

## **Ecuaciones diferenciales en el análisis de fenómenos térmicos obtenidos por sensores**

### **Equações diferenciais na análise de fenômenos térmicos derivados de sensores**

DOI:10.34117/bjdv8n3-377

Recebimento dos originais: 27/01/2022

Aceitação para publicação: 25/02/2022

#### **Alexander Jiménez Guzmán**

Doctorante en Ciencias de la Educación  
Institución: Universidad del Rosario, Argentina  
E-mail: ajimenezg@americana.edu.co

#### **Diego Fernando Galviz Cataño**

PhD Administración Gerencial  
Institución: Universitaria Americana, sede Medellín  
E-mail: dgalviz@coruniamericana.edu.co

#### **Jorge Oliverio Suaza Arcila**

PhD. Administración Gerencial  
Institución: Universitaria Americana, sede Medellín  
E-mail: josuaza@americana.edu.co

#### **Juan Carlos Cardona Acosta**

PhD. (C) en Educación  
Institución: Universitaria Pascual Bravo - Facultad de Ingenierías  
E-mail: juan.cardona@pascualbravo.edu.co

### **RESUMEN**

La enseñanza de la física en los programas de ingeniería, es prioridad en los primeros semestres en el área de Ciencias Básicas, para estos cursos es innegable la importancia de las prácticas, pero los altos costos para obtener laboratorios con equipos avanzados y actualizados hace muy difícil llevar a cabo estas prácticas de laboratorio. Este problema nos lleva a buscar nuevas alternativas como software en su mayoría libre que nos permita graficar, construir y experimentar a partir de fenómenos físicos y acorde a los conceptos que deben ser abordados en los cursos. El objetivo de la presente investigación es examinar la aplicación de un prototipo funcional de Arduino como herramienta para la elaboración de laboratorios planteados con elementos teóricos, tomando como caso para esta publicación la teoría de la actividad instrumentada para el tema elegido “Enfriamiento Newtoniano”. Lo anterior, permite ver estos laboratorios como producto de la investigación y no como simples demostraciones de un software de moda. La propuesta se está desarrollando con el apoyo de un semillero de investigación. Los laboratorios obtenidos, permiten lograr una mejor comprensión de ese tema por parte de los estudiantes y a su vez generar los textos para la implementación de los laboratorios apoyados en TIC, permitiendo que el docente logre un mejor control en las prácticas y en la evaluación de éstas.

**Palabras clave:** temperatura, programación informática, aplicación informática, arduino, sensores, metodología.

## RESUMO

O ensino da física em programas de engenharia, é uma prioridade nos primeiros semestres na área de Ciências Básicas, pois estes cursos são inegáveis a importância das práticas, mas os altos custos para obter laboratórios com equipamentos avançados e atualizados torna muito difícil a realização destas práticas laboratoriais. Este problema nos leva a procurar novas alternativas, como software livre que nos permite fazer gráficos, construir e experimentar a partir de fenômenos físicos e de acordo com os conceitos que devem ser abordados nos cursos. O objetivo desta pesquisa é examinar a aplicação de um protótipo funcional do Arduino como ferramenta para a elaboração de laboratórios com elementos teóricos, tomando como caso para esta publicação a teoria da atividade instrumentada para o tópico escolhido "Newtonian Cooling". Isto nos permite ver estes laboratórios como um produto de pesquisa e não como simples demonstrações de um software da moda. A proposta está sendo desenvolvida com o apoio de um grupo de pesquisa. Os laboratórios obtidos permitem uma melhor compreensão do assunto pelos alunos e ao mesmo tempo geram os textos para a implementação dos laboratórios apoiados pelas TIC, permitindo ao professor um melhor controle das práticas e sua avaliação.

**Palavra-chave:** temperature, computer programming, computer application, arduino, sensors, methodology.

## 1 INTRODUCCIÓN

Las metodologías pedagógicas actuales de las ciencias básicas poseen falencias en la aplicación de los conceptos matemáticos en la vida real, para lo que hacemos uso de herramientas tecnológicas “arduino ” que permitan mejorar las estrategias de enseñanza, logrando una mejor explicación a una serie de fenómenos termodinámicos. Mediante la integración de las TIC en los procesos educativos se pretende mejorar e incorporar nuevas metodologías de enseñanza, teniendo en cuenta que ninguna herramienta tecnológica de manera individual o siendo ajena a un proceso didáctico es lo suficientemente eficaz para la enseñanza.

