



# TIC EN LA PRÁCTICA EDUCATIVA

HACIA LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EDUCATIVA

## 3 Herramientas TIC para el Área de Física

DOCUMENTO DE TRABAJO





© De la presente edición:

**Colección:**  
CUADERNOS DE FORMACIÓN CONTINUA

**Publicación:**  
*Herramientas TIC para el Área de Física*

**Coordinación:**  
*Viceministerio de Educación Superior de Formación Profesional  
Dirección General de Formación de Maestros  
Unidad Especializada de Formación Continua  
Equipo de Diseño Web y Multimedia*

**Como Citar este documento:**  
*Ministerio de Educación (2015). Herramientas TIC para el Área de Física.  
Cuadernos de Formación Continua. La Paz, Bolivia.*

**LA VENTA DE ESTE DOCUMENTO ESTA PROHIBIDA**  
*Denuncie al vendedor a la Dirección General de Formación de Maestros,  
Telf. 2440815*

# 3 Herramientas TIC para el Área de Física









## índice

<b>Datos generales del cuaderno.....</b>	<b>7</b>
--	----------

<b>Tema 1: Uso educativo de animaciones Interactivas inmersivas flash y Applets java en el estudio de la física.....</b>	<b>9</b>
¿Qué son las animaciones interactivas flash?.....	9
Requisitos para su funcionamiento.....	10
EJEMPLO 1: Iniciación interactiva al estudio de la física con animaciones flash.....	13
Actividad de aplicación .....	15
¿Qué son los applets java?.....	16
EJEMPLO 2: Desarrollemos un contenido sobre fuerza y movimiento.....	19
Actividades de valoración.....	20

<b>Tema 2: USO DE SIMULADORES Y SENSORES EN EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA.....</b>	<b>21</b>
Actividad de reflexión.....	21
Uso de simuladores en el aprendizaje de la física.....	21
Photo-realistic Simulaciones de laboratorio.....	22
SimulPhysics (simulador de física).....	25
Herramientas virtuales con sensores reales y actuadores para la enseñanza y aprendizaje de la física .....	30
PhysicsSensor .....	32
Ardulab y Labduino .....	37
Ardulab (laboratorio digital y virtual basado en el proyecto Arduino).....	38
Instalación de Ardulab .....	39
Configuración .....	40
Experimentación con sensores.....	41
Labduino, otra alternativa de arduino aplicado a la enseñanza de las ciencias	42
Actividades de valoración.....	44
Nombre de la Herramienta .....	44
¿Cómo le podrían ayudar a usted en el proceso educativo? .....	44

<b>Bibliografía.....</b>	<b>45</b>
--------------------------	-----------





## Presentación

*En el proceso de la Revolución Educativa con Revolución Docente que encara el Estado Plurinacional de Bolivia en concordancia con el mandato constitucional y la Ley N° 070 de la Educación "Avelino Siñani – Elizardo Pérez", en los últimos años se han alcanzado importantes e inéditos avances y resultados en lo referente a la formación de maestras y maestros como actores estratégicos del proceso educativo, respondiendo a las exigencias de la implementación del Modelo Educativo Sociocomunitario Productivo-MESCP y contribuyendo a la mejora de la calidad educativa con mayor pertinencia, relevancia y equidad.*

*Entre estos avances se destacan las acciones formativas de maestras y maestros en ejercicio a través de Itinerarios Formativos a cargo de la Unidad Especializada de Formación Continua-UNEFCO; una de ellas es el proceso formativo sobre el uso de TIC en la práctica educativa, ejecutado en los últimos 2 años acompañando la dotación de computadoras KUAA a estudiantes de Educación Secundaria Comunitaria Productiva a cargo del Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural.*

*En la perspectiva de aportar desde esta experiencia al proceso de liberación tecnológica iniciado en el país, bajo la directriz de la soberanía científica y tecnológica con identidad propia expresada en la Agenda Patriótica 2025, se ha priorizado la continuidad de los cursos para maestras y maestros de Educación Secundaria Comunitaria Productiva en el uso de TIC en la práctica educativa bajo el Modelo Educativo Sociocomunitario Productivo, enmarcados en la metodología de los Itinerarios Formativos, promoviendo la profundización de prácticas educativas transformadoras del MESCP y generando condiciones y capacidades en el campo tecnológico y científico que permitan a maestras y maestros y estudiantes de este nivel el uso adecuado de computadoras como herramientas tecnológicas en los campos y áreas de saberes y conocimientos.*

*La estrategia formativa ajustada de los cursos mencionados comprende las modalidades presencial, virtual y autoasistida, cuya implementación estará a cargo de la UNEFECO como instancia autorizada del Ministerio de Educación, en coordinación con las instancias departamentales y distritales de educación hasta las Unidades Educativas. Estas modalidades responden a las características de las maestras y los maestros en el manejo de herramientas TICs.*

*En este proceso, es fundamental el rol de las y los Directores de Unidades Educativas como actores que propicien, motiven y dinamicen el uso de herramientas TICs en los procesos educativos.*

*El presente cuaderno es un material de apoyo para el ciclo formativo, de una serie de cuatro cursos, que incluye objetivos holísticos, actividades prácticas, evaluativas y contenidos. Este material permitirá a maestras y maestros mejorar sus prácticas educativas transformadoras bajo el MESCP.*

Roberto Aguilar Gómez  
MINISTRO DE EDUCACIÓN



## Datos generales del cuaderno

### ESTRUCTURA CURSOS TIC EN LA PRÁCTICA EDUCATIVA

#### CICLO: Recursos Tecnológicos del Aula en el Modelo Educativo Sociocomunitario Productivo(MESCP)

CURSO 1	Interactuando en el Aula a través de las TIC			
CURSO 2	Iniciando el uso de las TIC en las Áreas de Matemática, Física y Química		Iniciando el uso de las TIC en el Área de Biología - Geografía	
CURSO 3	Herramientas TIC para el Área de Matemática	Herramientas TIC para el Área de Física	Herramientas TIC para el Área de Química	Herramientas TIC para el Área de Biología-Geografía
CURSO 4	Recursos TIC para desarrollar el pensamiento Lógico-Matemático	Recursos TIC para la simulación de un Laboratorio de Física	Recursos TIC para el Laboratorio de Química	Recursos TIC como herramientas pedagógicas en el Área de Biología-Geografía

### Ubicación del Curso en el Ciclo

El contenido de este cuaderno de Formación Continua corresponde al curso “Herramientas TIC para el área de Física”, que es parte del Ciclo Formativo “Recursos Tecnológicos del Aula en el Modelo Educativo Sociocomunitario Productivo (MESCP)”.

En el campo de las TICs existen diferentes recursos que pueden aplicarse al ámbito educativo. Recursos tecnológicos (hardware y software), programas, aplicaciones y otras herramientas, que resultan muy útiles a la hora de desarrollar los procesos pedagógicos.

En el presente curso, se pone en consideración de ustedes maestras y maestros, diferentes herramientas de aplicación para desarrollar los procesos educativos de la Física.

### **Objetivo Holístico del Ciclo**

Fortalecemos nuestros conocimientos y capacidades en el uso de herramientas TIC, a través de espacios comunitarios de formación, desde el aprendizaje en el uso y aplicación de programas y recursos específicos, aplicando a situaciones concretas de la práctica pedagógica, contribuyendo a su transformación y mejora.

### **Objetivo Holístico del curso**

Fortalecemos nuestros conocimientos y capacidades en el uso y aplicación de herramientas TIC para el área de saberes y conocimientos Física, por medio del análisis crítico y reflexivo de las herramientas tecnológicas y su aplicabilidad en el aula, contribuyendo a la transformación y mejora de la práctica pedagógica.

*"Hay la misma diferencia entre un sabio y un ignorante que entre un hombre vivo y un cadáver" [Aristóteles]*



# Tema I: Uso educativo de animaciones Interactivas inmersivas flash y Applets java en el estudio de la física

## ¿Qué son las animaciones interactivas flash?

Son aplicaciones multimedia generadas con programas como Adobe Director, Adobe Flash, Adobe Edge, Adobe Captivate (herramientas de autor) que permiten la producción de material auto formativo y de preparación en el uso de otros programas y/o herramientas como ser tutoriales interactivos.

Las simulaciones o animaciones interactivas flash con contenidos de ciencia, sirven para mejorar la comprensión de fenómenos científicos y el aprendizaje de temas complejos. La utilización de la interactividad combinada con la rapidez de manejo y la respuesta inmediata es un potente recurso didáctico para que usted maestra y usted maestro apliquen en el aula para facilitar el aprendizaje.

Resulta motivador hacer uso de estos recursos multimedia para potenciar los aspectos visuales, acústicos y sensoriales de los programas educativos, con objeto de favorecer la interactividad y el interés de las y los estudiantes, ya que la actitud de éstos es una variable que influye de forma notable en los procesos de aprendizaje.

Las animaciones o gráficos interactivos en flash tienen la extensión swf. Pueden utilizarse, con fines educativos, directamente en el sitio web original o descargar y usar sin conexión. Al ejecutarlas se quedan en la memoria de acceso rápido de su computadora, de donde se pueden descargar, o bien se puede utilizar para ello programas específicos. Se cargan y funcionan en los exploradores como Firefox, Google Chrome, Internet Explorer, etc., que deben tener incorporado el plugin<sup>1</sup> Flash player, que se descarga gratuitamente desde la página [www.adobe.com](http://www.adobe.com).

Se pueden incluir en blogs, páginas web, wikis o en la plataforma Moodle y hasta en las presentaciones en Powerpoint, que se tornan interactivas y muy atractivas.

---

<sup>1</sup> Es una aplicación o herramienta que puede ser agregada al software para mejorar el rendimiento o proveer características adicionales.

Convenientemente seleccionadas, las animaciones pueden formar parte de una lección interactiva, acompañadas de tareas y actividades e intercalada con otros recursos, como videos, WebQuest o comentarios de textos.

