

Temática: Impacto de la virtualización educativa en el desarrollo social
IV Taller Internacional de Impacto de las TIC en la Sociedad

Uso de las simulaciones interactivas PhET en la disciplina Física para Ingeniería Forestal

Use of PhET interactive simulations in the discipline Physics for Forest Engineering

Yudelkys Ponce Valdés ^{1*}, Yenima Martínez Castro ², Lissette Rodríguez Rivero ³, Ana Teresa Garriga González ⁴

¹ Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales, Universidad “José Martí Pérez”. Cmdte Fajardo s/n Olivos 1, Sancti Spíritus, Cuba. yponce@uniss.edu.cu

² Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales, Universidad “José Martí Pérez”. Cmdte Fajardo s/n Olivos 1, Sancti Spíritus, Cuba. yenima@uniss.edu.cu

³ Departamento de Física y Matemática, Universidad “José Martí Pérez”. Cmdte Fajardo s/n Olivos 1, Sancti Spíritus, Cuba. lrivero@uniss.edu.cu

⁴ Departamento de Física y Matemática, Universidad “José Martí Pérez”. Cmdte Fajardo s/n Olivos 1, Sancti Spíritus, Cuba. atgarriga@uniss.edu.cu

* Autor para correspondencia: yponce@uniss.edu.cu

Resumen

La sociedad necesita profesionales de todas las ramas, entre ellas, la Ingeniería Forestal se ocupa de la conservación y fomento de un recurso natural tan importante como la flora. En la formación de esos profesionales la disciplina Física es fundamental en la comprensión de fenómenos que resultan básicos para esta profesión y la adquisición de conocimientos científicos es esencial para un actuar eficiente. Si esto se logra con el uso de las tecnologías aporta una doble enseñanza en la formación del profesional. Las simulaciones interactivas poseen ventajas que la hacen un medio de enseñanza muy apropiado para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física. En aras de contribuir a la mejora de este proceso, este trabajo presenta una propuesta didáctica de inclusión de simulaciones interactivas en el programa de la disciplina Física para la carrera Ingeniería Forestal. Se muestra además un ejemplo de actividad desarrollada con simulaciones interactivas. La investigación se realiza bajo una metodología cuantitativa y tiene, entre otros, el mérito de elevar la motivación de los estudiantes por el estudio de los fenómenos físicos y como consecuencia una elevación en los niveles de aprendizaje de la asignatura que redundará en una mayor calidad del futuro graduado.

Palabras clave: Ingeniería Forestal, Física, Tecnología Educativa, Simulaciones

Abstract

Society needs for professionals of all branches; among them, Forest Engineering is in charge of the preservation and enhancement of a natural resource of utmost importance: flora. In the formation of these professionals the discipline Physics is vital in the comprehension of phenomena basic for this profession and the acquisition of scientific knowledge is essential for an efficient performance. If this is attained by using technologies, it provides a double formation to professionals. Interactive simulations have advantages that make them a very appropriate learning means for teaching and learning Physics. To contribute to this process, this paper presents a didactical proposal of including interactive simulations in the curriculum of Physics for Forest Engineering courses. It also shows an example of an activity developed with interactive simulations. This research follows a quantitative approach and has, among others, the merit of enhancing the students' motivation for studying physical phenomena and consequently, upgrading the learning levels of the subject, which results in a higher quality of future professionals.

Keywords: Forest Engineering, Physics, Educational technology, Simulations

Introducción

Dada la difícil situación ambiental actual, y la necesidad de un manejo sostenible de los recursos forestales en Cuba, se elaboró el Programa de Desarrollo Forestal, que incluye, entre otras prioridades, la capacitación como una acción fundamental. En este contexto, la carrera de Ingeniería Forestal tiene la responsabilidad de formar ingenieros capaces de resolver y enfrentar las disímiles situaciones que se les puedan presentar, tanto de orden productivo como de protección, conservación y fomento de los bosques en Cuba, durante el ejercicio de su profesión (Ministerio de Educación Superior [MES], 2018a).

Es una carrera territorial que se estudia solo en tres instituciones del país: Universidad de Pinar del Río, Universidad de Granma y Universidad de Sancti Spíritus (Uniss). Particularmente en la Uniss comenzó muy recientemente en la modalidad de curso regular diurno (a partir del curso 2014-2015), y prepara estudiantes de las provincias de Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spíritus y Ciego de Ávila.

Constituye para las Universidades un desafío multiplicar su papel como instituciones de conocimiento, aumentando la calidad, cantidad y pertinencia de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación para un desarrollo sostenible inclusivo. En estos propósitos se prevé el estímulo al aprendizaje autónomo y colaborativo de los estudiantes con mayor y mejor aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones. (Saborido, 2020, p.8)

En los colectivos de año desde el curso anterior se había analizado que el grupo poseía pobres hábitos de estudio y a pesar de los esfuerzos del claustro, los estudiantes demostraban insuficiente conocimiento del perfil profesional de su especialidad y poco interés en las actividades docentes. Por tanto, se enfatizaba en la necesidad de realizar acciones para estimular el aprendizaje de los estudiantes por su carrera desde cada asignatura.

