

MEMORIA DE ACTIVIDADES

Proyecto de Innovación y Mejora Docente:

Virtualización de prácticas para el laboratorio de Física

ID2021/202

Coordinador: Vicent Mateu Barreda

Departamento de Física Fundamental
Facultad de Ciencias

Salamanca, 29 de junio de 2022

1. Relación de miembros del equipo de trabajo:

NIF	Nombre y Apellidos	Correo	Teléfono
52799426M	Vicent Mateu Barreda	vmateu@usal.es	4767
07974544F	María Teresa Fernández Caramés	carames@usal.es	1375
18064352-Z	Néstor González Gracia	ngonzalez@usal.es	

2. Introducción y recordatorio de los objetivos:

La coyuntura académica derivada de la pandemia de Covid 19 ha puesto de manifiesto la necesidad de trasladar algunos aspectos de la docencia al mundo virtual. En la asignatura “Física Aplicada a la Biología”, en la que los miembros de este proyecto impartimos, entre otros profesores, la parte práctica, esto es especialmente necesario debido a alto número de alumnos matriculados. Por ello, para el curso 2021-22, nos hemos propuesto con este proyecto:

- Llevar a cabo la virtualización de una parte significativa del Laboratorio de Física en la asignatura Física Aplicada a la Biología, que permitirá aligerar la presencialidad las prácticas.
- Difundir el material hacia otros grados y titulaciones en las que se curse Física General, que puedan beneficiarse de éste, tanto de la USAL como externas a ella.
- Construir una herramienta que, mediante la manipulación, facilite la asimilación de contenidos teóricos.

- Elaborar un código informático que agilice la corrección y evaluación de los materiales relacionados con las prácticas virtualizadas.

3. Descripción de la herramienta para realización de las prácticas

Como hemos indicado, el objetivo principal del proyecto es la creación de un laboratorio virtual para realizar prácticas de la asignatura “Física Aplicada a la Biología”, de 1º del Grado en Biología.

Aunque existen en el mercado diferentes opciones de software comercial con simulaciones de experiencias físicas, éstas presentan una serie de desventajas:

- i) tienen un alto coste económico
- ii) no funcionan correctamente en todos los sistemas operativos, lo que hace de más difícil acceso para los estudiantes
- iii) no tienen la flexibilidad necesaria para adaptarse a las necesidades docentes, ni se adaptan perfectamente a nuestro temario

Sabemos que los alumnos se conectan desde una gran variedad de dispositivos, con distintos sistemas operativos, distintos navegadores, distintos estados de actualización de las aplicaciones, lo que a priori puede suponer problemas de conexión y de funcionamiento.

Para ello, pensamos que lo que mejor resulta, a la hora de evitar problemas, es emplear el propio navegador (Edge, Chrome, Firefox, Safari, etc.) como interfaz fundamental entre el estudiante y el laboratorio virtual.

Con esto se consigue que el programa de simulación funcione en cualquier plataforma (móvil, tablet, portátil, etc.), y desde cualquier sistema operativo (Linux, Windows, Mac, Android, etc...) y desde cualquier navegador, sin

necesidad de instalar software adicional, ya que los navegadores son a su vez intérpretes del lenguaje de programación JavaScript.

El lenguaje html5, de tipo *markup*, ofrece a su vez diversos recursos para interaccionar con la experiencia de virtualidad de manera óptima: *links*, formularios, botones, barras deslizadoras, tablas, y figuras en tipo nativo con canvas. Por lo tanto, no se emplearían elementos obsoletos como *Adobe Flash player* o *applets* de *Java*. Mediante las hojas de estilo en cascada (CSS por sus siglas en inglés) se puede dar un aspecto visual muy atractivo a la interfaz.

Nuestro manejo de herramientas avanzadas de programación, como *html5*, *Python*, métodos de Monte Carlo, adaptadas a la elaboración de contenidos web, nos han permitido la construcción de simulaciones de experiencias físicas, como la formación de imágenes estudiada en el tema de Óptica o la descarga exponencial de circuitos RC estudiada en el tema de Electricidad.