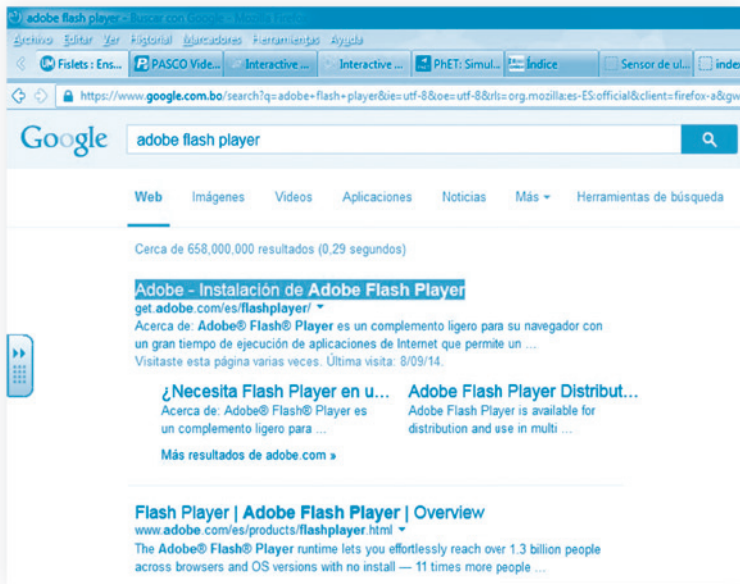
Con las animaciones interactivas flash usted puede desarrollar actividades tanto individuales como grupales, para que las y los estudiantes participen de un modo directo en la propia experiencia desarrollando la actividad que usted presenta. Entonces, se puede decir que cuando una animación interactiva permite que el usuario participe interactuando con el entorno de la aplicación, y éste tenga o brinde una sensación de realidad, se constituye en **immersiva**.

## Requisitos para su funcionamiento

Para poder visualizar y posteriormente interactuar con una animación interactiva flash, es necesario instalar el plugin (motor de funcionamiento) **Adobe Flash Player**, para lo cual usted debe seguir los siguientes pasos presentados a continuación:

### 1° PASO

En el buscador Google escriba “adobe flash player”, y de la lista que emerja elija el primer enlace haciendo clic sobre él.

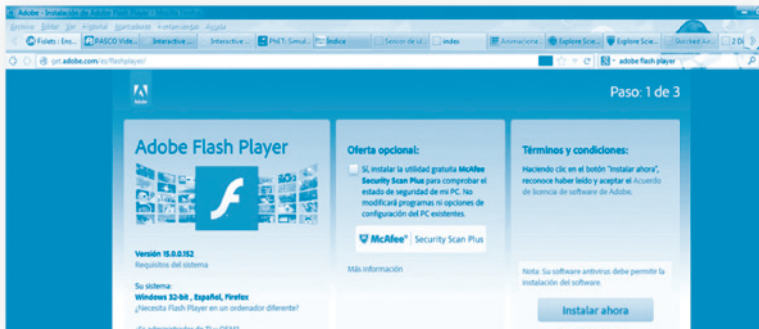


### 2° PASO

Una vez que ingresó a la página de descarga, haga clic en el botón “instalar ahora”, siga los pasos 1 al 3 que guía el instructor del programa, y al finalizar podrá visualizar una animación flash, por tanto ya podrá interactuar con ella. Es también recomendable instalar otros plugins



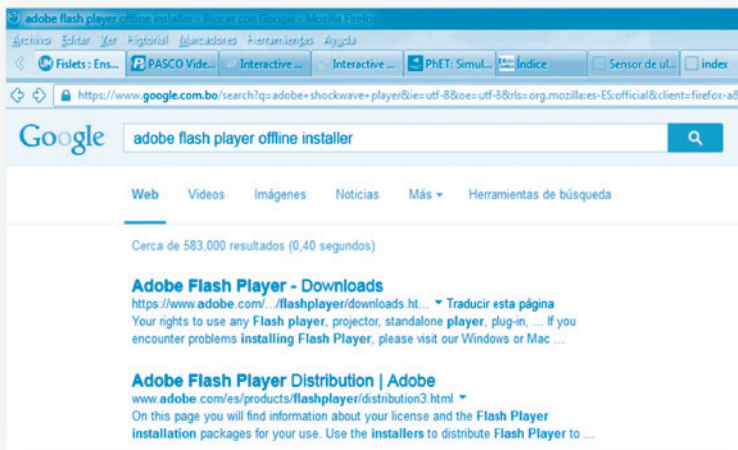
que están dentro de la página de Adobe; éstos son: Adobe Shockwave Player y Adobe Air, que serán necesarios para visualizar materiales elaborados con otros programas de la familia Adobe.



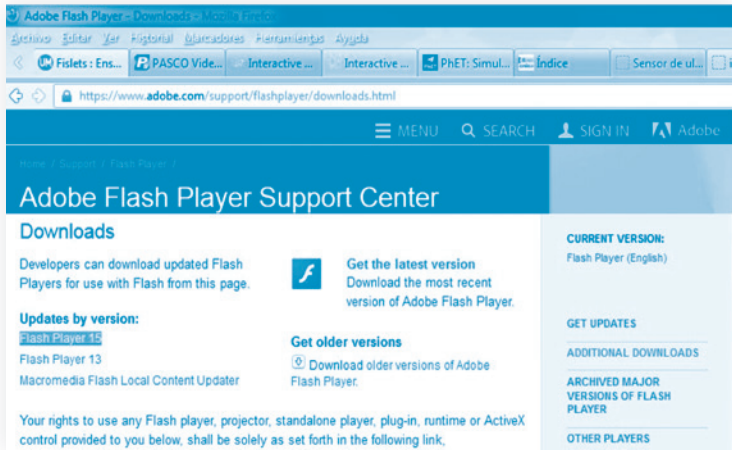
3° PASO

Es necesario saber que si bien esta instalación se la hace en línea (online), es decir, con conexión a Internet, también hay la posibilidad de hacerlo sin ella (offline), para lo cual procedemos de la siguiente manera:

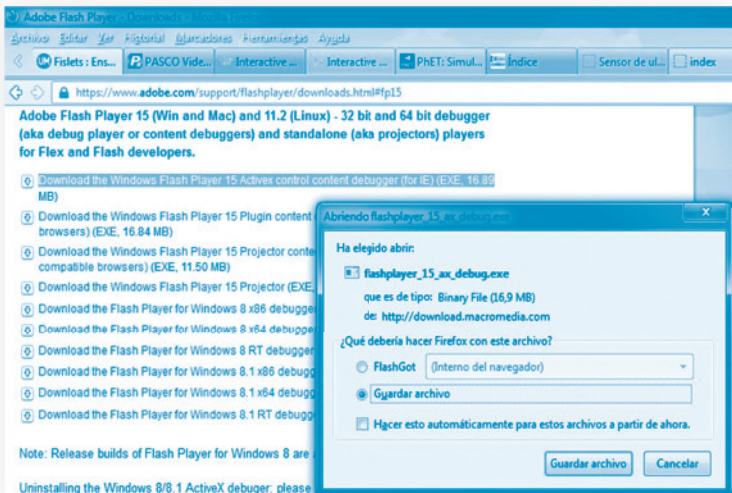
1. En el buscador Google escribimos “adobe flash player offline installer”, y de la lista que emerja elija el primer enlace haciendo clic sobre él.



2. Una vez que ingresó a la página de descarga, haga clic en el enlace “FlashPlayer 15”, que es la versión más actualizada.



3. Luego de ello, acceda a la lista de archivos de versiones recientes y descargue la que corresponda al sistema operativo Windows, Linux o Mac de 32 o 64 bits. En el siguiente gráfico podemos observar la descarga del archivo instalador, que lo puede guardar en una memoria extraíble (USB) para instalarlo luego en cualquier computadora sin conexión a internet.



A continuación describiremos algunas ideas y sugerencias de cómo podemos utilizar estas animaciones en el proceso de aprendizaje de contenidos de física.

## EJEMPLO 1: Iniciación interactiva al estudio de la física con animaciones flash

Uno de los sitios en español que tiene un buen número de estas animaciones es la página web del Ministerio de Educación del Reino de España cuya dirección electrónica (URL) es:

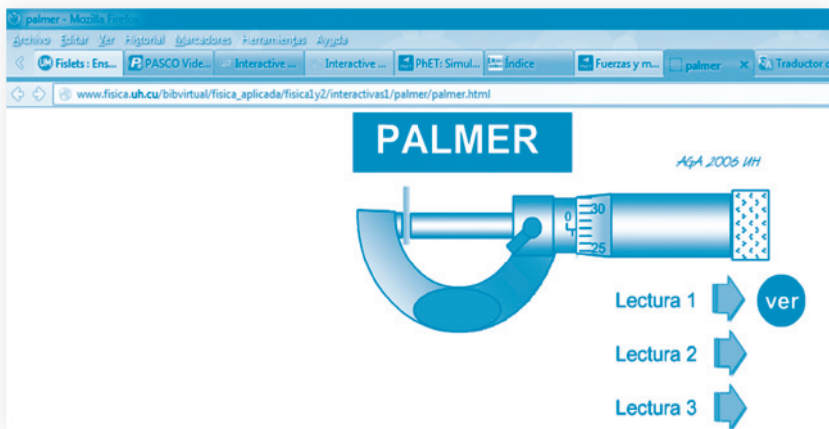
**[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/cursos/materiales/indice.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/cursos/materiales/indice.htm)**

Con estas animaciones se puede aprender a masar, pesar, medir volumen, densidad y temperatura como si estuviéramos enfrente de instrumentos de medida reales. En este sentido, estas animaciones interactivas estarían dentro del grupo de las **inmersivas**.



