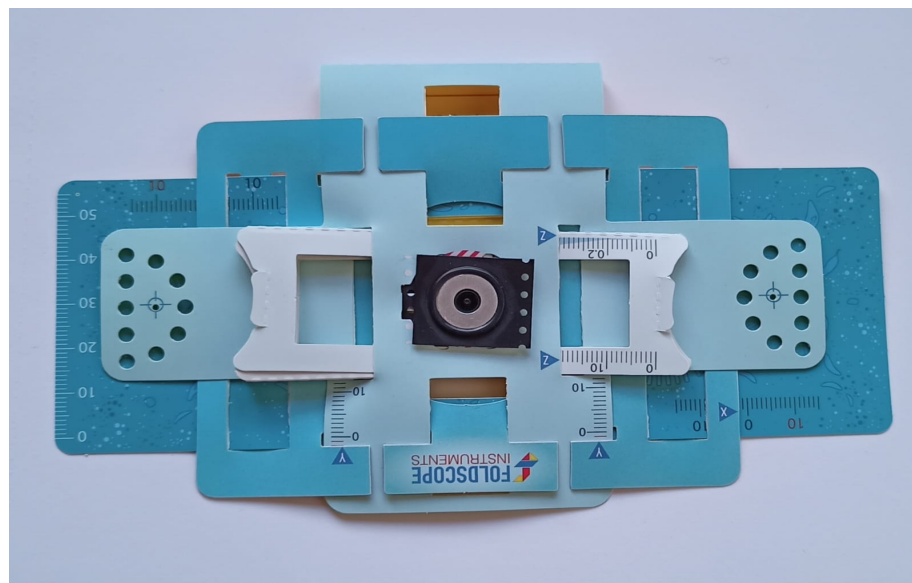


Proyecto de Innovación Docente

ID2019/112

Sacar las clases prácticas del laboratorio a la calle:
Foldscope. Uso de microscopios plegables como
herramienta docente.



Índice

Equipo del proyecto de innovación docente.....	2
Descripción del proyecto de innovación docente	3
Objetivos del proyecto de innovación docente	3
Plan de trabajo	4
Desarrollo del proyecto.....	4
Búsqueda de muestras.....	5
Preparación de las muestras	5
Observación de las muestras	6
Ejemplos de fotografías de las muestras.....	6
Realización de trabajo final	13
Opiniones de alumnos.....	15
Evaluaciones de los alumnos (encuesta realizada en Studium)	16
Presupuesto	19

Equipo del proyecto de innovación docente

COORDINADOR DEL PROYECTO:

José Ramón Alonso Peña jralonso@usal.es

EQUIPO

	Nombre y apellidos	
	José Ramón Alonso Peña	
	Eduardo Weruaga Prieto	
	Concepción Lillo Delgado	
	David Alonso Peña	
	Carlos Hernández Pérez	
	Ester Pérez Martín	
	Irene Alonso Esquisábel	
	Martha Rosalía Villabona García	

1. Innovación en metodologías docentes para para desarrollo de competencias generales o específicas

Proyectos dirigidos a la innovación en: las clases magistrales, estudios de casos prácticos, resolución de ejercicios y problemas, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje por proyectos, aprendizaje cooperativo y clases prácticas

Descripción del proyecto de innovación docente

Foldscope es un microscopio plegable, de un precio irrisorio (en este proyecto se adquirieron, incluyendo material adicional y transporte por 4 euros por unidad), que va a suponer una revolución en el abordaje de la docencia y la investigación sobre la organización celular de organismos y que tiene un fuerte componente social pues puede ayudar a detectar enfermedades y parasitosis en países en desarrollo, donde la carencia de equipos de diagnóstico es un problema real y potencialmente mortal. Su bajo precio, portabilidad, facilidad de uso y su presencia en grupos de trabajo conectados a nivel mundial mediante redes sociales puede ser una oportunidad para solucionar uno de los problemas recurrentes de las asignaturas basadas en el microscopio, que los alumnos no disponen de él fuera de las horas, muy limitadas, de trabajo en las salas de microscopios.



El equipo solicitante tiene experiencia en las tres bases de este proyecto:

- a) Proyectos de innovación docente
- b) Uso de nuevas tecnologías en la enseñanza universitaria
- c) Fomento del conocimiento y la participación mediante la divulgación científica

Objetivos del proyecto de innovación docente

El **objetivo general** es introducir un innovadora herramienta docente de imagen que supere la dificultad de contar con la herramienta básica, el microscopio, en las asignaturas que estudian las células y tejidos. Incluye que los alumnos se conviertan en el sujeto central del proceso educativo y exploren la organización de animales, plantas, hongos y organismos unicelulares en su entorno (comida, naturaleza, aguas contaminadas, etc.).