Como resultado del proyecto, se ha construido un portal web, que se ubica en:

<https://virtualab.usal.es/biolab/index.html>

En él se alojan:

- La plataforma para las simulaciones físicas
- Los guiones de prácticas
- La teoría relacionada con el desarrollo de la práctica
- Colección de problemas de interés para las clases magistrales que se podrán resolver más fácilmente gracias a la simulación.

El estudiante accederá a esta web con objeto de realizar de manera virtual dos prácticas que antes se realizaban presencialmente. Las dos experiencias prácticas que se alojan son:

1) Componentes ópticos elementales (óptica geométrica y formación de imágenes por lentes)

2) Descarga de un condensador (circuito eléctrico de tipo RC)

La manera de proceder será la siguiente:

- 1) El estudiante repasará la teoría relacionada con la práctica
- 2) Leerá detalladamente el guion que se ubica en la pestaña correspondiente
- 3) Utilizará la simulación de manera libre para familiarizarse con el entorno virtual
- 4) Llevará a cabo la experiencia siguiendo las indicaciones del guion
- 5) Introducirá los datos recogidos en las tablas que aparecen en la misma web
- 6) Descargará la tabla en el formato solicitado por el profesor. Puesto que hay distintos profesores que van a corregir estas prácticas, la web ofrece distintas opciones, que descargarán los datos introducidos en la tabla en el formato seleccionado de entre los que aparecen en el desplegable diseñado al efecto.

Condensador $C_1 = 100 \mu\text{F}$

t (s)	V(t) (V)	Ln[V(t)]
0	10	2,303
10	0	0
20	0	0
30	0	0
40	0	0
50	0	0
60	0	0
70	0	0
80	0	0
90	0	0
100	0	0
110	0	0
120	0	0
130	0	0
140	0	0
150	0	0
160	0	0
170	0	0

Page Size 30 First Prev 1 Next Last

Descargar CSV Descargar hoja excel Descargar PDF Imprimir tabla

- 7) La web también ofrece la generación de representaciones gráficas de las series de datos recogidas

Tal y como se puede ver, es un entorno de trabajo completo y autocontenido, que permite la realización y recogida de datos de cada una de las experiencias.

Nos permitimos destacar que es una plataforma única en nuestro país, ya que otras simulaciones que se pueden encontrar en internet son parciales (no permiten tanta versatilidad de opciones de trabajo), están obsoletas o bien mal mantenidas. De la constatación de esta realidad nació este proyecto.

A continuación, incluimos capturas de pantalla de algunas secciones de la web:

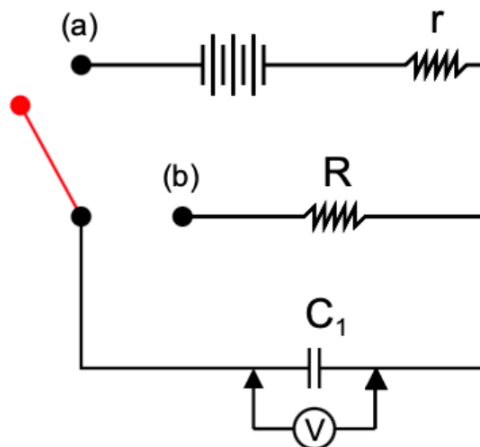
Instrucciones para el desarrollo práctico:

Comenzaremos con el condensador de mayor capacidad.