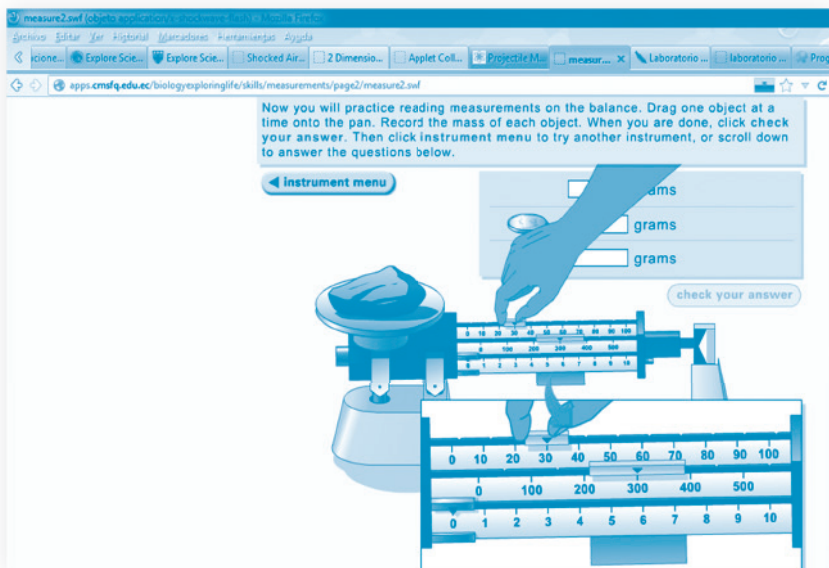
Animación interactiva para aprender a medir masa de una sustancia sólida:





Animación interactiva para aprender a usar una balanza monoplato de tres brazos, disponible en Internet en:

[apps.cmsfq.edu.ec/biologyexploringlife/skills/measurements/page2/measure2.swf](https://apps.cmsfq.edu.ec/biologyexploringlife/skills/measurements/page2/measure2.swf)



## Actividad de aplicación

Es tiempo de poner en práctica lo aprendido hasta el momento, le solicitamos que elabore un plan de clase en el que se utilice como material complementario animaciones interactivas flash para abordar un contenido del área de física.

## ¿Qué son los applets java?

Un **applet Java** es un componente de una aplicación que se ejecuta en el contexto de otro programa, por ejemplo en un navegador web. El applet debe ejecutarse en un contenedor, que le proporciona un programa anfitrión mediante un plugin, escrito en el lenguaje de programación Java. Los applets de Java pueden ejecutarse en un navegador web utilizando la Máquina Virtual Java.

Entre sus características podemos mencionar un esquema de seguridad que permite que los applets que se ejecutan en el equipo no tengan acceso a partes sensibles, por ejemplo no pueden escribir archivos, a menos que uno mismo le dé los permisos necesarios en el sistema. La desventaja es que la entrega de permisos es engorrosa para la persona usuaria común, lo cual juega en contra de uno de los objetivos de los **Java applets** cual es: proporcionar una forma fácil de ejecutar aplicaciones desde el navegador web.

En Java, un applet es un programa que puede incrustarse en un documento HTML, es decir, en una página web. Cuando un navegador carga una página web que contiene un applet, éste se descarga en el navegador web y comienza a ejecutarse. Esto permite crear programas que usted maestra y usted maestro puede ejecutar con tan sólo cargar la página web en su navegador.

Por las características arriba mencionadas, en Internet podemos encontrar muchas páginas con contenido interactivo basado en applets java o flash para el aprendizaje de la física, química, biología, etc.

Ahora explicaremos el uso de los applets java, comenzando por la instalación del motor java, para lo cual seguimos los siguientes pasos:

1°  
PASO

En el buscador Google, escribimos “java”, y de la lista que emerja elegimos el primer enlace haciendo clic sobre él.



2º  
PASO

Una vez ingresó a la página de descarga, haga clic en el botón “Descarga gratuita de Java”, y luego aparece otra página en la que debe hacer clic en el botón “Aceptar e iniciar descarga gratuita”.



Lo que se ha descargado es un gestor de descarga del motor java.



Luego buscamos el archivo descargado y hacemos clic secundario (botón derecho del ratón) para instalarlo con derechos de administrador. Este programa iniciará inmediatamente la descarga y posteriormente la instalación del motor java. Es necesario saber que si bien esta instalación se la hace en línea (online), es decir, con conexión a Internet, también hay la posibilidad de hacerlo sin ella (offline) para lo cual se procede de la siguiente manera:



1. En el buscador Google, escribimos “java runtime environment 7”, y de la lista que emerge elegimos el primer enlace haciendo clic sobre



2. Una vez ingrese a la página de descarga, elegimos la versión que requerimos para nuestro sistema operativo.

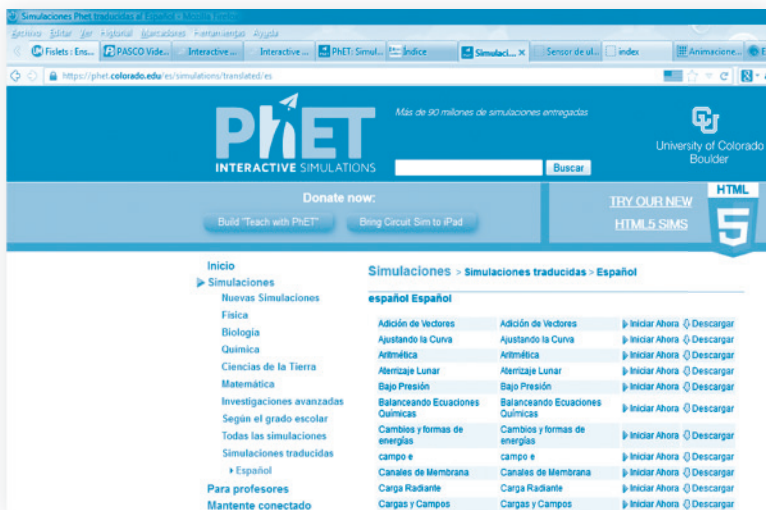


3. Luego de la descarga puede guardar el archivo en una memoria extraíble (USB) para instalarlo posteriormente en su computadora personal sin conexión a internet.

Una de las mayores recopilaciones de applets de java constituye el **Proyecto Phet** de la Universidad de Colorado, en cuya página encontramos applets clasificados por área de conocimientos en diferentes idiomas. Para acceder a esta página debe escribir en el buscador Google “**animaciones phet**”, como se muestra en la imagen siguiente:



En la lista que emerja hace clic en el primer enlace, el cual los llevará directamente al conjunto de animaciones traducidas al español, de las cuales se elige simulaciones de física apareciendo una lista con diferentes contenidos:



A continuación se describen algunas ideas y sugerencias de cómo utilizar estas animaciones en el proceso de aprendizaje de contenidos de física.

## EJEMPLO 2: DESARROLLEMOS UN CONTENIDO SOBRE FUERZA Y MOVIMIENTO

Es de conocimiento de ustedes maestras y maestros que toda estrategia metodológica debe desarrollarse en cuatro momentos metodológicos, siendo la primera de ellas la práctica. En este sentido, del listado de animaciones de física que nos proporciona Phet, elegimos la simulación “Fuerza y movimiento”, la misma que podemos descargar y guardarla en una memoria USB para trabajarla offline o utilizarla



con conexión a Internet. Para ello, tan sólo debe hacer clic en el botón correspondiente, como se observa en la siguiente imagen:



Ya teniendo el applet corriendo en la pantalla, podemos interactuar con la simulación explorando con diferentes cuerpos de distinta masa, aplicando cantidad variada de fuerza en newtons, haciendo que el coeficiente de rozamiento sea nulo, etc. Luego, en una hoja de cálculo, recogemos datos de las diferentes acciones para deducir diferentes fórmulas relacionadas con la fuerza, energía, trabajo, aceleración, etc.

## Actividades de valoración

A partir de los temas abordados hasta acá, le pedimos que mencione ¿Cuáles son los saberes y conocimientos necesarios de usted maestra, de usted maestro y de las/os estudiantes para utilizar animaciones interactivas flash y applets java en el aprendizaje de la física?.

Saberes y conocimientos necesarios de usted maestra y de usted maestro	Saberes y conocimientos necesarios de las y los estudiantes



## Tema 2: USO DE SIMULADORES Y SENSORES EN EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

### Actividad de reflexión

¿Cuáles cree usted que son las principales dificultades que tiene su Unidad Educativa para realizar experimentos en un laboratorio real?

¿Cómo solucionaría usted las dificultades descritas?

### Uso de simuladores en el aprendizaje de la física

Los simuladores son herramientas virtuales que tienen la característica de asemejarse a instrumentos reales para el estudio de la física. Sin embargo, sólo nos permiten trabajar en un entorno netamente digital, es decir, sólo en una pantalla de computadora, razón por la cual los simuladores han evolucionado tanto que en la actualidad desarrollando simuladores en 3D.

