes of partial and final evaluations. As result, after two years of application of this process, verified not only one high interest of the students in the subject but also, a major appropriation of the physical knowledge necessary for the future forest engineer, according to the requirements of the plan of study.

Keywords: laws and physical concepts; Forest Engineering.

Introducción.

La ciencia Física en el contexto del proceso docente educativo del ingeniero forestal, constituye una disciplina básica que contribuye a la formación de una concepción científica del mundo, pero además ofrece los fundamentos teóricos (leyes, teorías, conceptos, principios) que explican los procesos y fenómenos del cuadro físico del mundo y que permiten la solución de problemas presentes en el campo de acción y esfera de actuación de este especialista haciéndolo competente para su desempeño, (manejo forestal sostenible) tanto en el ámbito nacional como extranjero. El contenido y los métodos de la ciencia permiten contribuir a la formación de valores así como lograr desarrollo personal del futuro profesional para desarrollarse plenamente. Por otra parte, la Física ofrece contenidos que permiten al estudiante comprender y explicar fenómenos y procesos que estudian en Disciplinas y asignaturas como: Fisiología Vegetal, Tecnología de la Madera, Teledetección, Suelos, y con otras asignaturas como Química y Matemática le sirven de base para el desarrollo de su propio sistema de conocimientos.

La disciplina Física tiene marcada incidencia en el resto de las disciplinas del plan de estudio, ofreciendo a algunas, métodos de trabajo, contribuyendo a desarrollar lógicas del pensamiento para resolver problemas profesionales, así se puede referir su relación con: Ciencia del Suelo, Tecnología de la madera, Incendios Forestales, Mecanización Forestal, Dasometría o necesidad de aprendizaje del estudiante. Muchas veces, durante la impartición del contenido de Física, esto no es tenido en cuenta por los profesores y por ello resulta para los estudiantes un poco tediosa y aburrida la Física, lo cual atenta contra la consolidación de los conocimientos básicos que se necesita para esta carrera. Por todo lo anteriormente planteado, cuando se imparta la Física, es necesario que el profesor tenga en cuenta la relación que tiene esta asignatura con el resto de las mencionadas anteriormente.

El presente trabajo brinda a los docentes encargados de impartir la Física en esta carrera, un sistema de ejemplos donde se vinculen las leyes y conceptos físicos, con cuestiones concretas relacionadas con las actividades que desarrollará el futuro ingeniero forestal, de modo que durante el tiempo que reciba el contenido de la Física, le resulte lo más atractivo e interesante posible y al mismo tiempo, reconozca la importancia que tienen para su profesión.

Desarrollo.

Materiales y métodos

El estudio se realizó con estudiantes que transitaron por el segundo año de la carrera Ingeniería Forestal durante tres cursos consecutivos (2011-2012, 2012-2013 y 2013-2014). Para determinar el grado de interés por la asignatura se realizaron diagnósticos y entrevistas. Mediante el análisis y la síntesis se detectaron las mayores dificultades de los estudiantes en la asimilación de los conceptos y las leyes físicas, lo que permitió buscar ejemplos durante las conferencias, clases prácticas, y trabajos de laboratorio, donde el estudiante observara la aplicación de estos conceptos y leyes ante las actividades profesionales del futuro ingeniero, teniendo en cuenta la vinculación de la Física con otras asignaturas propias de la especialidad de ingeniería forestal.

Resultados del trabajo

I. LOS CONCEPTOS Y LEYES RELACIONADOS CON LA MECÁNICA

Durante el estudio del movimiento mecánico en la carrera de Ingeniería Forestal se trataron algunos conceptos fundamentales, como son: desplazamiento, velocidad, aceleración, fuerza (peso como caso particular de fuerza), trabajo, energía, etc. Para que los estudiantes desde la primera clase no perdieran el interés por la Física, Se estableció una estrecha vinculación no sólo entre estos conceptos, sino también con las leyes que tuvieron que aplicar para encontrar la solución de determinadas situaciones.

A continuación se presentan algunos ejemplos.