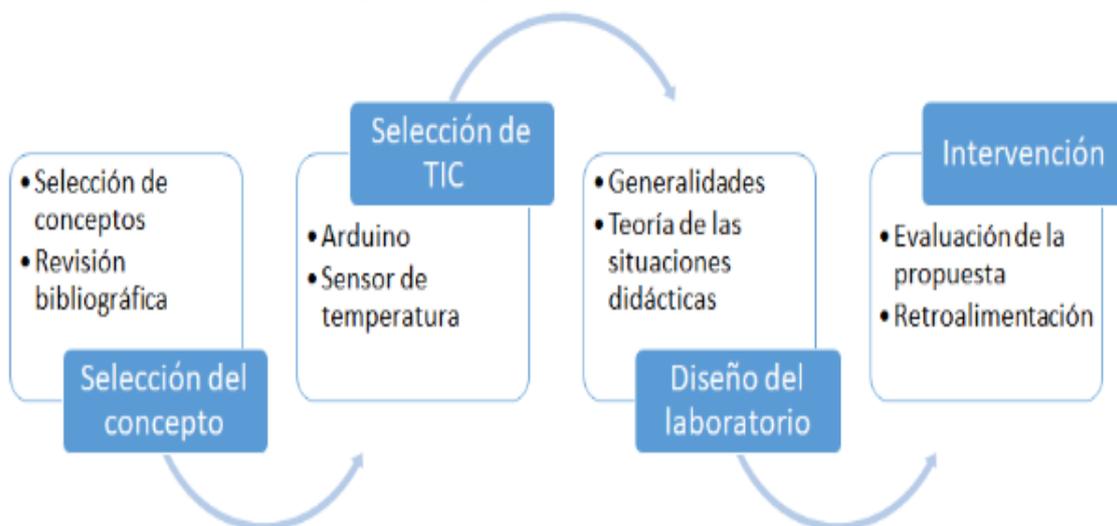
Dada la importancia del uso de herramientas de aprendizaje de ecuaciones diferenciales, más concretamente en conceptos relativos a Enfriamiento Newtoniano, permitiendo identificar diferentes escenarios a los docentes y estudiantes de forma más consistente en sus conceptos respecto a los diversos temas. El objetivo de esta investigación es realizar la implementación de prototipos funcionales con la herramienta “arduino” como herramienta para la elaboración de laboratorios.

## 2 DESARROLLO

Mediante las siguientes fases, y su revisión bibliográfica, relacionados con la problemática que se quiere solucionar, a través las TIC y afrontar la problemática en este caso arduino.

Con base a la selección de concepto y la TIC se desarrolló el diseño de laboratorio en el cual, se escogieron escenarios que permitan el desarrollo del proyecto.

Figura 1. Diagrama de bloques del proceso



Fuente: elaboración propia

La figura 1 permite ver la ruta metodológica trazada para intervención a continuación se resaltan algunos sus aspectos como son:

### Fase 1. Selección del concepto

Son variados los conceptos que se pueden abordar para la enseñanza de la física. Para una correcta elección se realiza una revisión bibliográfica, esta es una tarea básica que debe llevarse a cabo tanto en libros como en publicaciones con la intención de encontrar referencias e insumos que sean pertinentes para el concepto elegido. También se buscan experiencias virtuales y actividades que puedan ser de utilidad. Para la selección de contenidos se debe tener en cuenta los aspectos curriculares, además de la relevancia de los temas, su complejidad, los conocimientos previos.

## **Fase 2. Selección de las TIC**

La utilización de las TIC en los últimos años ha cobrado gran valor debido a sus magnas posibilidades, al ser flexibles, accesibles y adaptables a los procesos de aprendizaje. En esta fase se debe seleccionar el hardware y el software que permitan la construcción y reproducción del fenómeno estudiado.

En consecuencia, para esta propuesta se seleccionó arduino y el sensor de temperatura. Dichos artefactos permiten la toma de datos (medidas) de forma fiel para los procesos y los fenómenos derivados de las experiencias prácticas. Este puede ser utilizado en el proceso de enseñanza - aprendizaje en diferentes ambientes educativos.

Arduino es una empresa de hardware y software de código abierto que diseña y utiliza microcontroladores para el desarrollo de proyectos con el cual se pueden aprender conceptos relativos a la física. Con la ayuda de esta herramienta tecnológica se pretende enseñar de forma interactiva la física en este caso la ley de Enfriamiento de Newton. Además ofrece un gran potencial para reproducir fenómenos derivados de las experiencias prácticas, lo cual lo hace ideal para el diseño de montajes que sean de utilidad como laboratorios. Con estos, se pretende que el estudiante adquiera conceptos físicos, competencias y actitudes para una mejor comprensión del mundo que los rodea, aumentando el interés de éste por la motivación y la participación en el aprendizaje de la ciencia.

Otra herramienta que se debe incorporar a la metodología es la plataforma Moodle, útil para el montaje de los módulos y laboratorios. Las opciones y herramientas que ofrece dicha plataforma la convierten en una opción ideal para acompañar la propuesta. En Moodle el estudiante tendrá acceso a los módulos de trabajo y allí se encontrarán aspectos generales como: los objetivos de aprendizaje, los escenarios creados para los laboratorios virtuales, los laboratorios de instrumentalización e instrumentación, los recursos físicos etc.

## **Fase 3. Diseño del laboratorio**

En esta fase se crean los elementos que forman parte de la propuesta a saber: los aspectos teóricos y conceptuales de la temática a intervenir, la descripción de la escena, los laboratorios de instrumentalización e instrumentación.

#### **Fase 4. Intervención**

Para la implementación de la propuesta es primordial el montaje de los sensores en la placa arduino. La creación de los laboratorios, cada una de estos estará disponibles en la plataforma AVA (Ambiente Virtual de Aprendizaje - Corporación Universitaria Americana) del curso Física I, para que los estudiantes las descarguen y las trabajen ya sea en la sala de cómputo o en su computador personal permitiendo llevar la experiencia a otros ambientes de aprendizaje. Es importante resaltar que para esta temática el estudiante debe trabajar con diferentes aplicaciones a saber: Enfriamiento de fluidos, investigación forense y procesos industriales entre otros.

La metodología propuesta permite en el estudiante el aprendizaje autónomo y le facilita al maestro un acompañamiento más personalizado, relacionando disciplinas como la robótica y en este caso, las ecuaciones diferenciales, además, el rol de laboratorio deja de ser exclusivo de las aulas especializadas y se puede llevar a otros lugares sin dejar de ser riguroso, entre estos podemos encontrar la casa, la sala de vídeo, la industria y la sala de cómputo, entre otros.

### **3 RESULTADOS POR FASE**

#### **Fase 1. Selección del concepto**

Sabiendo la problemática que afronta la universidad en la enseñanza de ciencias básicas se decide consultar distintas bases de datos y fuentes especializadas para tener referencias concretas de cómo afrontar dicha problemática, con esta búsqueda se pudo evidenciar que en diversas instituciones se presenta la misma problemática, como lo expresa Mite Yagual, en su tesis (2018), también Flores Allier, Atencio de la Rosa y Becerra Pérez en su artículo publicado en la Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación (2018) ya con base a lo investigado se pudo elegir el concepto “Ley de Enfriamiento de Newton” para trabajar, porque haciendo un paralelo de los documentos institucionales como los syllabus de Física I y Física del movimiento, en consecuencia se encontró que para el primer curso de física universitaria es común la temática de temperatura, además existe otro curso que aporta desde las matemáticas aplicadas cómo ecuaciones diferenciales, este contiene derivadas, integrales, variables separables, entre otros conceptos que presentan dificultad para los docentes enseñar. Son difíciles de explorar con tan solo un laboratorio tradicional como se realiza en las instituciones educativas en la actualidad.

Como apoyo a esta fase surgen preguntas, entre las cuales podemos encontrar: ¿Qué referencias históricas existen del concepto?, ¿Cuál es la definición de temperatura y su relación con la Ley de Enfriamiento de Newton?, ¿Cuál es la representación gráfica del fenómeno?, ¿Cuáles son las ecuaciones relacionadas?, ¿Cuáles son las variables involucradas?, ¿Qué aplicaciones tiene?

Las respuestas a estas preguntas y otras que surgen al interior de la propuesta les permiten a los estudiantes conocer la epistemología del concepto estudiado. Este texto puede ser consultado desde la plataforma virtual y complementado con actividades interactivas propias de Moodle.

## **Fase 2. Selección de las TIC**

Se realizó una revisión documental con la intención de buscar la mejor tecnología para implementar la propuesta de intervención con sensores, se seleccionó el software de Arduino como el adecuado para este tipo de laboratorios por ventajas como: el bajo costo, la posibilidad en la programación, la cantidad de sensores y dispositivos disponibles entre otros. Respecto del sensor de temperatura, permite la lectura de diferentes sensores, además de su respectiva gráfica en tiempo real, dichos datos son obtenidos por una termo cúpula térmica la cual capta la temperatura ambiente o de determinado fluido, esta temperatura se da en una escala de grados Celsius, pero cabe decir que se puede generar información con una escala de grados Fahrenheit o Kelvin. Esta información que permite la lectura es arrojada por el programa de dos formas: 1) Una gráfica de temperatura vs tiempo, la gráfica inicia no en el punto de origen del plano, sino en el valor en el cual está la temperatura ambiente o el fluido que se está analizando. 2) Si se genera una alteración térmica en el medio o en el fluido, el indicador dentro de la gráfica generará una pendiente si aumenta la temperatura, una decreciente si disminuye, y si está constante dibujará una línea recta.

## **4 CÓDIGO DE ARDUINO PARA EL USO DEL SENSOR DE TEMPERATURA**

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

const int oneWirePin = 2;

OneWire oneWireBus(oneWirePin);
DallasTemperature sensor(&oneWireBus);
```

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  sensor.begin();  
}  
  
void loop() {  
  Serial.println("Leyendo temperaturas: ");  
  sensor.requestTemperatures();  
  
  Serial.print("Temperatura en sensor 0: ");  
  Serial.print(sensor.getTempCByIndex(0));  
  Serial.println(" °C");  
  
  delay(1000);  
}
```

## 5 ESQUEMA DE LA CONEXIÓN

Para la implementación de la propuesta se debe hacer el siguiente montaje del termo cúpula al arduino

Figura 2: conexión de la termo cúpula al arduino



## 6 ESCENARIOS EN LOS CUALES SE IMPLEMENTÓ LA PROPUESTA

Para el tema “Ley de Enfriamiento de Newton” se crearon los siguientes escenarios:

Tabla 1: Escenarios para la intervención

laboratorio	descripción
Variación térmica	Se toman diferentes fluidos a distintas temperaturas y se sumerge la cúpula térmica y se analiza las gráficas que arroja el programa arduino para definir datos como: tiempo de enfriamiento, ebullición del fluido, capacidad de conservar temperatura, esto permite aprender conceptos termodinámicos básicos.
Investigación forense	En este escenario se toma un cuerpo sin vitalidad (paloma, conejo, gallinas o se puede hacer la práctica en un matadero) y se le toma la temperatura del cuerpo (T), luego se toma la temperatura del medio (Tm) en el que se encuentra este cuerpo, con estos dos datos y la utilización de la Ley del Enfriamiento Newtoniano que está basada en una ecuación diferencial con condiciones iniciales, este proceso nos permite saber el tiempo que ha pasado desde el momento que perdió la vida.

Los anteriores fueron diseñados para abordar sus diferentes conceptos, las cuales están disponibles en el Ambiente Virtual de Aprendizaje de la institución educativa (AVA) para ser descargadas, se espera que los estudiantes realicen los laboratorios en el laboratorio o en el aula de clase pues la facilidad del montaje nos permite la movilidad y su implementación en diferentes ambiente de aprendizaje (la sala de cómputo de la institución educativa o en sus hogares) además, la plataforma virtual les permite documentar sus logros, registros, conclusiones y demás, en las herramientas disponibles para ello en la plataforma Moodle.

### Fase 3. Diseño del laboratorio

Para el diseño del laboratorio tendremos en cuenta la teoría de la actividad instrumentada.

Para esta temática se diseñaron los siguientes elementos: escenas, instrumentalización para el laboratorio y actividades de instrumentación.

Tabla 2: Laboratorios propuestos

Temática del Laboratorio	Descripción de los elementos del laboratorio
Variación térmica	<p><b>Título:</b> Análisis de fluidos</p> <p><b>Objetivo:</b> hacer que los alumnos de manera práctica y a través de las TIC entiendan e interioricen conceptos como: temperatura, calor, conductividad de calor, punto de ebullición, y conceptos de TIC y estructuras de arduino s.</p> <p><b>Materiales:</b> prototipo funcional de arduino con sensor de temperatura, computadora con programa arduino, código de sensor, fluidos con diferentes propiedades y fuente de calor para hacer variación térmica en fluidos.</p> <p><b>Procedimiento:</b> se realiza el montaje del dispositivo arduino con su respectivo sensor de temperatura, luego se seleccionan los fluidos que se desean intervenir y que posean diferentes propiedades. Por consiguiente, se generan las variaciones térmicas y se le analiza mediante el sensor.</p> <p><b>Preguntas para la discusión:</b> ¿Cuál es la representación gráfica del fenómeno?, ¿Cuáles son las ecuaciones relacionadas?, ¿Cuáles son las variables involucradas?, ¿Qué aplicaciones tiene?, ¿Cuál es la relación entre los datos tomados del sensor y su respectiva ecuación diferencial?</p>
Investigación forense	<p><b>Título:</b> Temperatura los vivos y los muertos</p> <p><b>Materiales:</b> prototipo funcional de arduino con sensor de temperatura y cuerpo sin vida.</p> <p><b>Procedimiento:</b> se realiza el montaje del dispositivo arduino, luego se toma la temperatura ambiente, y la temperatura de cuerpo, ya con ambas temperaturas se aplica el Enfriamiento Newtoniano para hallar el tiempo que ha transcurrido desde la hora del suceso.</p> <p><b>Preguntas para la discusión:</b> ¿Cuál es la representación gráfica del fenómeno?, ¿Cuáles son las ecuaciones relacionadas?, ¿Cuáles son las variables involucradas?, ¿Qué aplicaciones tiene?, ¿Cuál es la relación entre los datos tomados del sensor y su respectiva ecuación diferencial?</p>

#### Fase 4. Intervención

Como ejemplo se explicó lo sucedido en el aula en el laboratorio de variación térmica.

### 7 DISCUSIÓN

En el desarrollo de las prácticas que aquí se presentan en diferentes contextos y ambientes de aprendizaje se pudo observar el interés por parte de maestros y estudiantes en implementar estos tipos de prácticas de laboratorio. La experimentación con prototipos resulta motivadora en el área de la física porque permite estudiar los fenómenos, en este caso el de Enfriamiento Newtoniano, desde otro ángulo en el cual el

estudiante puede manipular su entorno con variables que en la vida real son imposibles, como lo son la variación de la temperatura inmediata, la velocidad del viento entre muchos otros.

Además del prototipo elegido, la propuesta metodológica implementada cuyas bases se fundan en la teoría de la actividad instrumentada y en conceptos como: situaciones de acción, formulación y validación, los cuales se materializan en escenas y laboratorios mostrando así que las TIC pueden ingresar a las aulas desde la investigación y no como herramientas de moda que sirven para algo en el aula pero que no tienen fundamento, con arduino por un lado, constituye un espacio intermediario, que puede facilitar la puesta en relación de la realidad con las teorías o modelos, es decir, entre lo concreto y lo abstracto (Valente y Neto, 1992). Por otra parte, representa un instrumento que permite actividades de manipulación de modelos que facilitarán la adquisición de conocimientos conceptuales y procedimentales (Andaloro, 1991). Al respecto, son muchas las herramientas tecnológicas que han sido llevadas al aula de clase pero como simples artefactos, la opción que aquí se presenta abre las puertas a investigaciones en el aula para estudiar el proceso de enseñanza - aprendizaje en maestros y estudiantes.

Al utilizar Arduino se permitió ver como la propuesta deja de ser una actividad de aula para llegar mucho más allá, permitiendo a los nativos digitales explorar nuevas rutas de aprendizaje. El estudiante a lo largo de la intervención toma una posición crítica siempre comparando el método tradicional de enseñanza de la Ley de Enfriamiento de Newton que se da en los cursos de ecuaciones diferenciales solo con tiza y tablero y la implementación del laboratorio con sensores resaltando siempre que el prototipo les permite más prácticas, por tanto, más contacto con los conceptos, lo cual le permite una “mejor” adquisición del concepto.

La propuesta pretende ser una actividad complementaria que pueda aportar a los estudiantes algunas variables que desde la enseñanza tradicional es imposible de lograr, como la manipulación de la temperatura. Los estudiantes entienden que deben enfrentarse al fenómeno en todos los sistemas de representación disponibles.