## Photo-realistic Simulaciones de laboratorio

Son un conjunto de programas de simulación elaborados por Richard Tarara, doctor en física nuclear de la universidad Notre Dame y profesor emérito jubilado de la Saint Marys College, quien publica sus productos de manera gratuita en el sitio web:

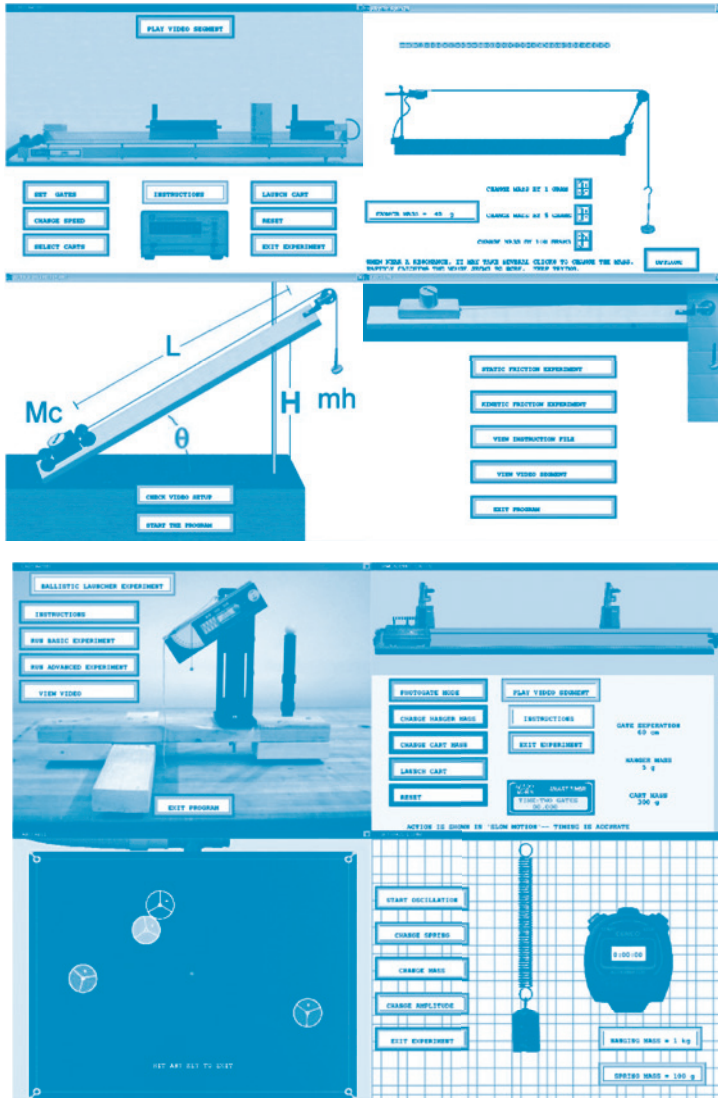
**<http://sites.saint-marys.edu/~rtarara/LAB.html>**

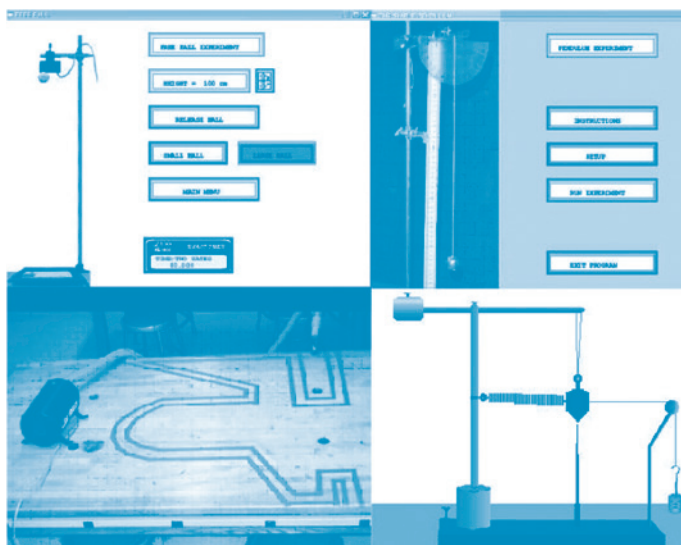
El Doctor Richard Tarara, en el diseño de sus programas de simulación, utiliza fotografías de equipos reales de la marca Pasco (software que está instalado en las computadoras Kuaa de Quipus dotadas a las y los estudiantes de secundaria), por lo que sus simuladores dan la sensación de ser más realistas. A continuación se hará una breve explicación de cada una de ellos:

- **Airtrack (pista de aire):** Este módulo incluye varios experimentos, donde se pueden simular experimentos con medición de la velocidad, medición de aceleración, colisiones, segunda ley de Newton y las posibles conversiones cinéticas/energía. Asimismo, brinda la posibilidad de trabajar los datos típicos generados y analizados en el mismo programa.
- **Pasco Projectile Launcher (Lanzador de proyectiles Pasco):** en este programa simulador se desarrollan dos experimentos importantes. El primero es un ejercicio de diseño experimental. El segundo es un experimento más complejo para intentar modelar el lanzador a través de una ecuación y utilizando el análisis de hoja de cálculo para desarrollar la ecuación y luego poder comprobarlo con el equipo.
- **Pasco Dynamic Cars (Carros Dinámicos Pasco) (usando las unidades Pascar):** Los experimentos aquí son similares a los Airtrack.
- **Air Table (Mesa de aire):** Con este simulador, una variedad de colisiones de dos dimensiones pueden ser creados y analizados. La recolección de datos se simula de tres maneras.
- **Springs and SHM (Resortes y SHM):** Se pueden medir constantes de los resortes usando la ley de Hooke y luego comparar el periodo de oscilación de masas sobre el resorte con la teoría SHM.
- **Friction (Fricción):** Es una simulación donde las y los estudiantes pueden medir los coeficientes de fricción estática y cinética para un bloque de madera apoyado en dos superficies diferentes. El bloque puede ser ponderado hacia abajo para aumentar la fuerza normal.

- **Work and Machines (Trabajo y Máquinas):** Esta simulación utiliza un plano inclinado y un carrito para estudiar las máquinas simples, ventaja mecánica, trabajo y energía y eficiencia.
- **Standing Waves on a String (Ondas estacionarias en una cuerda):** proporciona una simulación con un vibrador de cuerdas estándar, para estudiar la tensión de varios patrones de onda estacionaria.
- **Simple Pendulum (Péndulo Simple):** Aquí las y los estudiantes pueden estudiar la dependencia del periodo sobre la longitud, la masa y la amplitud de oscilación estando en un modo de tiempo casi real. Las animaciones del péndulo pueden ser programadas usando un cronómetro en pantalla.
- **Freefall (Caída Libre):** Esta simulación usa el aparato de tiempo de caída de Pasco para cronometrar las esferas que caen verticalmente que pueden ser una pequeña pelota de golf o una pelota grande plástica ligera. El cronometraje del tiempo se hace con el cronómetro inteligente de Pasco. Este experimento tiene por objeto familiarizar a las y los estudiantes con los conceptos de aceleración, haciéndoles trazar datos de la altura en función del tiempo.
- **Newton's Maze (El Laberinto de Newton):** Se trata de un “juego de computadora”, que puede ser configurado y realizado como un ejercicio “en vivo”. La idea es mover una bola por un laberinto en el menor tiempo posible mediante la aplicación de impulsos cortos a la pelota. Una buena comprensión del trabajo de las Leyes de Newton va a ayudar mucho. Este juego se puede convertir en un concurso en el que las y los estudiantes, además de divertirse, aprendan física.
- **Centripetal force (Fuerza centrípeta):** Sobre la base de configuración de los equipos más comunes, esta animación sigue los procedimientos experimentales básicos para determinar los parámetros de rotación para medir la fuerza centrípeta. Esta animación es más una “caricatura” que la mayoría de las otras animaciones (las animaciones de rotación son difíciles) pero esta simulación está razonablemente bien creada.
- **Calorimetry (Calorimetría):** Este módulo incluye tres experimentos: calor específico, calor de fusión y calor de vaporización. El módulo es bastante grande. Las animaciones son limitadas (uso de una balanza de cruz triple), pero la inclusión de este módulo ayuda a completar la oferta para cubrir los primeros laboratorios en el inicio del estudio de la física.

- **Force Table (Mesa de fuerza):** Una simulación de mesa de fuerza permite a las y los estudiantes comprobar sus habilidades para descomponer vectores en sus componentes y/o para encontrar la resultante de dos o tres vectores fuerza.





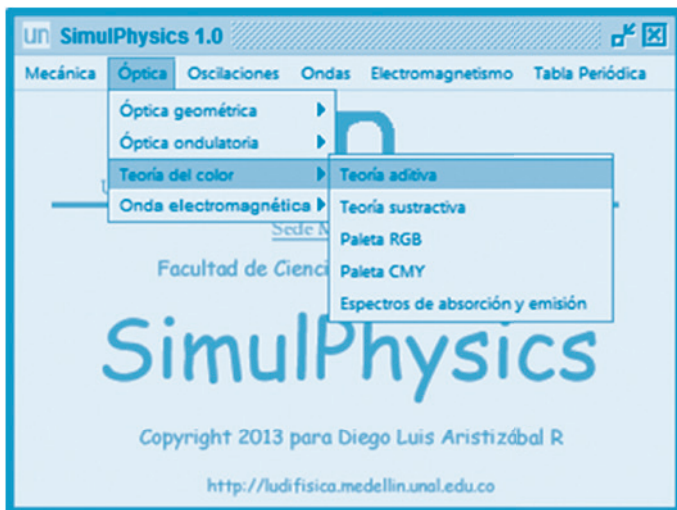
## SimulPhysics (simulador de física)

Es un software desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia que tiene un conjunto de simulaciones interactivas sobre diferentes tópicos de la física que apoyan la asimilación y comprensión fenomenológica de conceptos físicos. En la siguiente imagen se ilustra su interfaz gráfica principal.

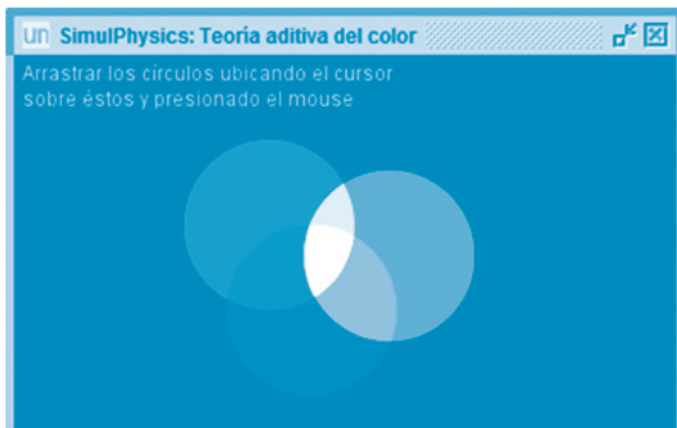


Como se observa en el menú principal, las simulaciones se clasifican en seis temas y actualmente se dispone de un total de 83 simulaciones: mecánica (11), óptica (18), oscilaciones (9), ondas (22), electromagnetismo (4) y tabla periódica (19).