Concepto de velocidad y Leyes de Newton

Es uno de los primeros conceptos que se tratan en la primera **conferencia**, al referirse al movimiento mecánico de la partícula. Aquí se les señaló a los estudiantes que para eliminar el contenido de humedad en la madera recién cortada se emplea el **secado artificial**, y uno de los 4 factores físicos que se requieren para el aire de secado en una cámara de secado artificial es la **velocidad del aire de secado** que proporcionan los ventiladores insertados dentro de la cámara. Como a los estudiantes se les da en esta parte el concepto de **partícula** o **punto material**, se pudo aprovechar este ejemplo para decirles que aquí se puede considerar a cada molécula de aire como partículas o puntos materiales que se mueven a grandes velocidades y aceleraciones, cuyos valores instantáneos se determinan por las ecuaciones:

$$v = \frac{dx}{dt}$$
$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dx^2}{dt^2}$$

Durante el estudio del movimiento mecánico, se trataron las leyes de Newton y se aplicó en las **clases prácticas** la segunda ley para la solución de problemas. Aunque el texto básico orientado por el programa de estudio de la asignatura **Mecánica y Física Molecular** no posee ejemplos de problemas donde los estudiantes se familiaricen con la aplicabilidad de la segunda ley de Newton en situaciones concretas de las actividades específicas de esta carrera, se les preparó una **guía de estudio**, donde, además de orientarles que estudiaran los problemas muestra (resueltos) del texto básico, aparecen ejemplos de situaciones problemáticas típicas de la Ingeniería Forestal para ser resueltas aplicando tanto las leyes de Newton, como las ecuaciones que describen los movimientos rectilíneos y curvilíneos estudiados.

He aquí un ejemplo:

1. Durante el secado artificial de un lote de madera, se hizo circular 20 kg de aire caliente por la cámara de secado. Cada partícula de esa masa de aire recibió un impulso por parte del ventilador encargado de provocar la corriente de aire, donde en un momento dado estas partículas se movieron a lo largo de los tablonos de madera siguiendo una

trayectoria dada por $x = 5t^2 + 2$, donde x está expresada en metros (m) y t , en segundos (s). ¿Qué fuerza recibieron por parte del ventilador, las partículas del aire que sopla en la cámara en el instante en que transcurrieron 6 s, después del encendido el ventilador?

2.

<u>Datos</u>	<u>Solución</u>
$m = 20 \text{ kg}$	
$x = 5t^2 + 2$ m	$F = ma$, pero como $a = \frac{dx^2}{dt^2}$ m/s ²
$F = ?$, para $t = 6 \text{ s}$	Entonces:
	$F = m \frac{dx^2}{dt^2}$
	$F = 20 \text{ kg} \cdot \frac{d^2(5t^2 + 2)m / s^2}{dt^2} = 20 \text{ kg} \cdot \frac{d(10t)m / s^2}{dt} = 20 \text{ kg} \times 10 \text{ m} / s^2$
	$F = 200 \text{ kg} \cdot m / s^2$
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">$F = 200 \text{ N}$</div>

Se dejaron a los estudiantes, para el trabajo independiente situaciones problémicas, tales como la siguiente:

- Se necesita secar varios pies-tabla de roble fresco recién salido de la sierra con una masa de 300 kg y para transportarlos por un tramo rectilíneo desde el aserrío hasta la cámara de secado, se empleó un vagón de 100 kg, tirado por un tractor que le ejerce una fuerza de 500 N. El coeficiente de fricción entre las ruedas del vagón y la superficie es de 0.72
- a) ¿Con qué aceleración se movió el vagón cargado de roble?
- b) ¿Qué velocidad alcanzó el vagón a los 10 s de haber partido del reposo en el aserrío?
- c) ¿Qué distancia recorrió en ese instante?

Concepto de masa

Este concepto se introdujo en el momento en que se trató la **1^{ra} Ley de Newton**, donde se define la masa inercial y la masa gravitatoria, dejando claro que ambas son equivalentes. De modo que en una **práctica de laboratorio** los estudiantes tuvieron que determinar la densidad de algunos objetos, incluyendo algunos de madera, donde se determinaron la masa (**m**) de esos objetos (expresada en kg) de forma directa con una balanza.