Objetivos específicos:

- Promover el uso de nuevas tecnologías innovadoras, de imagen en este caso, en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

- Favorecer un ambiente de aprendizaje abierto, ameno y atractivo que capte la atención y el interés del alumno y le convierta en protagonista de su propio aprendizaje.
- Conocer las posibilidades de los microscopios plegables para emplearlos como complemento de la docencia práctica reglada en las asignaturas impartidas por el equipo solicitante.
- Desarrollar la actitud crítica, la capacidad de reflexión y de resolución de conflictos, problemas o de diferentes cuestiones que se planteen en la asignatura utilizando el método científico.
- Fomentar la motivación y el interés en alumnos universitarios para lograr una mayor participación activa y una implicación en los problemas de la sociedad.
- Inculcar valores como el uso del método científico, la investigación propia, el placer del descubrimiento, la curiosidad y la creatividad, la implicación con los problemas de nuestro mundo (contaminación, crisis climática, alimentos saludables, calidad de agua, enfermedades parasitarias, etc.)

Plan de trabajo

Un Foldscope es un microscopio óptico que se puede ensamblar a partir de componentes simples, que incluyen una cartulina u hoja de plástico, una lente de vidrio esférica, un diodo emisor de luz y un panel difusor, junto con una pila de reloj que alimenta el LED. Fue desarrollado por Manu Prakash, profesor de bioingeniería en la Universidad de Stanford, y diseñado para costar menos de un dólar. Es parte del movimiento de "ciencia frugal" que tiene como objetivo poner a disposición de los países en desarrollo herramientas baratas y fáciles para uso científico. También puede ser muy útil, y es el objetivo del presente proyecto de innovación docente, como herramienta para la enseñanza práctica y para iniciar a los alumnos de primeros cursos en el interés por la investigación.

La base teórica del foldscope son los primeros microscopios de Leuwenhoek, que también usaban lentes simples esféricas. El Foldscope pesa 8 gramos y viene en un kit con múltiples lentes que proporcionan un aumento de 140X a 2,000X. El kit también incluye imanes que se pueden pegar en el Foldscope para adosarlo a un teléfono móvil, lo que permite al usuario tomar fotografías de la muestra. El poder de magnificación es suficiente para permitir la detección de organismos como *Leishmania donovani* y *Escherichia coli*, así como parásitos de la malaria. Un Foldscope puede imprimirse en una hoja de papel A4 estándar y ensamblarse en siete minutos. Prakash afirma que el Foldscope puede sobrevivir a las duras condiciones, incluido ser arrojado al agua o arrojado desde un edificio de cinco pisos.

Desarrollo del proyecto



El Kit Foldscope es un microscopio de papel que viene con una serie de accesorios para poder montarlo y preparar tus propias muestras. Es una herramienta bastante útil ya que permite observar de una manera más precisa un objeto, en nuestro caso, partes de las plantas, que el ojo humano no puede ver a simple vista.

En primer lugar, los alumnos montaron el microscopio. Tras doblar y ensamblar varias partes los microscopios fueron tomando forma poco a poco. Además, añadieron las lentes necesarias para poder observar las muestras. Una vez terminado el microscopio, tenían que preparar sus muestras de las plantas, probar soluciones para observar mejor los preparados y recoger toda la información posible de lo que podían ver. Finalmente tenían que hacer un trabajo recogiendo todo este proceso.

Búsqueda de muestras

Para comenzar, los alumnos buscaron un lugar donde pudieran hallar una gran variedad de plantas, con la idea de tener la mayor variedad posible de muestras diferentes que observar.

Una vez allí fue tomando partes tales como: pétalos de distintos colores, polen, raíces, tallos.... Aunque no todas fueron válidas para la observación, ya que es conveniente que la muestra no sea de gran grosor; porque esto ocasiona que en el foldscope la imagen sea opaca al ponerlo a contraluz.



Preparación de las muestras



Los alumnos tuvieron que hacer una mínima preparación de las muestras. El mayor problema que tuvieron es que la microscopía requiere que la luz pueda atravesar la muestra pero no disponían de sistema de microtomía para hacer las preparaciones. Algunos optaron por usar muestras pequeñas (piel de cebolla, polen, semillas), otros por

buscar sistemas de corte (tijeras, cortaúñas, cuchillos..., otros tuvieron mejor éxito desgarrando las muestras.

Una vez recogidas las muestras el siguiente paso es extraer pequeñas partes de estas para poder situarlas en el pequeño rectángulo del cartón que incluye el foldscope.

Para ello, utilizaban normalmente unas tijeras y un cuchillo.

Una vez que han separado la parte que deseaban observar la han fijado en el hueco del cartón con ayuda de unas pinzas y celo para así evitar que se desprenda durante la observación.