Para acceder a una simulación, se hace clic en la barra de menú sobre la simulación que desee, como se muestra en la figura, la cual ilustra la forma de acceder a la simulación sobre teoría aditiva del color.



Al hacer clic sobre la opción seleccionada se despliega la simulación elegida.



Teoría aditiva del color. Aquí el estudiante desplaza los círculos arrastrándolos con el ratón y observa el color resultante al superponer los colores primarios. Esta teoría es la que se cumple para la composición de luces de color, ejemplo, las pantallas de computadoras y de los televisores.

Simultáneamente se pueden abrir varias simulaciones, lo cual le permite a usted maestra, maestro y estudiantes organizar una demostración muy

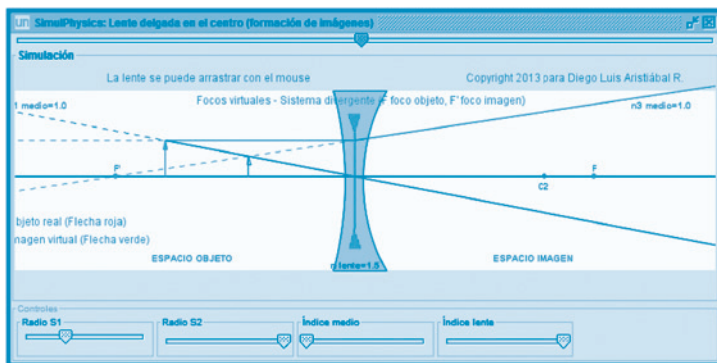
integrada e interactiva sobre el tema seleccionado.

A continuación les presentamos interfaces de algunas simulaciones de este software interactivo.

Para descargar el software, ingrese al sitio web:

<http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/index.php/software-hardware/simulphysics>

- **Formación de imágenes con lentes delgadas.** Aquí el estudiante puede cambiar el índice de refracción de los medios, el radio de curvatura de las superficies de la lente y la distancia del objeto a la lente para obtener la imagen resultante con la descripción de sus propiedades básicas.

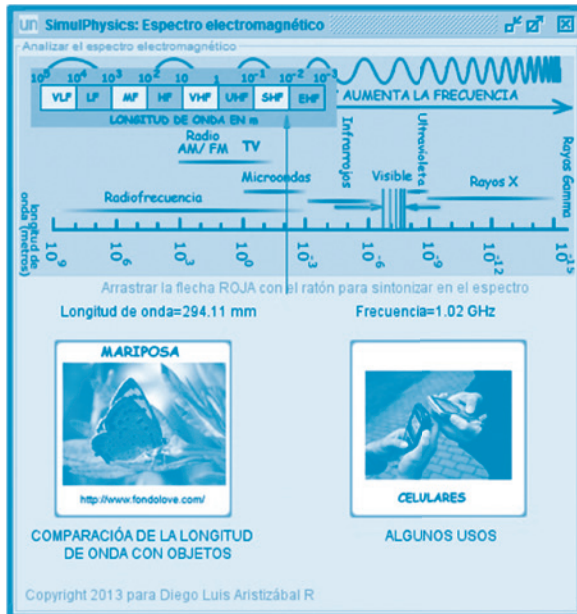


- **Polarización de la luz.** Aquí el estudiante puede cambiar la frecuencia de la luz y el desfase entre las componentes de los campos eléctricos para obtener diferentes estados de polarización de la luz (lineal, circular y elíptica).

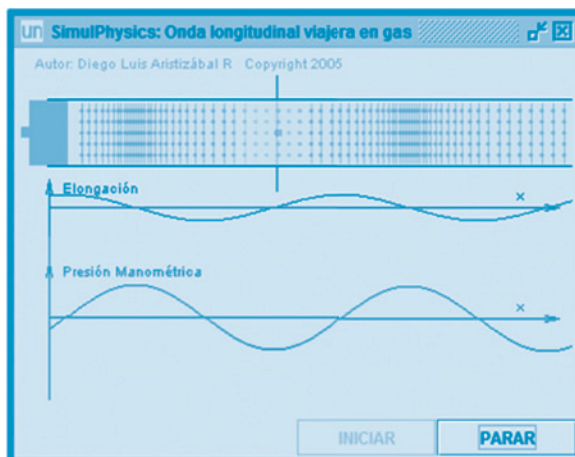




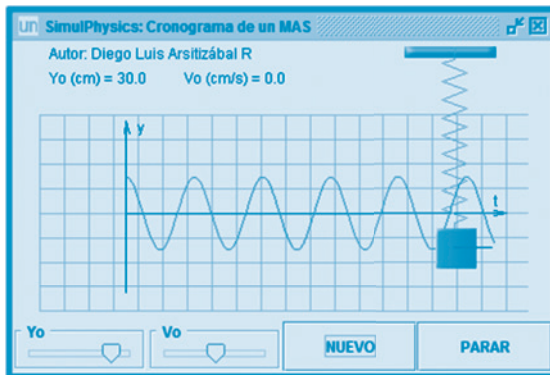
- **Espectro electromagnético.** Aquí el estudiante hace un recorrido a través de todo el espectro electromagnético en el cual se le indicará las fuentes, el orden de su longitud de onda, su frecuencia y usos del mismo.



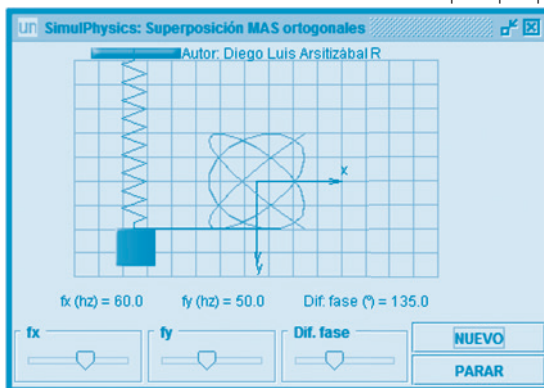
- **Ondas longitudinales en columna de gas.** Aquí la y el estudiante puede observar con mucho detalle el comportamiento de las ondas longitudinales viajeras en una columna de gas. Por ejemplo, se observa el desfase entre las ondas de elongación y las de presión, las direcciones de vibración y de propagación.



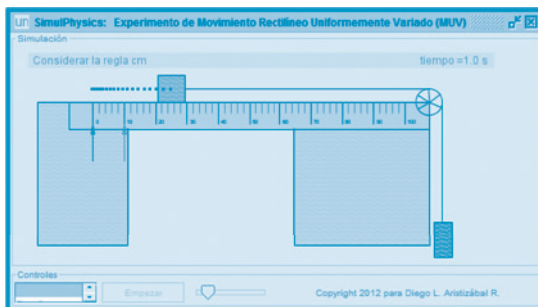
- **Cronograma de un movimiento armónico simple.** Aquí se observa claramente el comportamiento armónico de un sistema masa-resorte.



- **Figuras de Lissajous.** Aquí las y los estudiantes pueden experimentar con la superposición de dos movimientos armónicos simples perpendiculares.



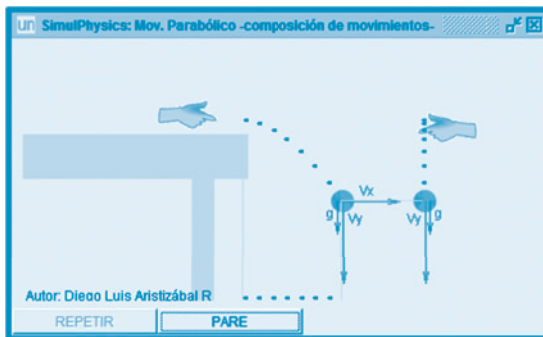
- **Movimiento rectilíneo uniformemente variado.** Acá se puede generar una tabla de datos de posición vs. Tiempo en un MUV para luego realizar un análisis gráfico.



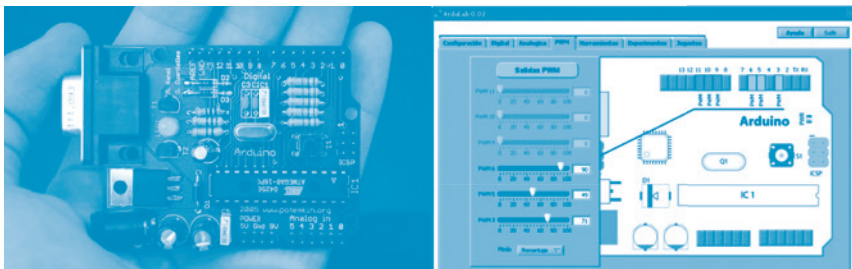
- **Tabla periódica principal.** Aquí el estudiante, ubicando el puntero del ratón sobre la celda de un elemento, obtendrá la información básica del mismo.

Copyright 2005 Santiago Aristizábal R. y Diego Aristizábal R.

- **Movimiento parabólico.** Aquí se puede analizar la independencia de los movimientos en dirección horizontal y vertical que componen el movimiento parabólico.



## Herramientas virtuales con sensores reales y actuadores para la enseñanza y aprendizaje de la física



Con los instrumentos virtuales, ingenieros y científicos construyen sistemas de medición y automatización que se ajustan a sus requerimientos, lo que no permiten los instrumentos tradicionales ya que vienen con sus funciones asignadas. PhysicsSensor, Ardulab y Labduino son plataformas open hardware open software<sup>2</sup> que se desarrollan bajo este concepto. Asimismo, para el conocimiento de ustedes maestras y maestros, se indica que las computadoras Kuaa entregadas a las y los estudiantes, como se dijo anteriormente, tienen instalados el software Sparkvue de la Marca Pasco a la cual se le puede agregar los sensores necesarios para estudiar física, química y biología.



Software Sparkvue de Pasco, instalado en las computadoras KUAa dotadas a las y los estudiantes de secundaria.