La implementación de esta propuesta permite que el estudiante desarrolle nuevas competencias y que los nativos digitales realicen aquellas que ya poseen. Al respecto, Faúndez, Bravo, Melo, & Astudillo manifiestan la importancia de las TIC en las ciencias, afirmando que “en la actualidad, la enseñanza de los contenidos de una clase tradicional sin uso de las TIC en las asignaturas científicas para alumnos de enseñanza básica y media son aburridas, poco interactivas y centradas en el docente” (Faundez, Bravo, Melo, &

Astudillo, 2014, pág. 34). Por lo tanto, la creación de nuevas estrategias de enseñanza y la utilización de diversos materiales hardware y software son fundamentales en la enseñanza de la física; tal es el caso de los sensores para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales.

## 8 CONCLUSIONES

El objetivo general del presente estudio fue implementar prototipos funcionales de física para el concepto de Enfriamiento Newtoniano con el apoyo de arduino y sensores de temperatura. Al respecto se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Los resultados de la experiencia realizada muestran que existe un nuevo perfil de alumnos y que se le pueden dar un uso más avanzado e intensivo a las TIC, permitiendo crear nuevas herramientas de enseñanza que sean entretenidas.

Se ha comprobado que la aceptación y el uso del prototipo por parte de los estudiantes de los cursos de física de en los programas de ingeniería depende de su actitud hacia la herramienta tecnológica, que viene determinada a su vez, por la utilidad percibida y por las ventajas que ofrece.

Las diferentes herramientas tecnológicas le permitieron a los docentes dinamizar las clases, involucrar a los estudiantes en los procesos y conceptos, además que permitió una optimización de los recursos y del tiempo utilizado por los docentes en la organización y calificación de trabajos y exámenes.

Los estudiantes y maestros se mostraron receptivos y dinámicos con la implementación de la propuesta, a pesar de que muchos de ellos pensaban que no tenían conocimientos suficientes en el manejo de las herramientas TIC empleadas. Su interés es continuar con el uso de nuevos laboratorios como una herramienta para aprender en sus aulas de física de ahora en adelante.

## REFERENCIAS

Mite Yagual, Fabian Antonio (2018). El software educativo en el aprendizaje de Matemática.

Flores Allier, Irma Patricia, Atencio de la Rosa Ana María y Becerra Pérez José Antonio (2018) Implementación de la Texas TI N-Spire CX CAS en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales una alternativa universitaria

(2007). Instrumentos Sicológicos y la teoría de la Actividad Instrumentada: Estudio del papel de los recursos tecnológicos en los procesos educativos. En: *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. s.l.: s.n., (4), pp. 125-137.

Berillon & Rabardel, (1995). Cognition and artifacts: a contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. *European Journal of Psychological processes*, 10(1), pp. 77-101.

Christian, W.; Belloni, M.; Esquembre, F. y Martín, E. (2003) Enseñando Física con Fislets. CIAEF, VIII Conferencia Interamericana sobre educación en Física, La Habana, Julio 7-11 del 2003.

Faúndez, A., Bravo, A., Melo, D., & Astudillo, F. (2014). Laboratorio Virtual para la Unidad Tierra y Universo como Parte de la Formación Universitaria de Docentes de Ciencias. *Formación universitaria*, 7(3), 33-40.

Luc, T., (2010). *Les laboratoires de mathématiques pour enseigner, une métaphore productive Hier et aujourd'hui, pour les élèves comme pour les maîtres*. Recife, s.n. 2(1), pp. 1-12

Pozo, J.I. y M.A. Gómez (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

Pozo, J.I. y C. Monereo (1999). *El Aprendizaje Estratégico*. Madrid: Santillana. PRO, A. (2006). Actividades de laboratorio en el aprendizaje de la física: ¿un capricho o una necesidad? *Aula de Innovación Educativa*, 150, 7-13.

Redish, Edward (2004). Prólogo a los Fislets para el profesor de Física, en Esquembre Francisco v otros Fislets: Enseñanza de la Física con material interactivo. Pearson Educación. Madrid.

Simulaciones Interactivas PhET de Física de la Universidad de Colorado. Disponible en español en: <https://phet.colorado.edu/>, (visto el 28/03/2019)

Valente, M. y Neto, A.J. (1992). El ordenador y su contribución a la superación de las dificultades del aprendizaje en mecánica. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), 80-85