Se planteó que no obstante, puede determinarse también esta masa de forma indirecta, partiendo del concepto de densidad ρ (expresada en kg/ m³):

$$\rho = \frac{m}{V},$$

De donde: $m = \rho V$

Aquí fue importante plantearle a los estudiantes que en la práctica forestal hay, generalmente, necesidad de conocer el volumen exacto de un árbol, donde se recurre a medición directa de todas las partes del árbol para su cubicación (*Medición de Volumen*). En la determinación del volumen de árboles, se quiere conocer principalmente diferentes tipos de surtidos:

- $V_t = \text{Volumen total}$ (Madera + Corteza + gajos).
- $V_t = \text{Volumen total}$ (Madera + Corteza + gajos).
- $V_f = \text{Volumen del fuste o tronco}$ (Madera + Corteza - Gajos).
- $V_{mf} = \text{Volumen de madera del fuste}$ (Volumen del fuste - Volumen de la corteza).
- $V_g = \text{Volumen de los gajos}$ (Volumen total - Volumen del fuste).
- $V_c = \text{Volumen comercial}$ (Volumen de madera + Corteza + Gajos que se Venden).

II. Conceptos y leyes relacionados con la electricidad

Concepto de corriente eléctrica y la Ley de Pouillet

Una vez dado el concepto de corriente eléctrica los estudiantes conocieron que para que un material conduzca la corriente eléctrica, necesita de portadores de carga libres y por tanto, se aprovechó la explicación para plantear que como la madera seca (anhídrida) no posee estos portadores de carga, ella es muy mala conductora de la corriente eléctrica; es decir, que posee una gran resistencia eléctrica dada por:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \text{ que es la llamada Ley de Pouillet}$$

Donde:

R es la resistencia eléctrica de la madera (expresada en Ohm, Ω).

L es largo de la muestra de madera.(dado en centímetro, cm).

S es el área de la sección transversal de la muestra (en cm^2)

ρ es la resistencia específica o resistividad de la madera (en $\Omega.\text{cm}$).

En estado seco, por su alta resistencia eléctrica, la madera es considerada como un material aislante muy bueno, lo que puede comprobarse al comparar su resistividad (ρ) con la de otros materiales aislantes (Tabla 1).

Tabla 1. Resistividad de algunos materiales aislantes.

MATERIALES	RESISTIVIDAD ($\Omega.\text{cm}$)
Madera anhídrida (seca)	1.6×10^{14}
Bakelita	2×10^5
Cuarzo	5×10^{18}
Porcelana	3×10^{14}
Mármol	1×10^5
Vidrio	5×10^{13}
Caucho	2×10^{15}

Fuente: Hutte, 1965

Durante las clases prácticas se resolvieron problemas donde se aplicó la Ley de Pouillet, conjuntamente con la Ley de Ohm, donde aparece la madera como material aislante.

En la conferencia sobre este tema, se citaron ejemplos de procesos industriales de la madera y aplicaciones en que la resistencia eléctrica de la madera es importante, estos ejemplos son los siguientes: postes para líneas, eléctricas de alto voltaje, herramientas de operarios y el calor para el fraguado de colas en productos de la madera por campos eléctricos de alta frecuencia. Los medidores de humedad de la madera utilizan la relación entre propiedades eléctricas y grado de humedad para estimar el contenido de humedad al instante de la medición.

Concepto de capacidad eléctrica

En este aspecto, después de introducir el concepto de capacidad eléctrica, se verificó que los estudiantes prestaron mayor atención en el análisis que se hace en la relación entre la carga Electric Q entre las placas de un condensador y la diferencia de potencial o tensión V aplicada a las placas, al plantearse que se puede variar esa relación cuando se introduce una pieza de madera, como dieléctrico, entre dichas placas (Fig. 1).



Fig. 1. Condensador con pieza de madera como dieléctrico.

Aquí se aprovechó para explicar que las moléculas del dieléctrico (la madera en este caso), tienden a ordenarse en el campo eléctrico para neutralizar las cargas de las placas u al mismo tiempo, se produce un nuevo flujo con la finalidad de compensar la alteración ocurrida por la colocación del dieléctrico.