Sin embargo, por la carencia de los sensores respectivos, excepto el de temperatura (dotada junto con la Kuaa), no podremos, por el momento, hacer uso del mismo. Sin embargo, y además siguiendo la línea de la independización científica y tecnológica, describimos el uso y desarrollo de PhysicsSensor, Ardulab y Labduino.

En lo que corresponde al software, éstos fueron diseñados con un lenguaje de programación orientada a objetos Java, propiedad de Oracle, y es de distribución gratuita. Una de las ventajas de este lenguaje es la de ser multiplataforma, es decir, los programas desarrollados se pueden ejecutar en los principales sistemas operativos: Windows, Mac, Linux y Android.

<sup>2</sup> Open hardware se refiere a que el fabricante libera (hace público) los esquemas y planos de construcción del producto, y open software se refiere a que el programador libera el código fuente del programa para que sobre la base del mismo se siga mejorando y evolucionado. En ambos casos pueden o no ser gratuitos.

A continuación detallamos las herramientas ya mencionadas:

## PhysicsSensor

Si bien **SimulPhysics** ha servido de gran apoyo en el proceso de enseñanza y de aprendizaje en los cursos básicos de física para ingenieros en la UNalmed (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín), es PhysicsSensor el que más ha sorprendido por sus excelentes resultados en los laboratorios. Ésta es una plataforma **hardware-software** diseñada por docentes de la Escuela de Física de la UNalmed bajo el concepto de instrumentación virtual, es de libre uso, está en permanente desarrollo y permite llevar las TIC a los laboratorios de Ciencias Naturales con muy bajo costo. Sus características básicas son las siguientes:

Es multiplataforma, como se mencionó anteriormente.

- La computadora es la herramienta central. Además de permitir la organización, representación y análisis de datos, se convierte en un instrumento para realizar mediciones.
- Los sensores usados se acoplan a la computadora bien sea a través de la tarjeta de sonido o de una tarjeta de adquisición de datos, como la ARDUINO (Arduino, 2013), (Aristizábal, et al., 2012). Son de fácil implementación y también de muy bajo costo.
- Posee tutoriales para el manejo del software y del hardware, además de guías de laboratorio que ejemplifican el uso de la plataforma en las áreas de física, química y biología.

La versión 1.2.3. de esta plataforma posee las siguientes opciones: cronómetro, regresión lineal, regresión cuadrática, generador de señales armónicas, sonoscopio, sonómetro, analizador de espectros en el visible, analizador de patrones de intensidad, visualizador de datos en tiempo real.

La interfaz gráfica principal es al que se presenta en la siguiente imagen:

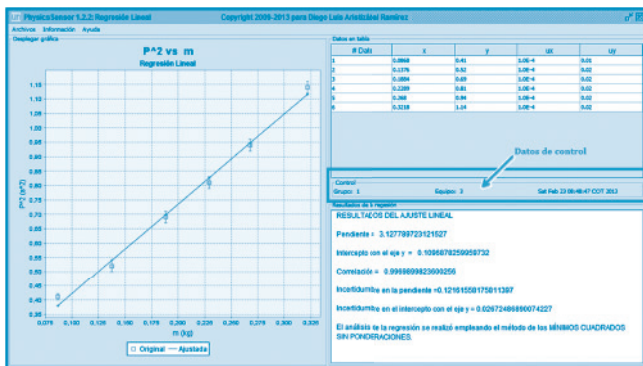


A continuación se hace una descripción breve de cada uno de estos elementos.

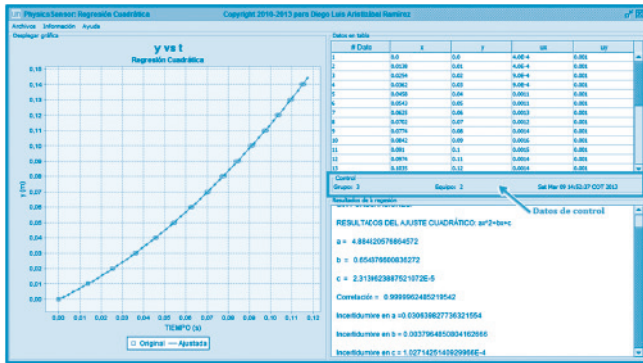
- **Cronometro.** Usa el reloj interno de la computadora y permite medir intervalos de tiempo con apreciación de 0,01 s.



- **Regresión lineal.** Dada una colección de datos, despliega la gráfica de la línea recta que mejor se ajusta (utiliza el método de mínimos cuadrados) con las respectivas barras de incertidumbre. Además, reporta los valores de la pendiente y el intercepto con las respectivas incertidumbres y la correlación del ajuste. Permite controlar la veracidad de los datos recolectados por los grupos de trabajo del laboratorio mediante la identificación del número del grupo, del curso y la fecha.



- **Regresión cuadrática.** Dada una colección de datos, el programa de regresión cuadrática despliega la gráfica de la parábola que mejor se ajusta. Utiliza el método de mínimos cuadrados con las respectivas barras de incertidumbre. Reporta los valores de los coeficientes de la parábola con las respectivas incertidumbres, además de la correlación del ajuste. Al igual que el programa de regresiones lineales, permite controlar la veracidad de los datos recolectados por los grupos de trabajo de estudiantes mediante la identificación del número del grupo, del curso y la fecha.



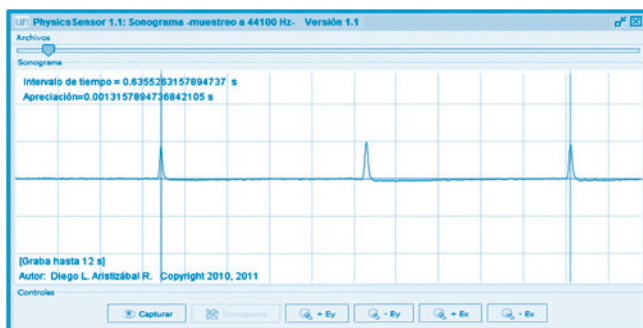
- **Generador de señales armónicas.** Emplea la tarjeta de sonido de la computadora y un amplificador para generar señales senosoidales entre 5 Hz y 5000 Hz, las cuales pueden ser utilizadas en la generación de sonidos armónicos, generación de ondas estacionarias en columnas de gas, cuerdas, varillas y placas, entre otras aplicaciones.



- **Sonoscopio.** Emplea la tarjeta de sonido del computador y con el uso de un micrófono es posible realizar, entre otras, las siguientes aplicaciones: visualización de formas de ondas sonoras, medición de periodos y frecuencias de sonidos, pulsaciones, etc.

Con el uso de una fotocompuerta (sensor de luz) de PhysicsSensor conectada a la entrada del micrófono del computador, se pueden medir intervalos de tiempo con apreciaciones del orden de los 23  $\mu$ s possibilitando realizar prácticas de laboratorio, como: medida de la aceleración de la gravedad con caída libre, cinemática rectilínea, medida de la aceleración de la gravedad con los modelos de péndulo simple y péndulo compuesto, segunda ley de Newton, oscilaciones en el sistema masa-resorte, colisiones y energía mecánica: traslación y rotación.

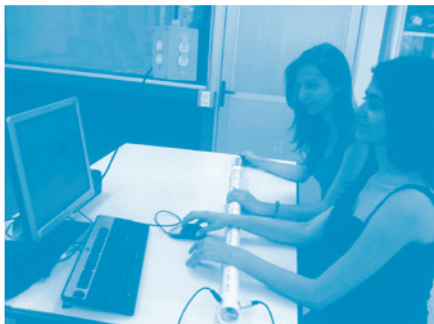
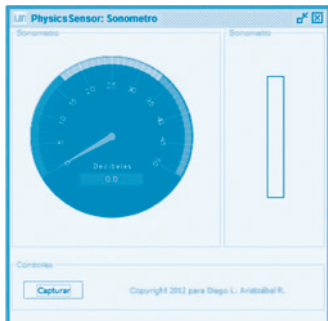




- **Sonómetro.** Emplea la tarjeta de sonido de la computadora y un micrófono. El sonido es muestreado a 44100 Hz y cuantizado con 8 bits (28= 256 niveles), permitiendo medir el Nivel de Intensidad sonora (NI) en un rango de 0 a 48 dB:

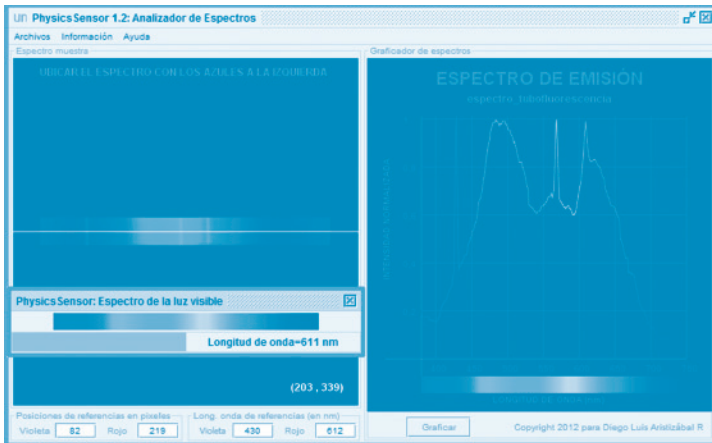
$$NI = 10 * \log \left( \frac{2^8}{2^0} \right)^2 \approx 48dB$$

Uno de sus usos es en la práctica de laboratorio, que permite detectar las posiciones de los vientres y nodos de presión en una columna de gas (tubo sonoro) para lograr medir con gran precisión y exactitud la velocidad del sonido en gases.