Observación de las muestras

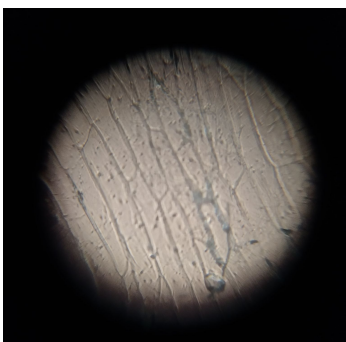
Una vez preparada la muestra, lo único que tenían que hacer es, tras colocarlo en el foldscope; mirar por el orificio de la cara azul (de cara a una fuente de luz, para así observar los colores de la muestra), ajustar el enfoque (hasta que se defina la imagen) e ir moviendo la muestra por la lente para no dejar ningún rincón sin observar.

Los alumnos podían hacer fotos acoplando el foldscope a su teléfono móvil



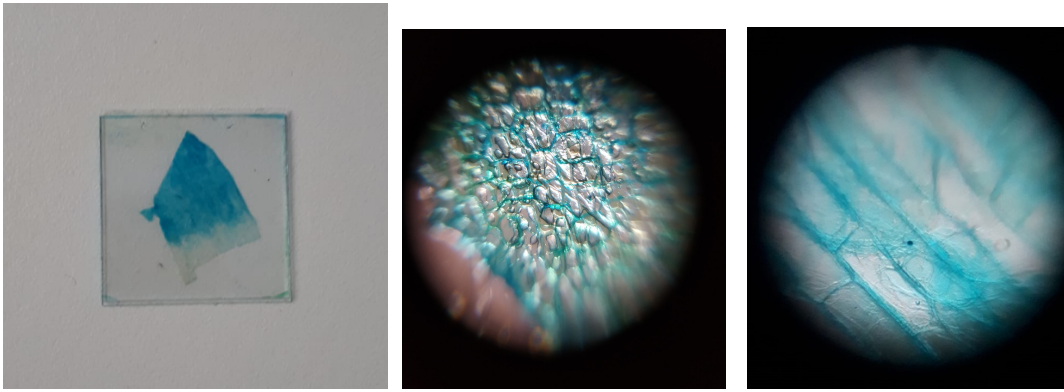
Ejemplos de fotografías de las muestras

Hoja de cebolla

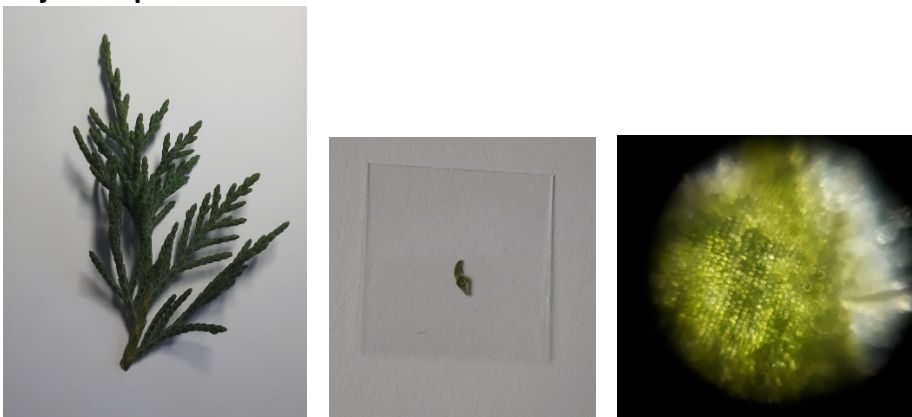


Con tinción

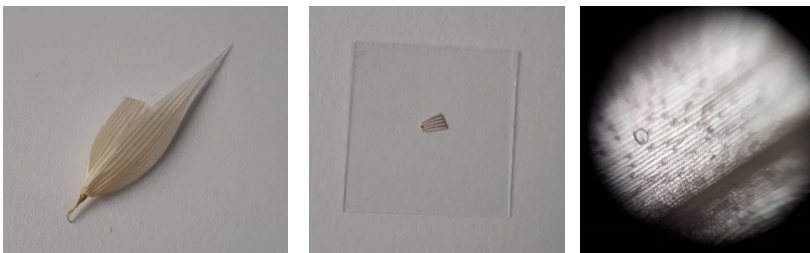
Para las tinciones probaron cosas como tinta de rotulador, colorantes alimentarios, tinta china, azafrán, etc.