En el contexto del proceso docente educativo del ingeniero forestal, la Física constituye una disciplina básica que contribuye a la formación de una concepción científica del mundo. 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 en pos de un manejo forestal sostenible (MES, 2018a).

Asimismo tiene estrecha relación con el modelo del profesional por la marcada incidencia en el resto de las disciplinas, ya que ofrece métodos de trabajo a algunas de ellas. Por otra parte, contribuye a desarrollar lógicas del pensamiento para resolver problemas profesionales; así se puede referir su relación con asignaturas como: Ciencia del Suelo, Tecnología de la madera, Incendios Forestales, Mecanización Forestal, Dasometría. En otros casos, 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 y Suelos (MES, 2018a).

Como disciplina, la Física forma parte del currículo de la carrera en segundo año. Tiene 100 horas clases (H/c), compartidas en dos asignaturas:

1. Mecánica y Física Molecular (50 H/c), que se imparte en el primer semestre.
2. Electromagnetismo (50 H/c), que se imparte en el segundo semestre.

Aunque es un hecho que no se debe renunciar a los experimentos tradicionales, para contribuir al proceso de enseñanza y aprendizaje (PEA) de la Física, en el contexto actual se debe ir mucho más allá. Se requiere garantizar la formación del pensamiento científico y reflexivo, así como el desarrollo de habilidades para la asimilación de la información, la construcción de conocimiento y la formación de personas críticas. Se requiere por tanto que docentes y estudiantes fortalezcan sus habilidades para el trabajo colaborativo, la capacidad de filtrar información, conocimiento que se quiere construir, el uso de lenguaje especializado, la destreza para asimilar nuevos procesos de comunicación en donde se garantice el aprendizaje con economía de tiempo, entre otros (Castiblanco y Vizcaíno, 2008).



Por otro lado, a nivel mundial es cada vez más amplio el uso de las TIC en la enseñanza de la Física (Hernández y Negre, 2016; Moreno, Angulo, Reducindo y Aguilar, 2018). En este sentido, autores como Carrera (2018) señalan que:

La potencialidad formativa de los recursos digitales experienciales basados en la recreación de todo tipo de situaciones, sucesos, escenarios y contextos a través de realidad virtual, simulaciones, realidad aumentada o videojuegos abre nuevas posibilidades a que se dé un aprendizaje más dinámico, activo donde los estudiantes son los protagonistas reales de la gestión y autorregulación de sus aprendizajes. (p. 2)

Dada las edades de los estudiantes, existe en ellos un marcado interés por el uso de las tecnologías actuales. Por todo ello, y dando respuesta a las recomendaciones del colectivo de año, al elaborar el programa de ambas asignaturas se concibió la inclusión de experimentos y demostraciones asistidos por tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). El presente trabajo se centra específicamente en el uso de simulaciones interactivas en las diferentes temáticas, específicamente simulaciones pertenecientes a “PhET Interactive Simulations” (PhET del inglés Physic Educational Technology), recurso de acceso libre sin fines de lucro resultado de un proyecto de la Universidad de Colorado, Estados Unidos.

Por tanto, el objetivo del presente trabajo es mostrar una propuesta didáctica del uso de simulaciones interactivas PhET en el programa de la disciplina Física para la carrera Ingeniería Forestal en diferentes tipos de clases como forma organizativa de la docencia.

Materiales y métodos

En el presente trabajo se describe la implementación de una propuesta didáctica para la disciplina Física que se realizó en el curso 2017-2018 con estudiantes de segundo año de dicha carrera. La matrícula de este grupo es de 16 estudiantes; de ellos, seis hembras y diez varones. Sus edades está comprendidas en entre 18 y 20 años.

Las simulaciones virtuales para la docencia

Varios autores han trabajado en el campo de las simulaciones en diferentes campos (Garizurieta, Muñoz, Otero y González, 2018; Cobo, 2009), entre ellos Cobo (2009) hace una sistematización muy acertada de diferentes definiciones

de las TIC para construir una definición abarcadora y actualizada. En el presente trabajo se asume entonces su definición de las TIC como dispositivos tecnológicos (hardware y software) que permiten editar, producir, almacenar, intercambiar y transmitir datos entre diferentes sistemas de información que cuentan con protocolos comunes. Estas aplicaciones, que integran medios de informática, telecomunicaciones y redes, posibilitan tanto la comunicación y colaboración interpersonal (persona a persona) como la multidireccional (uno a muchos o muchos a muchos). Estas herramientas desempeñan un papel sustantivo en la generación, intercambio, difusión, gestión y acceso al conocimiento.

La acelerada innovación e hibridación de las TIC, en diferentes formatos, ha incidido en diversos escenarios. Entre ellos destacan: las relaciones sociales, las estructuras organizacionales, los métodos de enseñanza y aprendizaje, las formas de expresión cultural, los modelos de negocios, las políticas públicas nacionales e internacionales, la producción científica (Investigación + Desarrollo), entre otros. En el contexto de las sociedades del conocimiento, estos medios pueden contribuir al desarrollo educativo, laboral, político, económico, al bienestar social, entre otros ámbitos de la vida diaria (Cobo, 2009).

Con el desarrollo de las TIC, han aparecido y se han perfeccionado las simulaciones virtuales. La simulación es una técnica que permite recrear situaciones o establecer la factibilidad de un experimento (Simulación, 2010). Además, como plantean Gisbert, Cela-Ranilla e Isus (2010), las simulaciones en entornos tecnológicos pueden constituir una estrategia capaz de generar situaciones de aprendizaje que den respuesta a las necesidades formativas en términos personales e institucionales.

Desde su concepto más amplio las simulaciones virtuales se han utilizado en numerosos campos y como resume Uparella (2007), ofrecen aportes importantes ya que:

- Pueden ser utilizadas para ayudar a pensar sobre un problema.
- Pueden aportar a la comunicación de ideas a otras personas.
- Tienen valor en el entrenamiento de personas para ejecutar tareas o entender nuevas ideas.
- Son herramientas para predecir el futuro de un sistema basado en información acerca del pasado y presente.
- Pueden ayudar a los científicos a conducir experimentos.
- Aportan mucho al entretenimiento.



Además de la simulación científica de carácter general, también existen algunos tipos de simulaciones educativas muy específicas como son la modelación animada de fenómenos o procesos y las experiencias de los laboratorios simuladas por ordenador. Una simulación o modelación animada consiste en la simulación de un proceso (físico, biológico, químico, tecnológico...) sin incluir parámetros cuantitativos que puedan ser introducidos o modificados por el usuario, de modo que el objetivo de este tipo de simulaciones consiste en mostrar desde un punto de vista gráfico o visual la evolución de un sistema (López-Ruiz, 2011).

A partir de la simulación, se logra visualizar un sistema físico, haciendo una conexión entre lo abstracto y la realidad. Las simulaciones generan un ambiente de aprendizaje interactivo, lo que permite a los estudiantes explorar la dinámica de un proceso (Simulación, 2010). Por tanto, las simulaciones interactivas ofrecen múltiples posibilidades en el contexto formativo, como medios de información, de comunicación y didácticos. Por esta razón, uno de sus usos fundamentales está en función del PEA de varias ciencias. Tal es el caso de la Física.

Al igual que en otros contextos, para el PEA de la Física, las simulaciones interactivas tienen algunas ventajas respecto a las soluciones analíticas, ya que permiten ensayar nuevos diseños y esquemas sin comprometer recursos adicionales de implementación. Permite además contrastar hipótesis acerca del comportamiento de un sistema y entender su funcionamiento. Es decir permiten responder a la pregunta: “¿Qué pasa si..., se cambia tal variable?” (Cataldi, Lage y Dominighini, 2013).

Las simulaciones han permitido desarrollar muchas aplicaciones educativas interesantes para el PEA de la Física, sobre todo a lo que se refiere al estudio de fenómenos dinámicos, sistemas en movimiento, dibujos de trayectorias, descripción vectorial de fenómenos físicos, descripción de campos de fuerza, formación de imágenes en óptica geométrica, fenómenos ondulatorios, comportamiento de las magnitudes en la Ley de Ohm, el movimiento de los planetas o el comportamiento de los fluidos, procesos atómicos y nucleares, entre otros.

Fundamentación de la propuesta

En los laboratorios de Física de la Uniss existen equipamiento y tecnologías cuyas potencialidades muchas veces no son aprovechadas y puestas en función del PEA. Se cuenta con el HPCI-1 y el IDES, que son dos laboratorios de Física asistidos por computadoras con diferentes sistemas de interface. Existen además un gran número de dispositivos



tecnológicos independientes que pueden ser de gran utilidad como elemento motivador en las clases. El uso de esos medios, combinados además con las simulaciones interactivas puede contribuir de manera positiva al mejor logro de los objetivos de la disciplina.

Una oportunidad al alcance de todos la brinda PhET Interactive Simulations (en <https://phet.colorado.edu/es/simulations>). Sin embargo no existen referencias anteriores al uso de este recurso en la Uniss. Esta plataforma interactiva de acceso abierto y gratuito es un recurso educacional sin fines de lucro resultado de un proyecto de la Universidad de Colorado en Boulder fundado en 2002 por el Premio Nobel Carl Wieman (PhET Interactive Simulations, s.f.).

Surgió a partir de la visión de Wieman de mejorar el modo en que se enseñan y se aprenden las ciencias. Su acrónimo proviene del hecho de que originalmente se concibió como tecnología para la enseñanza de la física (en inglés Physics Education Technology), pero muy pronto se expandió a otras disciplinas. Las simulaciones interactivas PhET se basan en investigación educativa extensiva e involucran a los estudiantes mediante un ambiente intuitivo y similar a un juego, en donde aprenden explorando y descubriendo. En la actualidad el proyecto diseña, desarrolla y pone al acceso de todos alrededor de 125 interacciones interactivas gratis para el uso educativo en los campos de la física, la química, la biología, la ciencia de la tierra y las matemáticas. Se han traducido a 65 idiomas diferentes incluidos el español, el chino, el alemán y el árabe (PhET Interactive Simulations, s.f.).

La clase es la más común de las formas organizativas del PEA. Sus objetivos son la adquisición de conocimientos, el desarrollo de habilidades y la formación de valores e intereses cognoscitivos y profesionales en los estudiantes, mediante la realización de actividades de carácter esencialmente académico (MES, 2018b).

Se clasifican sobre la base de los objetivos que se deben alcanzar y sus tipos principales son: la conferencia, la clase práctica, el seminario, la clase encuentro, la práctica de laboratorio y el taller. El profesor debe utilizar adecuadamente las posibilidades que brinda cada tipo de clase para contribuir al logro de los objetivos educativos formulados en el programa analítico de la asignatura y del año académico en que se desarrolla (MES, 2018b).

Como se expresó anteriormente, la disciplina Física se imparte en el segundo año de la carrera Ingeniería Forestal. Las Tablas 1 y 2 muestran el plan temático y dosificación de las asignaturas Mecánica y Física Molecular, y

Electromagnetismo. Los diferentes tipos de clase se representan como:

- C – Conferencias
- CP – Clases prácticas
- PL – Prácticas de Laboratorio.

Tabla 1. Plan temático de la asignatura Mecánica y Física Molecular para la carrera Ingeniería Forestal.

Temas	H/c	C	CP	PL	Prueba Parcial
Tema 1. Mecánica del punto material	28	10	14	4	2
Tema 2. Física Molecular	6	2	2	2	-
Tema 3. Fundamentos de termodinámica	16	4	6	4	2
Total	50	16	22	10	4

Tabla 2. Plan temático de la asignatura Electromagnetismo para la carrera Ingeniería Forestal.

Temas	H/c	C	CP	PL	Prueba Parcial
Tema 1. Electricidad y Magnetismo	8	2	6	-	-
Tema 2. Corriente eléctrica continua	6	2	2	2	-
Tema 3. Campo magnético	8	2	4	-	2
Tema 4. Inducción electromagnética	10	4	4	2	-
Tema 5. Óptica ondulatoria	10	2	4	2	2
Tema 6. Radiación del cuerpo negro	4	2	2	-	-
Tema 7. Efecto Fotoeléctrico	4	2	-	2	-
Total	50	16	22	8	4

Por ello, a partir de orientaciones del Plan de Estudios D, se realizó un estudio detallado del plan temático y dosificación de las asignaturas Mecánica y Física Molecular, y Electromagnetismo, sus diferentes contenidos, las condiciones prácticas de las aulas y los laboratorios y las características de los estudiantes. Se evidenció que muchos de sus contenidos permiten aprovechar las ventajas de las simulaciones virtuales PhET.

Para esta propuesta didáctica se tuvo en cuenta además que la actividad experimental en Física es esencial como parte



del PEA, aún más en la formación del profesional de carreras técnicas como lo es la Ingeniería Forestal. Dicha actividad experimental se materializa en los laboratorios en las CP y las PL. Sin embargo, el trabajo intencionado con el uso de las simulaciones interactivas y otros recursos (TIC y tradicionales), no se limitó sólo a estos tipos de clases (CP y PL), sino que en las propias conferencias también se realizaron otras variantes experimentales.

En la concepción de la propuesta también se consideró la posibilidad de llevar a cabo la mayor cantidad de clases posibles en el laboratorio, independientemente del tipo de clase que estuviera prevista, siempre que la planificación del mismo lo permitiera. El mero hecho de sacar a los estudiantes del espacio docente habitual, genera un comportamiento más aprehensivo y colaborador por parte de los estudiantes.

Como resultado de esos análisis, se realizó el diseño experimental de estas asignaturas incluyendo varias actividades con el uso de simulaciones interactivas PhET. Las Tablas 3 y 4 que aparecen como anexos del presente trabajo resumen las actividades docentes donde se desarrollaron variantes experimentales con el uso de las simulaciones interactivas PhET. Es importante aclarar que siempre que fue posible, las simulaciones se combinaron con medios tradicionales (p.ej. carritos, soportes, carrileras) para desarrollar en los estudiantes habilidades de comparación y síntesis.

Como se puede apreciar, un gran número de temáticas fueron trabajadas con las simulaciones interactivas PhET. Según la percepción de las autoras, ello contribuyó a aumentar el interés por la Física por parte de los estudiantes. Asimismo, al vincular los contenidos con disciplinas propias de la Ingeniería Forestal, muchas veces se generaron debates que indicaban un creciente interés por temas de otras asignaturas específicas de su carrera.

A continuación se muestra de manera resumida un ejemplo de actividad desarrollada con el uso de PhET. Se presentan imágenes que evidencian el formato sencillo pero agradable de este recurso, así como sus facilidades.

Ejemplo de simulación interactiva PhET

El ejemplo de simulación interactiva que se muestra a continuación se aplicó como demostración en el encuentro 23/24 del Tema 1 del primer semestre, en la temática: Medios continuos. Mecánica de los fluidos. Fluido Ideal. Tipos de flujos. Línea y tubo de corriente. Ecuación de continuidad. Ecuación de Bernoulli. Principio de Arquímedes.

El objetivo de la clase era interpretar el comportamiento de las magnitudes que caracterizan el estudio de los fluidos como conocimiento esencial para la formación profesional del ingeniero forestal. El objetivo de la actividad fue identificar las magnitudes que caracterizan el caudal de un fluido y cómo se comporta la presión en un fluido estático. En la Figura 1 se muestra una imagen que corresponde a un momento de la simulación corrida en PhET sin cambios introducidos a las magnitudes.

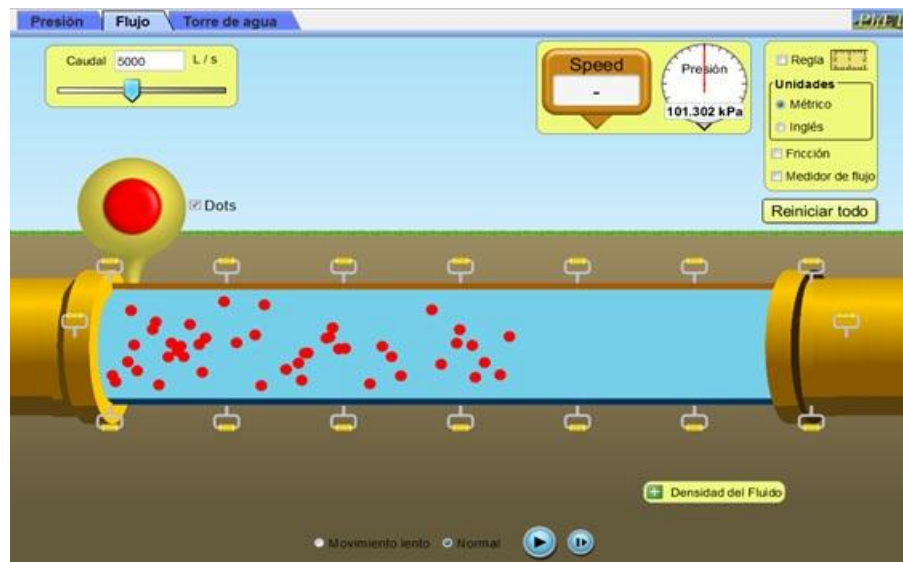


Figura 1. Imagen de simulación de fluido corrida en PhET sin cambios introducidos a las magnitudes. Fuente:

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow>

Posteriormente, se realizaron los ajustes de todos los parámetros para el estudio de la ecuación de continuidad:

$$m_{\text{inf}} = m_{\text{sup}} \quad (1)$$

$$m_1 = m_2 \quad (2)$$

$$\rho A_1 v_1 t_1 = \rho A_2 v_2 t_2 \quad (3)$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (4)$$

Y la ecuación de Bernoulli para un fluido ideal.

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 + P_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 + P_2 \quad (5)$$

La Figura 2 muestra la representación de cómo funciona el sistema luego de ajustar todos los parámetros para el estudio de la ecuación de continuidad. En ella se observó con claridad todas las mediciones que se pueden llevar a cabo para realizar los cálculos pertinentes con relación a estas ecuaciones.

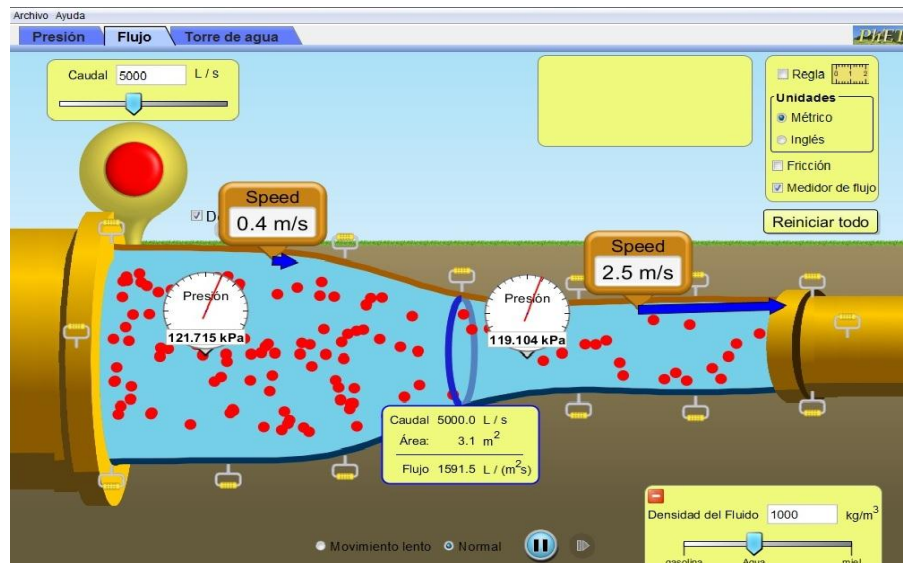


Figura 2. Imagen de simulación de fluido corrida en PhET luego de ajustar todos los parámetros para el estudio de la ecuación de continuidad. Fuente: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow>

Aunque anteriormente se ha mencionado la posibilidad que brindan las simulaciones de ensayar y representar procesos o fenómenos sin comprometer recursos adicionales de implementación, es importante hacer una observación sobre la factibilidad de utilizar este recurso para impartir contenidos relacionados con los fluidos en la Uniss. Este contenido es básico en la formación del ingeniero forestal y en la actualidad en los laboratorios de Física de la Uniss, no existen recursos (tuberías variables, flujómetros, ni otro tipo de equipamiento) que permitan al estudiante hacerse una representación de este fenómeno. Por tanto, sin el uso de las simulaciones, sólo puede impartirse el contenido mediante explicaciones teóricas y abstractas.

Resultados y discusión

En el grupo se aplicó una encuesta antes de comenzar la asignatura para conocer los usos que los estudiantes hacían de las TIC. En el diseño de la misma se trataron de clasificar los usos más frecuentes de las TIC por experiencia de los docentes y por entrevistas en cursos anteriores con estudiantes de ese año académico y carrera. La encuesta que a



continuación se describe en sus aspectos contempla usos de la tecnología como parte de la vida social (aspectos a y b) del estudiante, uso de actividades orientadas por el profesor (aspecto c) y usos espontáneos en función de la docencia que son adquiridos después de una motivación y entrenamiento en el uso de los mismos con estos fines.

ENCUESTA

Consigna: Esta encuesta es totalmente anónima y no tendrá influencia en ningún tipo de evaluación. Es parte de una investigación que lleva a cabo parte del claustro de profesores relacionada con el uso de las tecnologías.

Utilizo la tecnología para:

- a) ___ Comunicarme con familiares y amigos.
- b) ___ Buscar información deportiva y cultural.
- c) ___ Buscar tareas específicas que orientan los profesores.
- d) ___ Profundizar en algún contenido que recibí en clases porque tengo deficiencias.
- e) ___ Buscar contenidos que me sirvan en las clases, trabajos de investigación o prácticas de laboratorio aunque no se me oriente.
- f) Otros: _____

El uso de las simulaciones PhET permitió a los estudiantes poder realizar prácticas no solo en el laboratorio de Física, sino también en otras áreas del campus universitario con el uso de sus laptops y teléfonos inteligentes o en el laboratorio de informática. Además podían comprobar los resultados de otros ejercicios orientados en el aula, al introducir las condiciones iniciales y confrontar el resultado final. Se convirtió por tanto en una herramienta útil para profundizar en los temas estudiados y visualizar con mayor agudeza el fenómeno a estudiar.

Después de concluida la asignatura, conjuntamente con actividades realizadas en fin de semestre se aplicó una encuesta con preguntas similares variando su orden y redacción pero con el mismo sentido en los aspectos encuestados, haciendo coincidir en la tabulación y el análisis de los datos los aspectos (a, b, c, d y e) anteriores con sus correspondientes en la segunda encuesta. Los resultados se muestran en la gráfica de la Figura 3.

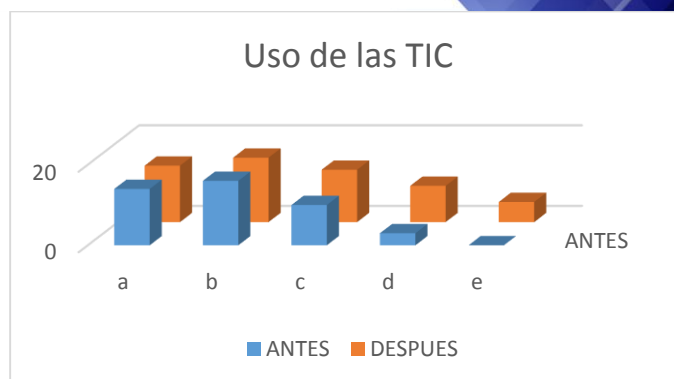


Figura 3. Resultados en los aspectos a, b, c, d y e (de la encuesta) antes de aplicar la propuesta y después de aplicada. Fuente: Propia

Como puede observarse en Figura 3 los estudiantes mantuvieron el uso de las TIC para asuntos no académicos (aspectos a y b), es notable el incremento del uso de éstas para resolver tareas orientadas por los docentes (aspecto c) y se hizo presente el uso espontáneo de las TIC en función de la docencia (aspectos d y e). Éstos últimos son los que demuestran el impacto que tuvo la propuesta didáctica en el PEA de la asignatura al incentivar procesos de autoaprendizaje a partir de la motivación y las competencias logradas en el uso de las TIC desde todas las formas de docencia.

Conclusiones

Las simulaciones interactivas PhET en los diferentes tipos de clase como formas organizativas de la docencia al impartir la disciplina Física para la carrera Ingeniería Forestal, constituyen medios de enseñanza muy útiles, en especial en la Uniss donde aún son insuficientes los recursos de laboratorio.

Dado que es un recurso disponible gratuito que puede ponerse en función de la Física, que es una ciencia fundamentalmente experimental, y que las nuevas generaciones muestran un marcado interés por las nuevas tecnologías, es recomendable la inclusión de las simulaciones interactivas PhET para contribuir al mejoramiento del PEA de la Física.

Su uso permite que los estudiantes fortalezcan sus habilidades para el trabajo colaborativo, la capacidad de filtrar información, el uso de lenguaje especializado y la destreza para asimilar nuevos procesos de comunicación con economía de tiempo.



Agradecimientos

No hubiese sido posible la investigación sin ser partícipes de los proyectos “La informatización de los procesos universitarios” y “El perfeccionamiento de la teoría pedagógica en función de la solución de los problemas educativos priorizados en la provincia de Sancti Spíritus: Alternativas para su solución”. Fue esencial también la colaboración de Neisy C. Rodríguez Morales, Jefa del departamento de Física y Matemática de la Uniss.