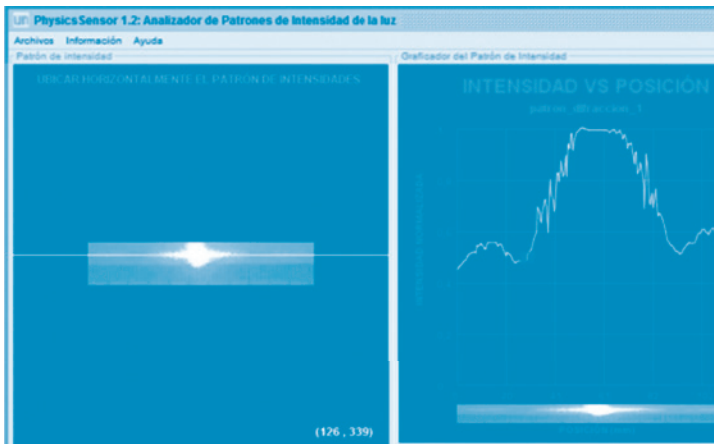




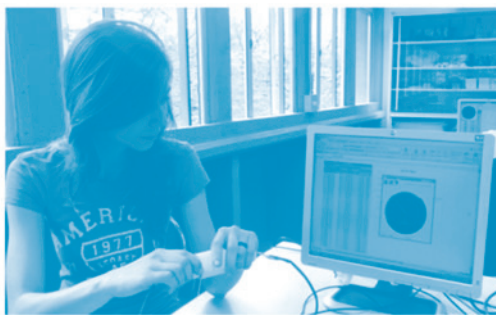
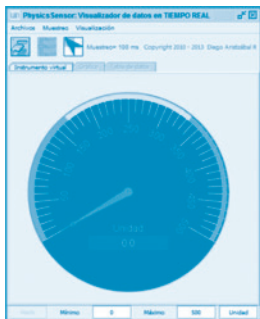
- **Analizador de espectros de luz visible.** Permite el estudio de los espectros de fuentes de luz, como por ejemplo el sol, las velas, las bombillas y las lámparas en general. Para esto sólo es necesario obtener una foto del espectro que se desea analizar, el cual se puede lograr superponiendo delante de la cámara una red de difracción, que podría ser un trozo de CD. Si se quiere, se puede construir un espectroscopio que permite hacer experimentos más refinados (en el sitio oficial de PhysicsSensor se documenta un diseño).



- **Analizador de patrones de intensidades de luz.** Permite el análisis del perfil de la distribución del patrón intensidades de luz, que es proyectado en una pantalla. Es ideal para obtener el valor de las posiciones de los mínimos y máximos en los experimentos de difracción e interferencia de la luz, para lo cual sólo es necesario obtener una foto de este patrón y tener una referencia de longitud sobre la pantalla.



- **Visualizador de datos en tiempo real.** Hace uso de la tarjeta de adquisición de datos ARDUINO y permite medir diferentes variables del ambiente mediante la adaptación de sensores, como por ejemplo temperatura, campo magnético, luminosidad, etc., utilizando un mismo instrumento virtual. Tiene el valor agregado de visualizar en una gráfica los datos que va adquiriendo el sistema en el tiempo real y además grabarlos en un archivo de texto plano en caso de requerirse un análisis posterior.



- **Visualizador de datos en tiempo Real de PhysicsSensor (izquierda). Un montaje (derecha).** Una de las ventajas de PhysycsSensor, es la posibilidad de ser implementada en cualquier Unidad Educativa con costos mínimos. Además, las y los estudiantes pueden construir la mayor parte de los equipos permitiéndoles experimentar bajo el concepto de “hágalo usted mismo”.

En este sentido, **PhysicsSensor** es una plataforma que fue diseñada para ser implementada fácilmente en las Unidades Educativas con bajos recursos el uso de las TIC se puede lograr excelentes resultados en los laboratorios de ciencias naturales (física, química, biología).

**PhysicsSensor** ayuda a encaminar a las y los estudiantes hacia la apropiación y transferencia de tecnología. Por ello, se recomienda que las y los estudiantes se involucren en el diseño e implementación de los equipos de laboratorio, lo cual permitirá una mejor comprensión de los fenómenos que se analizan y, adicionalmente, les fomenta la confianza para que sean artífices de una verdadera construcción de saberes y conocimientos y, por consiguiente, ciencia y tecnología.

## Ardulab y Labduino

Para comprender en qué consisten ambas propuestas, debemos saber primeramente qué es **Arduino**.

**Arduino** es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo diseñado para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8 por su sencillez y bajo costo que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado, el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque que es ejecutado en la placa.

**Arduino** se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a software tal como Adobe Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data. Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente.

**Arduino** puede tomar información del entorno a través de sus entradas analógicas y digitales, además de controlar luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a una computadora.

También cuenta con su propio software que se puede descargar de su página oficial que ya incluye los drivers de todas las tarjetas disponibles lo que hace más fácil la carga de códigos desde el computador.

## **Ardulab (laboratorio digital y virtual basado en el proyecto Arduinio)**

**ArduLab** es un entorno de trabajo que permite interactuar con una placa Arduino (Diecimila, Duemilanove o UNO) para conseguir crear un laboratorio virtual. Mediante **ArduLab** usted puede realizar una serie de actividades y experimentos orientados principalmente al aprendizaje de conceptos sencillos relacionados con la tecnología (principalmente física, electrónica y robótica).

**ArduLab** no es un entorno de programación, es un Laboratorio Virtual de Experimentación que permite a usted maestra, maestro y a sus estudiantes aprender, probar y conocer como paso previo a la programación de sistemas, con sensores y actuadores, basados en Arduino, los mismos que sirven como herramientas para controlar y/o medir temperatura, presión, intensidad de luz, sonido, etc., en el aprendizaje de la física.

**ArduLab** es un desarrollo del Grupo Avanzado del Aula de Robótica Complubot realizado mediante LabVIEW 2011 SP1.



**ArduLab** se puede conseguir desde la página de descargas [http://complubot.educa.madrid.org/proyectos/arduino/ardulab/download/ardulab\\_download.php](http://complubot.educa.madrid.org/proyectos/arduino/ardulab/download/ardulab_download.php). ArduLab se distribuye bajo licencia freeware (compartir gratis), esto es, con acceso a toda su funcionalidad y por tiempo ilimitado.

En este apartado sólo brindaremos esta información puesto que para desarrollarlo requeriríamos más que un texto, material electrónico y tiempo suficiente para hacer algunos talleres, aunque no dudamos que ustedes maestras y maestros de física en sus respectivas Unidades Educativas tomarán la iniciativa de investigar a profundidad y, por supuesto, construir los dispositivos electrónicos para implementar un laboratorio de física.

## Instalación de ArduLab<sup>3</sup>

**ArduLab** consta de dos componentes: el programa principal y el firmware. El programa principal usted puede instalar en su computadora personal con un sistema operativo Windows XP SP3, y Windows 7, usando el instalador descargado del enlace mencionado líneas arriba, una vez descomprimido (rar o zip) el archivo descargado.

El firmware se incluye en el directorio “firmware” y tiene la forma de “ardulab\_firmware\_xxx”. Este programa se instala de forma automática cada vez que ArduLab detecta que la placa Arduino conectada carece del mismo.

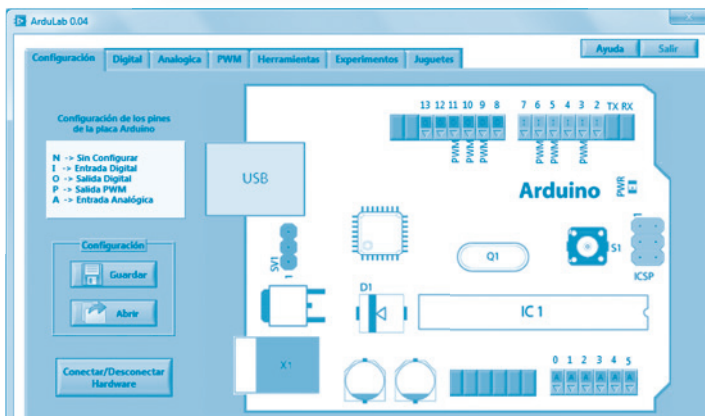
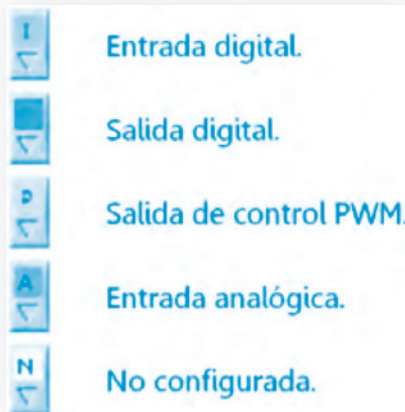
<sup>3</sup> En la página de ArduManía también se puede encontrar mayor información con relación a la implementación de ArduLab: <http://www.ardumania.es/arduino-y-ardulab1/> <http://www.ardumania.es/arduino-y-ardulab-2/>

Es el conjunto de instrucciones de un programa informático que se encuentra registrado en una memoria ROM, flash o similar. Estas instrucciones fijan la lógica primaria que ejerce el control de los circuitos de alguna clase de artefacto.

Si se desea, el firmware también se puede descargar a la placa Arduino de forma manual usando la versión 018 (como mínimo) del entorno de trabajo (IDE) Arduino.

## Configuración

La configuración es un paso fundamental en el manejo de ArduLab. En este espacio podemos configurar cuál será el comportamiento de cada uno de los terminales (pines) de la placa Arduino que tenemos disponibles con ArduLab. Así pues, un pin puede configurarse como:



Tome en cuenta que no todos los pines de la placa tienen las mismas posibilidades de configuración. En concreto, sólo algunas salidas se pueden configurar como **Salida de control PWM**, pero no hay que preocuparse; la utilidad de configuración de ArduLab no permite realizar configuraciones inadecuadas.

Los pines 0 y 1 no pueden configurarse ni usarse con ArduLab, ya que por ellos se realiza la comunicación serie que permite a ArduLab tomar el control de nuestra placa Arduino en todo momento.