III. Conceptos y leyes relacionados con la termodinámica

Concepto de temperatura

La temperatura, como medida del movimiento caótico de las partículas que conforman a un cuerpo (átomos y moléculas), es un concepto que puede vincularse mucho con las actividades forestales. Una vez introducido el concepto de temperatura cuando se trata el tema Termodinámica, pueden plantearse los siguientes ejemplos donde el estudiante valorará lo importante que es esta magnitud física:

- La temperatura del aire constituye uno de los elementos meteorológicos que ocurren en las plantas, etapas del desarrollo y el rendimiento de los cultivos, por cuanto influye considerablemente en diversos procesos fisiológicos que ocurren en las plantas. Por ejemplo, las altas temperaturas aumentan el crecimiento de las plantas, mientras que las bajas temperaturas retardan su crecimiento e incluso, pueden producir su muerte.

- Existe una estrecha relación entre la cubierta vegetal y la distribución de la temperatura en la capa de aire cerca del suelo. La superficie formada por la cubierta vegetal recibe la radiación solar de forma directa y difusa. La energía recibida por esta superficie (superficie activa) se consume en varios procesos fisiológicos como son la fotosíntesis, respiración, transpiración, calentamiento de la atmósfera y la emisión.
- La temperatura de la cubierta vegetal depende de la altura de las plantas, de la densidad foliar y de la inclinación de los rayos solares incidentes. Cuando la cubierta vegetal es baja, los rayos solares llegan con mayor facilidad a la superficie del suelo y elevan su temperatura.
- Las fluctuaciones de la temperatura influyen en diferentes procesos fisiológicos como son: la germinación, crecimiento del tallo, desarrollo floral, fructificación y el aumento de resistencia al frío. Así por ejemplo, necesita para desarrollarse una temperatura entre 26°C y 30°C t fructifica a una temperatura menor de 26.5°C .

Concepto de capacidad calorífica

Este es otro concepto que se presta para que el estudiante lo vincule con su carrera, pues debe entenderse que es la cantidad de calor que necesita la unidad de volumen o de masa del suelo, para elevar su temperatura en un grado. Aquí se aprovecha para plantear que la capacidad calorífica depende del tipo de suelo.

Sin embargo, la capacidad calorífica de la madera anhidra y sin corteza es prácticamente constante, dado que la composición de la madera no varía (compuesta por C= 50 %, H= 6.50 % y O= 53 %), donde normalmente se toma un valor medio igual a 4 500 kcal/kg.

Conclusiones.

- Se analizaron las dificultades de los estudiantes para la asimilación de la Física que se imparte en el segundo año de la carrera Ingeniería Forestal de la Universidad de Guantánamo.
- Se vincularon los contenidos de la asignatura con los aspectos que los estudiantes tratan en otras asignaturas de la carrera, según el plan de estudio.
- Se logró que los estudiantes prestaran mayor interés por la asignatura y con ello, se logró mejores resultados académicos.

Recomendaciones.

Aplicar al resto de las universidades del país la experiencia aquí expuesta para elevar la calidad de la enseñanza de la Física en la carrera Ingeniería Forestal.

Bibliografía.

- Colectivo de autores. (2013). *Tecnología de la madera*. Editorial Universitaria: Félix Varela. La Habana.
- Cuba. Ministerio de Educación. (2012). *Agronomía para estudiantes de politécnicos*. Enseñanza Técnica y Profesional.
- Grabovski, R.I. *Curso de Física para institutos agrícolas*, 5ta edición, tomo único, 766.

Hombre, Ciencia y Tecnología ISSN: 1028-0871 Vol. 21, No. 3, julio-septiembre pp.106-113, 2017

Halliday; R. Resnick y K. S. Krane. Física. (1998).volumen I, 4ta Edición. La Habana, tomo I, 688.

Hutte, I. (1965). *Manual del Ingeniero*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, t. I.

Fecha de recibido: 13 abr. 2017

Fecha de aprobado: 12 jun. 2017