1. Seleccionar el condensador C_1 pulsando en el botón Cambiar condensador, que permite elegir uno u otro condensador.
2. Debéis ajustar el valor del voltaje inicial (correspondiente a $t = 0$) usando la **la barra móvil**, escogiendo un valor de V_0 entre 9.5 y 10.5 voltios.
3. Probad los botones del **Cronómetro**, para familiarizaros con él.
4. Para cargar el condensador, pulsa el botón **Cargar/Descargar/Reiniciar**, y espera unos segundos hasta que el potencial alcance el valor de V_0 que has seleccionado en el punto 2.
5. Cuando se cargue completamente, púlsalo de nuevo para empezar la descarga, momento en que se enciende automáticamente el cronómetro. Si pulsas una tercera vez, se reinicia el circuito. Observa la figura que esquematiza el circuito, en la que el conector rojo va tomando distintas posiciones.
6. Anota los valores del potencial que indica el voltímetro cada 10 segundos, durante un total de un total de 5 minutos. En la mayoría de navegadores, para ayudarlos, suena un breve pitido o vibración que os indica el instante en el que debéis anotar la lectura.
7. Podéis añadir vuestros datos experimentales en la columna central de la tabla que aparece más abajo. Veréis que se genera automáticamente una gráfica, que servirá para mostraros la evolución del potencial en el tiempo.
8. Una vez anotados los valores de potencial, pulsad el botón **Descargar hoja Excel**. Obtendréis un documento Excel con los datos experimentales, en el cual podéis realizar los cálculos que se piden (consultar el guion).
9. Una vez tengáis todos los resultados, con sus incertidumbres correspondientes, debéis anotarlos en la tabla de resultados. Estos resultados deberán estar expresados en las unidades correspondientes en el sistema internacional.
10. Seguimos el mismo procedimiento para el condensador de $33\ \mu\text{F}$, C_2 . Para ello, repetir los pasos del 1 al 9, seleccionando este condensador.
11. Por último, y lo más importante, es enviar a vuestro profesor los documentos que éste os pida, y en el formato que os indique.

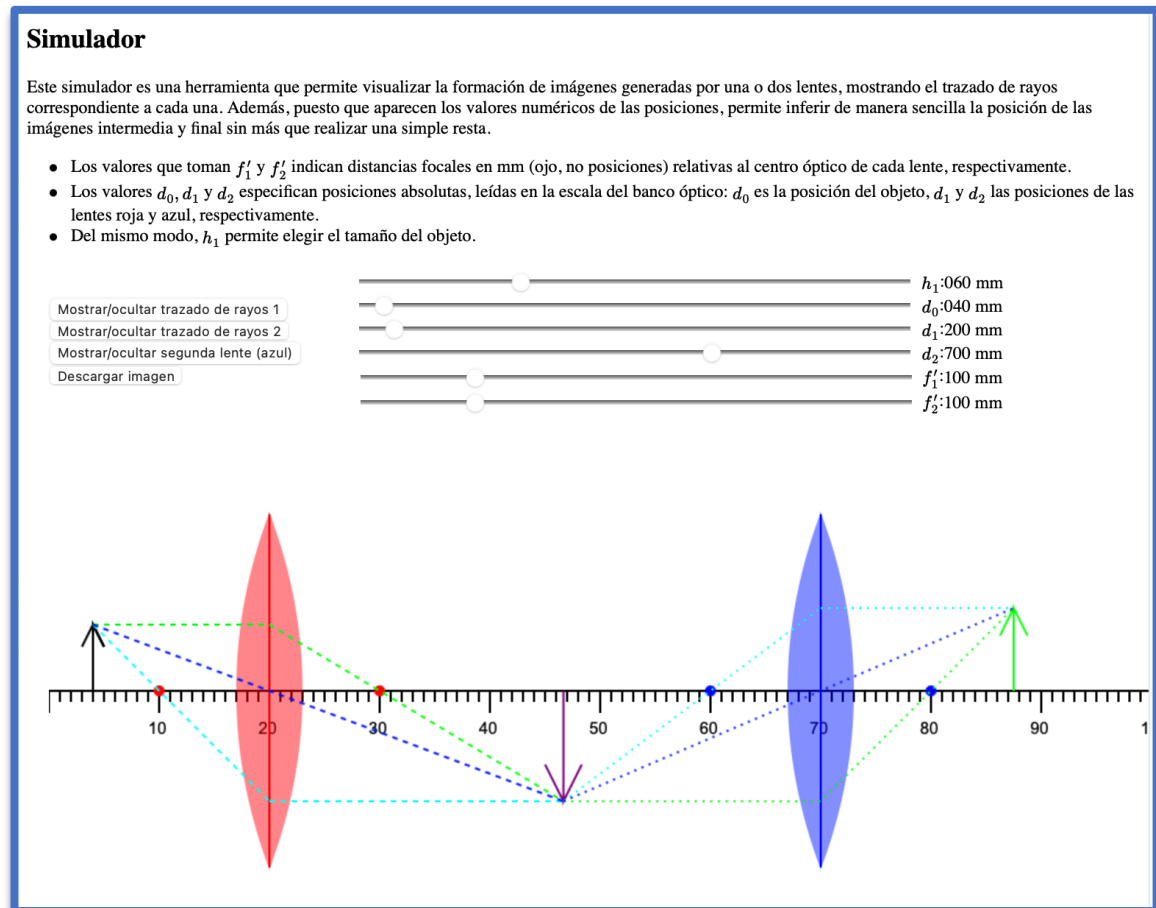
Un extracto del guion:

Para realizar la práctica en modo virtual, disponemos de un circuito como el de la Figura 1, en el que es posible introducir dos condensadores con capacidades distintas: $33\ \mu\text{F}$ y $100\ \mu\text{F}$. Para ello se dispone del botón Cambiar condensador.



Simulador de dos lentes:

Permite jugar con la posición y tamaño del objeto situado a la izquierda, y seleccionar características de cada una de las dos lentes. Genera la imagen que aparecería en tal situación.



4. Herramienta para la corrección automatizada de las prácticas

En esta segunda parte del proyecto se ha confeccionado, utilizando el lenguaje de programación *Python*, un script que lee los archivos de datos mencionados en el apartado anterior, y genera un informe por pantalla. El objetivo es automatizar en gran medida las tareas de corrección. Tradicionalmente, el profesor evaluador debe rehacer los cálculos del alumno para ver si los datos que recoge se traducen en los resultados que presenta. Es un proceso muy costoso en términos de tiempo, más aún, teniendo en cuenta el elevado número de estudiantes que cursan la materia en cuestión, que sobrepasa el centenar.

Con el desarrollo de este script se reducirá el tiempo de corrección de manera muy significativa, permitiendo al profesor dedicar este ahorro de tiempo a mejorar la atención en tutorías o facilitar a los alumnos una corrección más inmediata, mejorando así el aprovechamiento. Además, permitirá una evaluación más justa y objetiva.

Para ello, se ha empleado un código de colores para resaltar en qué grado se ha realizado correctamente la práctica: verde (correcto, error inferior al 5%), azul (error inferior al 20%), rojo (incorrecto).

```

CasasolaFernandez_Diego

Una sola lente
Valores individuales
S   S'   S'   fA'   fA'   h'   h'   M   fB'   fB'
-20 60.00 60.00 15.00 15.00 -3.00 -3.00 -3.00 15.00 15.00
-22 47.00 47.14 14.99 14.99 -2.20 -2.14 -2.14 14.99 15.13
-24 40.00 40.00 15.00 15.00 -1.70 -1.67 -1.67 15.01 15.11
-26 35.50 35.45 15.00 15.01 -1.40 -1.36 -1.37 15.03 15.17
-28 32.50 32.31 15.04 15.04 -1.20 -1.15 -1.16 15.04 15.27
-30 30.00 30.00 15.00 15.00 -1.00 -1.00 -1.00 15.00 15.00
-32 28.50 28.24 15.07 15.07 -0.90 -0.88 -0.89 15.07 15.16

Valores promedio
fA = 15.01 +- 0.03 mm fA' +- 15.01 0.03
fB = 15.02 +- 0.03 mm fB' +- 15.02 0.03

Dos lentes
Medidas
ej  S1  S2'  S2'  h2'  h2'
1  -25  5.5  5.56 -0.7 -0.67
2  -10  12.5 12.5 -0.8 -0.75

Ejercicio
ej f1' S1  S1'  S1'  h1'  h1'  f2'  h2  S2  S2  S2'  S2'  h2'  h2'
1  15 -25.00 37.50 37.50 -1.50 -1.50 10 -1.50 12.50 12.50 5.60 5.56 -0.70 -0.67
2  15 -10.00 -30.00 -30.00 3.00 3.00 10 3.00 -40.00 -50.00 13.30 12.50 -1.00 -0.75
3  10 -25.00 16.70 16.67 -0.70 -0.67 15 -0.70 -8.30 -8.33 -18.60 -18.75 -1.60 -1.50

press key to continue