Si una determinada configuración no es adecuada para una actividad, ésta no podrá ejecutarse y aparecerá un mensaje indicando aquello que debemos corregir.

Para hacer más cómodo el uso de ArduLab, las configuraciones pueden guardarse y abrirse en todo momento. De esta forma, nos resultará muy rápido y sencillo cambiar de una configuración a otra cuando queramos cambiar de actividad.

## Experimentación con sensores

En el blog Ardumanía (<http://www.ardumania.es/midiendo-distancias-con-un-sensor-de-ul-trasonidos/#comment-2999>) usted puede encontrar algunos ejemplos de construcción de sensores; así, por ejemplo, medir distancias con un sensor de ultrasonidos, el cual es un complemento imprescindible para muchos robots o vehículos controlados a distancia; es un sensor que permite saber la distancia libre de obstáculos para movernos. Si las distancias van a ser pequeñas podemos emplear sensores de infrarrojos, pero si desea moverse en áreas grandes y poder medir distancias en un rango de varios metros el complemento perfecto es un sensor de ultrasonidos.



Funciona exactamente igual que un radar; de hecho, es un pequeño radar. Emite un pulso de sonido a una frecuencia tan alta que es imperceptible para el oído humano y cronometra el tiempo que el sonido tarda en llegar a un obstáculo, rebotar y volver al sensor. Como la velocidad de propagación del sonido en el aire es un dato bien conocido (343,2 m/s) se aplica la fórmula ( $e = v \cdot t$ ) y se calcula la distancia recorrida por el sonido. Parece fácil, ¿verdad?... En sí lo es, puesto que es una aplicación práctica de la física.

## Labduino, otra alternativa de arduino aplicado a la enseñanza de las ciencias

En el blog Labduino también se pueden encontrar un sinnúmero de ideas para construir herramientas digitales y electrónicas para la implementación de laboratorios. La dirección del blog es: <http://labduino.blogspot.com/>



## Enlaces a sitios web con materiales digitales interactivos

Simulaciones interactivas	Dirección electrónica para su descarga
Educaplus (física-química-biología) <a href="http://educaplus.org/">http://educaplus.org/</a>	<a href="http://educaplus.org/">http://educaplus.org/</a>
Phet (física-química-biología)	<a href="https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/new">https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/new</a>
700 applets de física-química	<a href="http://perso.wanadoo.es/oyederra/">http://perso.wanadoo.es/oyederra/</a>
Laboratorio de simulaciones físicas	<a href="http://www.saintmarys.edu/~rtarara/software.html">www.saintmarys.edu/~rtarara/software.html</a>
Simulaciones para la enseñanza de (física, química, biología)	<a href="http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/recursos/simulphysics/simulphysics_windows_32_bits_version_1.0.rar">http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/recursos/simulphysics/simulphysics_windows_32_bits_version_1.0.rar</a>
Simulaciones para estudiar la materia	<a href="http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/">http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/</a>
	<a href="http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2004/iniciacion_interactiva_materia/materiales/indice.html">http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2004/iniciacion_interactiva_materia/materiales/indice.html</a>
	<a href="http://51967725.es.strato-hosting.eu/mod/resource/view.php?id=4857">http://51967725.es.strato-hosting.eu/mod/resource/view.php?id=4857</a>
	<a href="http://tema4deprimerodeesolosestadosdelamateria.wikispaces.com/iniciacion+interactiva+a+a+la+materia">http://tema4deprimerodeesolosestadosdelamateria.wikispaces.com/iniciacion+interactiva+a+a+la+materia</a>

Simulaciones interactivas y videos para estudiar magnitudes y medidas	<a href="http://blog.educastur.es/eureka/4%C2%BA-fy-q/02-magnitudes-y-unidades/">http://blog.educastur.es/eureka/4%C2%BA-fy-q/02-magnitudes-y-unidades/</a>
	<a href="http://apps.cmsfq.edu.ec/biologyexploringlife/skills/measurements/page2/measure2.swf">http://apps.cmsfq.edu.ec/biologyexploringlife/skills/measurements/page2/measure2.swf</a>
	<a href="http://nea.educastur.princast.es/repositorio/RECUR-SO_ZIP/1_jantoniozu_web_depart_final/web_depart_final/multimedia/todo1ESO.swf">http://nea.educastur.princast.es/repositorio/RECUR-SO_ZIP/1_jantoniozu_web_depart_final/web_depart_final/multimedia/todo1ESO.swf</a>
	<a href="http://www.taw.org.uk/lic/itp/itps/measuring-Cylinder_1_2.swf">http://www.taw.org.uk/lic/itp/itps/measuring-Cylinder_1_2.swf</a>
	<a href="https://www.wisc-online.com/learn/career-clusters/stem/amt2204/proper-digital-multimeter-placement">https://www.wisc-online.com/learn/career-clusters/stem/amt2204/proper-digital-multimeter-placement</a>
Colecciones de animaciones Flash y Applets Java par la enseñanza de la física	<a href="http://www.fisica.uh.cu/bibvirtual/fisica_aplicada/fisica1y2/animaciones.htm">http://www.fisica.uh.cu/bibvirtual/fisica_aplicada/fisica1y2/animaciones.htm</a>
	<a href="http://salvadorhurtado.wikispaces.com/DIN%C3%81MICA">http://salvadorhurtado.wikispaces.com/DIN%C3%81MICA</a>
	<a href="http://blog.utp.edu.co/darwinloterocardona/files/2011/11/inicio4.swf">http://blog.utp.edu.co/darwinloterocardona/files/2011/11/inicio4.swf</a>
	<a href="http://netvunq.wikispaces.com/animaciones">http://netvunq.wikispaces.com/animaciones</a>
	<a href="http://www.opensourcephysics.org/">http://www.opensourcephysics.org/</a>
Software, documentos y ejemplos de applets java elaborados con Easy Java Simulation	<a href="http://compadre.org/PQP/">http://compadre.org/PQP/</a>
	<a href="http://www.compadre.org/Physlets/">http://www.compadre.org/Physlets/</a>
	<a href="http://fem.um.es/Ejs/LibroEjs/">http://fem.um.es/Ejs/LibroEjs/</a>
	<a href="http://webs.um.es/jmz/IntroFisiCompu/ejs/Introduccion.html">http://webs.um.es/jmz/IntroFisiCompu/ejs/Introduccion.html</a>
	<a href="http://www.um.es/fem/Download/Ejs/EjsManual_">http://www.um.es/fem/Download/Ejs/EjsManual_</a>
	<a href="http://easyjavasimulationsuta.blogspot.com/">http://easyjavasimulationsuta.blogspot.com/</a>
	<a href="http://140.122.141.5/wikipublisher/EJSmanual.es.pdf">http://140.122.141.5/wikipublisher/EJSmanual.es.pdf</a>
Aplicación del ordenador en la enseñanza de la física	<a href="http://www.ii.udc.es/lail/em/curso2/index.htm">http://www.ii.udc.es/lail/em/curso2/index.htm</a>
	<a href="http://www.mrwaynesclass.com/teacher/Impulse/SimPhyslet/">http://www.mrwaynesclass.com/teacher/Impulse/SimPhyslet/</a>
	<a href="https://www.design-simulation.com/ip/curriculum/">https://www.design-simulation.com/ip/curriculum/</a>



## Actividades de valoración

A partir de las herramientas que se pudieron conocer en el presente documento, identifique cuatro de aquellas que llamaron su atención y describa **¿cómo pueden ayudarle éstas dentro del proceso educativo?**

Nombre de la Herramienta	¿Cómo le podrían ayudar a usted en el proceso educativo?

## Consigna de aplicación

- Elabore un Plan de clase para el desarrollo de cualquier unidad temática, incorporando el uso de las diferentes herramientas aprendidas en el presente curso.
- Aplique la planificación elaborada.
- Sistematice las experiencias vividas durante la aplicación, logros, dificultades, sugerencias.



## Bibliografía

- » Arduino (s.f.). Arduino.cc. Recuperado el 20 de septiembre de 2014, de <http://arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- » Aristizábal, D., Restrepo, R., Ramírez, C., Montoya, N., & González, E. &. (2013). Uso de las NTIC para apoyar la enseñanza de la física básica para ingenieros: experiencia en la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Recuperado el 20 de septiembre de 2014, de <http://www.virtualeduca.info/ponencias2013/272/nticfisicauniversidadnacionalcolombiamedellin.pdf>
- » Dussel, I., & Southwell, M. (s.f.). El Monitor. Recuperado el 20 de septiembre de 2014, de La escuela y las nuevas alfabetizaciones. Lenguajes en plural: <http://www.me.gov.ar/monitor/nro13/dossier1.html>
- » Esquembre, F., Martín, E., Christian, W., & Belloni, M. (2004). Fislets: Enseñanza de la Física con material interactivo. Recuperado el 24 de septiembre de 2014, de <http://www.um.es/fem/Fislets/CD/>
- » López, A. (s.f.). Escuela Politécnica Superior. Universidad de La Coruña. Recuperado el 24 de septiembre de 2014, de Tema 3. Utilización de Applets en la enseñanza de la física: <http://www.ii.udc.es/~lail/em/curso2/tema3.pdf>
- » Ministerio de Educación (2014). Unidad de Formación No. 15 Física-Química "Modelización Matemática e Informática en el aprendizaje de la Física-Química". (E. PROFOCOM, Ed.). La Paz, Bolivia: Cuadernos de Formación Continua.
- » Prensky, M. (2010). Nativos e inmigrantes digitales. Madrid, España: Institución educativa SEK.
- » Tapia, G. (2010). La informática y electrónica como recursos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Cochabamba, Bolivia.



MINISTERIO DE  
**educación**

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA 

MINISTERIO DE EDUCACIÓN

Av. Arce No. 2529

[www.minedu.gob.bo](http://www.minedu.gob.bo)

<http://tic.minedu.gob.bo>



**educabolivia**  
portal educativo

**ONEFCO**  
Unidad Especializada de Formación Continua  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN 