

Utilización de Fislets en el curso de Ecuaciones Diferenciales

Ranferi Gutierrez¹

¹Licenciatura en matemáticas y Doctorado en Física, Coordinador del área de Matemáticas; Facultad de Ingeniería, Universidad Rafael Landívar

RESUMEN

En esta nota se propone aplicar en el curso de Ecuaciones Diferenciales una herramienta computacional de simulación denominada Fislet. Los Fislets son utilizados en la enseñanza de la Física y su efectividad ha sido demostrada por una amplia variedad de estudios realizados en diversas universidades del mundo [1].

La implementación de los Fislets en el curso de Ecuaciones Diferenciales es posible debido a que en dicho curso se estudian fenómenos físicos que pueden ser modelados usando tal herramienta computacional.

Para implementar los Fislets en el curso de Ecuaciones Diferenciales se propone, a manera

ABSTRACT

This paper intends to implement in the course of Differential Equations a simulation computational tool called Fislet. The Fislets are used in the teaching of physics and its effectiveness has been demonstrated by a variety of studies in various universities in the world [1].

The implementation of the Fislets in the course of differential equations is possible because in this course are studied physical phenomena that can be modeled using such a computational tool.

To implement the Fislets in the course of differential equations is proposed, by way of

de ejemplo, un proyecto que es brevemente descrito en esta nota y que ha sido utilizado con éxito por el autor en años anteriores. En dicho proyecto el estudiante tiene oportunidad de interactuar con un Fislet creado para investigar el comportamiento de un objeto cayendo cerca de la superficie de la Tierra sujeto a la fuerza de fricción con el aire.

El proyecto permite que el estudiante integre los conocimientos que ha adquirido tanto en sus cursos de Física General como de Matemática.

Palabras clave: Fislet, simulaciones, Java, fuerza de fricción, ecuaciones diferenciales.

example, a project which is briefly described in this paper. The project has been used successfully by the author in previous years.

In the proposed project the student can interact with a Fislet created to investigate the behavior of a falling object near the surface of the earth subject to the force of friction with the air.

The project allows students to integrate knowledge gained both in their courses of General Physics and Mathematics.

Keywords: Fislet: simulations, Java, frictional force, differential equations.

INTRODUCCION

Una herramienta computacional ampliamente utilizada en la enseñanza de los cursos de física

general es la denominada Fislet[1]. Dicha herramienta permite al estudiante

interaccionar con simulaciones de fenómenos físicos y responder a preguntas del tipo "¿qué pasa si...?"

Los temas que pueden ser simulados a través de los Fislets van desde Mecánica Clásica hasta Mecánica cuántica, incluyendo áreas tales como electromagnetismo, termodinámica y óptica, entre otros.

En el caso de sistemas físicos dinámicos (por ejemplo, una masa unida a un resorte, en movimiento con o sin fricción) los Fislets recurren a la resolución, por métodos numéricos, de las ecuaciones diferenciales involucradas.

Y es precisamente el hecho de que en el curso de Ecuaciones Diferenciales se estudian, aparte de métodos de resolución de ecuaciones diferenciales, fenómenos físicos tales como el decaimiento radioactivo, sistemas masa-resorte con fuerza externa, circuitos eléctricos, y otros fenómenos físicos que están gobernados por ecuaciones diferenciales, lo que sugiere la posibilidad de utilizar los Fislets

Descripción de los Fislets

¿Qué es un Fislet? Un Fislet es un applet de Java pequeño y flexible que puede ser incluido en documentos distribuidos a través de la Web y con el cual se pueden simular una amplia variedad de fenómenos que van, como se describió anteriormente, desde los de tipo mecánico hasta los de tipo mecánico cuántico [1].

Los Fislets están diseñados especialmente para la enseñanza de la Física, y permiten que el estudiante pueda interaccionar y responder a preguntas del tipo *qué pasa si...*

Entre otras características adicionales de los Fislets se puede mencionar que se enfocan a investigar principalmente un aspecto escogido del fenómeno físico de interés, se pueden realizar visualizaciones (animaciones y gráficas) con alto grado de interactividad por parte del usuario, se pueden adaptar a varias circunstancias mediante una modificación relativamente sencilla del script[2], y su utilización es gratuita para usos no comerciales [2].

también como herramienta de enseñanza en el curso elemental Ecuaciones Diferenciales.