Referencias


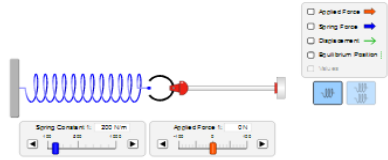
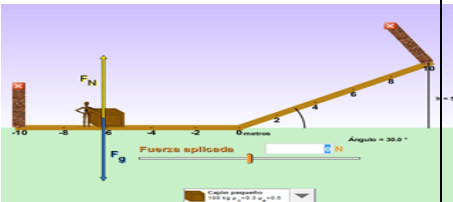
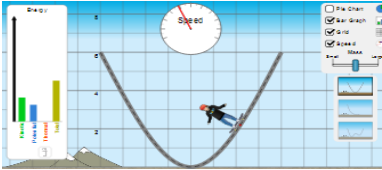
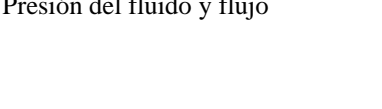
- Carrera Farran, X. (2018). Monográfico Congreso Edutec 2018. *EDUTEC*, (68), 1-3. Recuperado de <https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/1409>
- Castiblanco, O. L. y Vizcaíno, D. F. (2008). El uso de las TICs en la enseñanza de la Física. *Ingenio Libre*, (7), 20-26. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista7/articulos/El-uso-de-las-TICs.pdf>
- Cataldi, Z., Lage, F.J. y Dominighini, C. (2013). Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 10(17), 8-16. Recuperado de <http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/101017/A2mar2013.pdf>
- Cobo, C. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. *ZER-Revista de estudios de comunicación*, 14(27), 295-318. Recuperado de <https://www.ehu.es/ojs/index.php/Zer/article/view/2636/2182>
- Garizurieta Bernabé, J., Muñoz Martínez, A. Y., Otero Escobar, A. D. y González Benítez, R. A. (2018). Simuladores de negocios como herramienta de enseñanza-aprendizaje en la educación superior. *Apertura*, 10(2), 36-49. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v10n2.1381>
- Gisbert, M., Cela-Ranilla, J. M. e Isus, S. (2010). Las simulaciones en entornos TIC como herramienta para la formación en competencias transversales de los estudiantes universitarios. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(1), 352-370. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201014897015>



- Hernández Calzada, A. y Negre Bennasar, F. (2016). Diagnóstico de necesidades y uso de las TIC para la evaluación del aprendizaje de la Física en la Universidad en la Universidad de Ciencias Informáticas. *EDUTEC*, (55), 1-17. Recuperado de <https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec/article/view/619>
- López-Ruiz, M. Y. (2011). *La simulación como método de enseñanza*. Lima, Perú: Universidad Wiener. Escuela de Postgrado. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/52968262/LA-SIMULACION-COMO-METODO-DE-ENSENANZA>
- Ministerio de Educación Superior, Cuba. (2018a). Plan de Estudio “E”. Carrera Ingeniería Forestal. Recuperado de <https://www.mes.gob.cu/es/ingreso/carreras/ingenieria-forestal>
- Ministerio de Educación Superior, Cuba. (2018b). *Resolución No. 2 del 2018*. La Habana, Cuba. Recuperado de <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/resolucion-2-de-2018-de-ministerio-de-educacion-superior>
- Moreno Martínez, N., Angulo Villanueva, R. G., Reducindo Ruiz, I. y Aguilar Ponce, R. M. (2018). Enseñanza de la Física mediante *fislets* que incorporan mapas conceptuales híbridos. *Apertura*, 10(2), 20-35. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v10n2.1335>
- PhET Interactive Simulations. (s.f). *En Wikipedia*. Recuperado el 28 de abril de 2017 de https://en.wikipedia.org/wiki/PhET_Interactive_Simulations
- Saborido Loidi, J. R. (2020). Universidad y desarrollo sostenible. Visión desde Cuba. Discurso de apertura, *Congreso Internacional Universidad 2020*, La Habana, Cuba.
- Simulación (2010). *Centro Virtual de Técnicas Didácticas*. México: Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey. Recuperado de http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/simulacion.htm
- Uparella, J. (2007). *Simulación Virtual Interactiva. Aspectos teóricos para el desarrollo de Simulaciones de Nivel Virtual*. Cartagena D.T. y C., Colombia.

Anexos

Tabla 3. Actividades docentes donde se desarrollaron variantes experimentales con el uso de las simulaciones interactivas PhET en de la asignatura Mecánica y Física Molecular para la carrera Ingeniería Forestal

Encuentro	Temática	Objetivos	Simulaciones
1-2 Tema 1 C # 1 Demostración	Estudio del movimiento parabólico	Identificar las magnitudes que caracterizan el movimiento parabólico	Movimiento de un proyectil 
7-8 Tema 1 C # 2 Demostración	Tipos de fuerzas, ley de Hooke	Identificar los tipos de fuerzas y las características de la ley de Hooke	Fuerzas y movimiento/Ley de Hooke 
13- 14 Tema 1 PL# 2 Práctica de laboratorio	Estudio de la segunda ley del movimiento	Comprobar la segunda ley de Newton, usando simulaciones interactivas	Rampa, fuerzas y movimiento 
21-22 Tema 1 C # 4 Demostración	Trabajo, potencia y energía	Reconocer las energías cinéticas y potencial y su relación con la velocidad y la altura	Energía en la rampa de patinaje 
23- 24 Tema 1 C # 5 Demostración	Mecánica de los fluidos	Identificar las magnitudes que caracterizan el caudal de un fluido y cómo se	Presión del fluido y flujo 

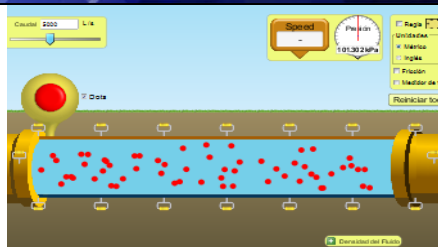

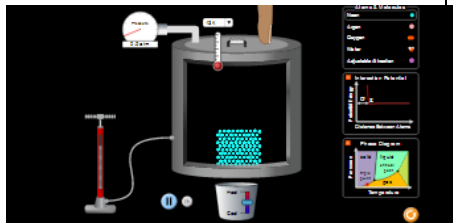
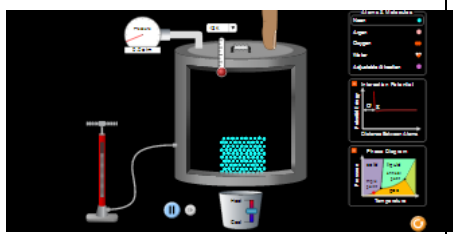
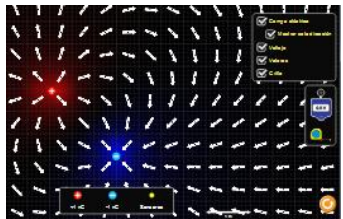
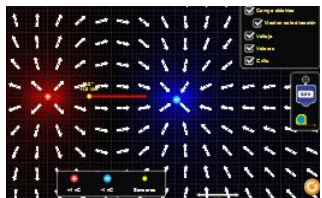
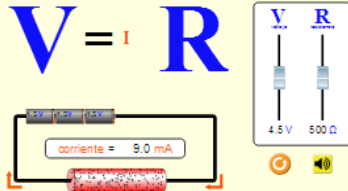
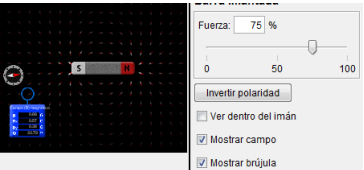
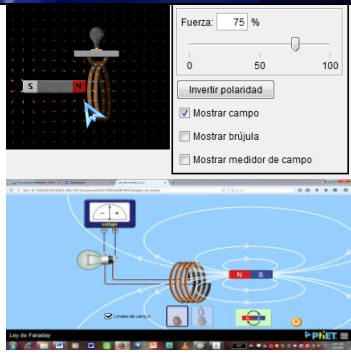
		comporta la presión en un fluido estático	
25-26 Tema 1 PL # 4 Práctica de laboratorio	Mecánica de los fluidos	Calcular el caudal de un líquido. Teniendo en cuenta la ecuación de continuidad. Realizar cálculos utilizando la ecuación de Bernoulli	Presión del fluido y flujo 
29- 30 Tema 2 C # 6 Demostración	Postulados de la Teoría Cinético Molecular	Reconocer los principios físicos que rigen los Postulados de la Teoría Cinético Molecular	Estados de la materia 
41-42 Tema 2 PL # 5 Práctica de laboratorio	Comprobar experimentalment e la Ley de Boyle-Mariotte	Comprobar la ley que relaciona la presión con el volumen en un gas ideal a temperatura constante	Estudio del gas ideal 

Tabla 4. Actividades docentes donde se desarrollaron variantes experimentales con el uso de las simulaciones interactivas PhET en la asignatura Electromagnetismo para la carrera Ingeniería Forestal

Encuentro	Temática	Objetivos	Simulación
1-2 Tema 1 C # 1 Demostración	Electrostática	Identificar el campo magnético De una partícula cargada eléctricamente y cómo interaccionan entre ellas	Cargas y Campo 
9- 10 Tema 1 PL # 1 Práctica de Laboratorio	Interacción entre las cargas, Ley de Coulomb	Calcular la fuerza resultante sobre una carga aplicando la Ley de Coulomb.	Cargas y Campo 
13-14 Tema 2 C# 3 Demostración	Estudio de la Ley de Ohm para un circuito completo	Reconocer la dependencia entre las magnitudes en la Ley de Ohm para un circuito completo.	Ley de Ohm 
15-16 Tema 3 C # 3 Demostración	Estudio del campo magnético.	Demostrar la existencia del campo magnético	Campo magnético 
23-24 Tema 4 C # 4 Demostración	Estudio de la inducción electromagnética	Demostrar la existencia de una fem inducida.	Laboratorio electromagnético de Faraday.

			
33-34 Tema 5 C # 5 Demostración	Estudio de la difracción	Identificar el fenómeno de la difracción.	