```

El propio script, en primer lugar, obtiene del conjunto de los archivos entregados un listado de los nombres de los estudiantes. Tras ello, analiza y evalúa por orden alfabético los informes recibidos. Para cada estudiante, presenta una tabla con los resultados calculados. Al lado de cada columna, el programa escribe otra columna con los resultados que deberían haberse obtenido para el conjunto de datos que ha medido ese estudiante en particular. En el laboratorio, cada estudiante toma unas medidas, y a partir de ellas realiza los cálculos que se indican en el guion, para llegar a unos resultados. Es obvio que el resultado

correcto para cada estudiante es distinto, ya que las medidas que cada uno toma son un conjunto único. Por ello, la automatización es necesaria. De no ser así, el profesor debe realizar los cálculos para cada serie de medidas, un proceso que consume muchísimo tiempo.

5. Valoración de los resultados obtenidos

Estamos satisfechos con el grado de consecución de los objetivos, ya que ha sido posible crear todo el portal web, elaborar las simulaciones en html5, testearlas antes del comienzo del periodo de prácticas (noviembre y diciembre) y subir todo el material complementario.

El portal web y las simulaciones han servido para que 2 de las 7 prácticas que tradicionalmente formaban parte de la asignatura pasaran a realizarse online, con la consiguiente mejora en el proceso de coordinación con otras asignaturas, espacios y profesores.

Alrededor de 200 alumnos han realizado las citadas prácticas online, de manera asíncrona, en el momento que ellos han decidido desde sus casas, gracias a lo cual se han descongestionado los laboratorios en un momento difícil por la situación sanitaria.

Haber tenido la ocasión de testear nuestro trabajo con 200 alumnos nos ha permitido corregir pequeñas incidencias que nos han ido comunicando. En todos los casos han sido pequeños detalles que han sido corregidos en el momento de la detección, mejorando así la experiencia de usuario.

La disminución del volumen de trabajo en las tareas de corrección también ha sido notable, permitiendo que cada estudiante reciba su calificación de manera mucho más temprana.

6. Conclusiones

La creación de simulaciones online para la realización de las prácticas supone un gran trabajo, pero se compensa con creces por las ventajas que aporta para su uso en el aula.

Los alumnos, presentes y futuros, que se matriculen en la asignatura “Física Aplicada a la Biología” tendrán acceso a herramientas de aprendizaje únicas en Internet, creadas expresamente para adaptarse al temario de la asignatura, tanto en su parte teórica como experimental.

Queremos incidir en que estas simulaciones no sirven únicamente para la toma de medidas en la práctica de laboratorio correspondiente, sino que su uso libre, fuera de las indicaciones del guion, permite ilustrar dos de los temas incluidos en el temario de teoría: la descarga de circuitos RC y la formación de imágenes por lentes, ayudando así en la comprensión y asimilación de los mismos.

Desde el punto de vista del profesor, es una manera de homogeneizar la toma de medidas, de descargar los laboratorios, así como dotar a los docentes de una herramienta para calificar más objetivamente y de manera más inmediata.

Por todo eso, nos planteamos seguir en esta línea en cursos futuros, bien ampliando el catálogo de experiencias online de esta asignatura, o bien comenzando a elaborar simulaciones de otras asignaturas en las que impartamos docencia.