En esta nota se describe un proyecto propuesto para el curso de Ecuaciones Diferenciales y que permite utilizar un Fislet creado por el autor para estudiar la caída de un objeto cerca de la superficie de la Tierra y sujeto a la fuerza de fricción ejercida por el aire a través del cual se mueve.

Es importante subrayar que en los cursos de Física General únicamente se estudia la caída libre de los objetos, por lo que al agregar al modelo la fuerza de fricción ejercida por el aire permite hacer un enlace conceptual importante, para el estudiante, entre los cursos de Matemática y Física, aparte de que él se ejercita en el ciclo de mejorar un modelo que previamente ha ignorado ciertos efectos y que con las nuevas herramientas adquiridas en el curso de Ecuaciones Diferenciales le permite obtener una comprensión más profunda y realista del fenómeno en cuestión.

Por lo general la simulación tiene botones como los reproductores de DVD los cuales permiten controlar que la animación corra

(botón PLAY), se detenga momentáneamente (botón PAUSE), etc. Adicionalmente la simulación puede proporcionar, a criterio del autor, el tiempo, las coordenadas (x, y) , el valor de la aceleración, rapidez, energía, momentum lineal, etc. para cada uno de los objetos involucrados.

Para que un Fislet corra en la computadora, ésta debe tener instalado Java. El instalador puede ser bajado del sitio www.java.com/es/download/.

Una vez que se haya instalado Java lo que resta es copiar un grupo de archivos básicos necesarios para que los Fislets corran y, en una ubicación especial, se agregan los scripts correspondientes a los Fislets que se vayan creando.

En la Figura 1 se muestra la apariencia que tiene el Fislet creado por el autor para el

proyecto propuesto en esta nota. En dicha figura se pueden observar las variables cinemáticas que el estudiante puede conocer directamente; también se muestran los botones PLAY, PAUSE, etc. que permiten controlar la simulación.

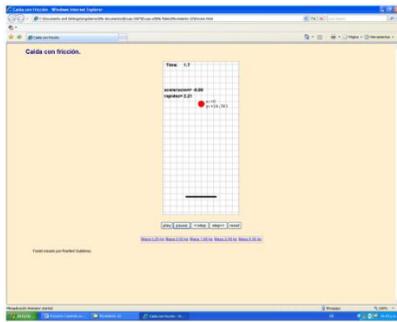


Figura 1. Fislet que permite estudiar la caída de objeto, cerca de la superficie de la Tierra, y sujeto a la fuerza de fricción del aire.

Descripción del proyecto: Cuando un objeto cae libremente a través del aire está sujeto esencialmente a dos fuerzas: la fuerza de gravedad, ejercida por la Tierra, y la fuerza de fricción, ejercida por el aire a través del cual se mueve.

En los cursos de Física General se desprecia cualquier fuerza de fricción ejercida sobre un objeto cayendo a través del aire, entre otras razones, porque la solución a este caso solo es posible si el estudiante tiene conocimientos de Ecuaciones Diferenciales dado que la fuerza de fricción *es variable* (depende de la velocidad del objeto).

Y es precisamente porque en el curso de Ecuaciones Diferenciales se aprenden las técnicas necesarias para resolver la ecuación diferencial que rige la caída de un objeto sujeto a la fricción con el aire que resulta apropiado el uso de un Fislet para que el estudiante investigue y profundice su comprensión de este fenómeno físico.

En la simulación el objeto se deja caer verticalmente desde cierta altura. El estudiante puede variar la masa del objeto y realizar todas las mediciones que sean necesarias

directamente, ya sea mediante lectura directa de los valores proporcionados para las variables cinemáticas de interés y/o auxiliándose de los botones PLAY, PAUSE, etc.[3]

Como primer paso en la investigación, se pide al estudiante que realice una investigación bibliográfica de temas tales como la expresión matemática para la fuerza de fricción que ejerce el aire en el caso de un objeto que cae verticalmente cerca de la superficie de la Tierra, factores físicos que determinan la forma de la ley de la fuerza de fricción, definición de velocidad terminal, condiciones físicas que se cumplen cuando un objeto alcanza la velocidad terminal, etc.

A continuación, el estudiante debe interactuar con la simulación para determinar la forma exacta (incluyendo valores numéricos) de la fuerza de fricción que actúa sobre el objeto cuyo movimiento se simula en el Fislet. Para realizar tal determinación el estudiante debe aplicar sus conocimientos de Física General y aplicar las leyes de Newton.

Como parte de las habilidades que el estudiante desarrollará durante la investigación aprenderá a construir gráficos log-log y aplicará análisis de regresión lineal para determinar la forma exacta de la fuerza de fricción simulada en el Fislet.

El estudiante puede predecir (y comprobar en la simulación) los valores de velocidad terminal del objeto para diferentes valores de su masa. Adicionalmente en el proyecto se hacen algunas preguntas que permiten comprobar la comprensión que el estudiante ha adquirido del fenómeno físico.

En la parte final del proyecto se pide al estudiante que desprecie cualquier fuerza de fricción y realice una comparación física entre la caída del objeto sujeto a la fuerza de fricción con el aire y el caso cuando en la caída se desprecia la fuerza fricción.

Finalmente, el estudiante debe presentar un informe escrito de su investigación. Se recomienda que la investigación se realice en

grupo para que se promueva la discusión entre estudiantes.

CONCLUSION

En esta nota se ha descrito un proyecto de investigación cuya finalidad es integrar al curso de Ecuaciones Diferenciales una herramienta de simulación ampliamente utilizada en la enseñanza de la Física.

El beneficio que ofrece al estudiante de Ecuaciones Diferenciales la utilización de tal herramienta es que puede realizar un ejercicio de investigación que le permitirá integrar conocimientos adquiridos tanto en cursos de Física como de Matemática.

Adicionalmente a lo anterior, la simulación elimina ciertos problemas prácticos que podrían presentarse si se quisiera realizar el montaje experimental para realizar el estudio de un objeto cayendo sujeto a una fuerza de fricción, los cuales podrían desviar la atención

del estudiante de los objetivos principales del proyecto.

La utilización de los Fislets no se limita exclusivamente a problemas dinámicos ya que también pueden ser utilizados en simulaciones que involucren equilibrio estático, y tal como se indicó al principio de esta nota, el rango de áreas de la física que pueden ser simulados es tan amplio que se pueden utilizar en cursos más avanzados tales como Dinámica, Estática, Fluidos, Termodinámica, etc.

Afortunadamente existe muchas simulaciones disponibles en la web [3] y su modificación es tan sencilla que pueden fácilmente integrarse a los distintos cursos y necesidades de las carreras de Ingeniería ofrecidas en la Universidad.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Wolfgang Christian & Mario Belloni. ***Physlets: Teaching Physics with interactive curricular material***. Benjamin Cummings, USA, 2000.

[2] Wolfgang Christian *et al.* ***Enseñando Física con Fislets***. VIII Conferencia Interamericana sobre Educación en Física. La Habana, Cuba, 2003.

[3] <http://webphysics.davidson.edu/applets/applets.html>

[1] En inglés se le conoce como Physlet, que resulta ser la unión de las palabras inglesas Physics y Applet. Fislet es la castellanización del término Physlet.

[2] En la web es posible encontrar una amplia variedad de Fislets creados por diversos autores. Es relativamente simple modificar (e incluso crear) los scripts correspondientes para adaptarlos a una situación particular de interés.

[3] En otros Fislets, el estudiante puede realizar mediciones de coordenadas haciendo "clic" directamente sobre la simulación. En este caso no es necesario ya que dichas coordenadas son mostradas directamente al estudiante.