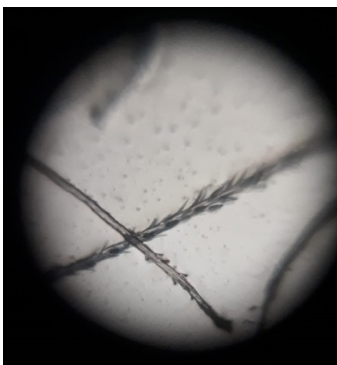
Hoja de ciprés



Bráctea de avena



Espina de cactus



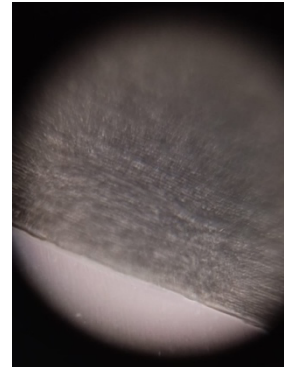


Hoja de perejil

Se pueden diferenciar las diminutas células de la hoja; todas son verdes porque tienen cloroplastos para poder hacer la fotosíntesis. La zona blanca de la primera imagen es el vena o nervio central, más grande que el resto y que llega al pecíolo. A partir de ella se ramifican venas secundarias

Pétalo de margarita: a simple vista el color de los pétalos es blanco, dado que la superficie de la flor origina una reflexión total de la luz (no hay pigmentos que emitan este color).

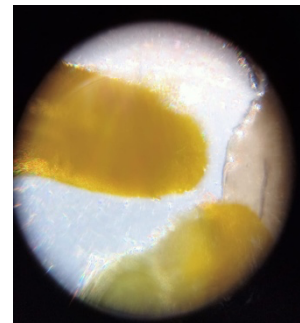
Este hecho podemos atribuirlo a la aparición de espacios de aire en la sub-epidermis. Es en estas células donde se encuentran almacenadas grandes cantidades de almidón; y es por ello que, una vez presionado el pétalo, el color que se origina torna a una especie de azul. Esto se explica porque en la imagen del foldscope no se ve el color blanco puro, pues a la hora de preparar la muestra es necesario presionarla con celo en ambas caras dando lugar a este cambio de color



Función

El pétalo no deja de ser una hoja modificada cuyo objetivo es el de atraer a través de sus colores llamativos a los organismos polinizadores, además de envolver las estructuras reproductoras.

Polen: son granos de un color amarillo intenso y muy llamativo. En este caso se encuentra en grandes cantidades en el centro de la flor. La cantidad de aumentos que proporciona el foldscope impide conocer el número de aberturas de este.



Función

Son las células sexuales masculinas, siendo su objetivo el de alcanzar la parte femenina de una flor de su misma especie (polinización) para así dar lugar a la fecundación de la ovocélula.

Gramínea

Células silíceas: la muestra forma parte de la arista de la inflorescencia de un tipo de gramínea salvaje. Podemos ver claramente que en ambas aristas hay una especie de fila de espinas afiladas, estas prolongaciones se encuentran prácticamente llenas de

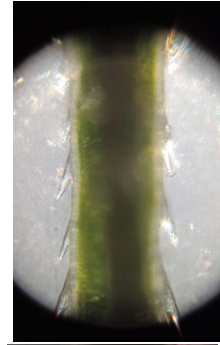
cristales de sílice (SiO_2), capaz de cortar dependiendo la dirección en la que la acariciemos.

Función

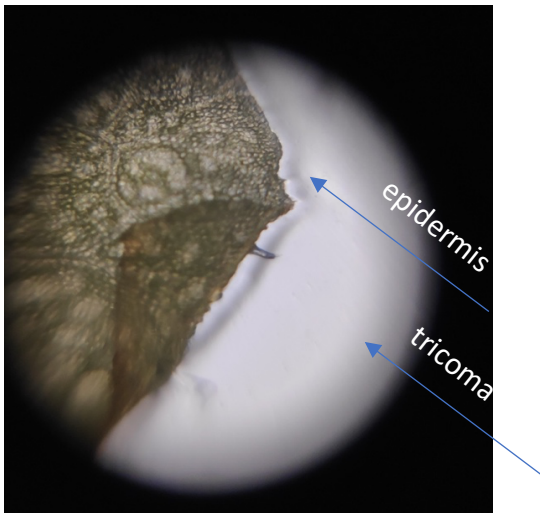
Una de las funciones es la de proteger esta zona de los organismos que pueden tratar de alimentarse de esta. Además de cortar, la idea de comerse zonas con cristales de sílice no parece una alternativa llamativa a ojos de muchos insectos.

Otra de las funciones más llamativas será la de usar estas prolongaciones para engancharse al pelaje de animales que puedan estar husmeando la zona, para así tratar de dispersar las semillas que ahí se encuentren. Esta capacidad de adherirse a este tipo de superficies ha sido usada en numerosas ocasiones por los niños, usándolas como pequeños proyectiles que se enganchaban en las ropas de sus compañeros.

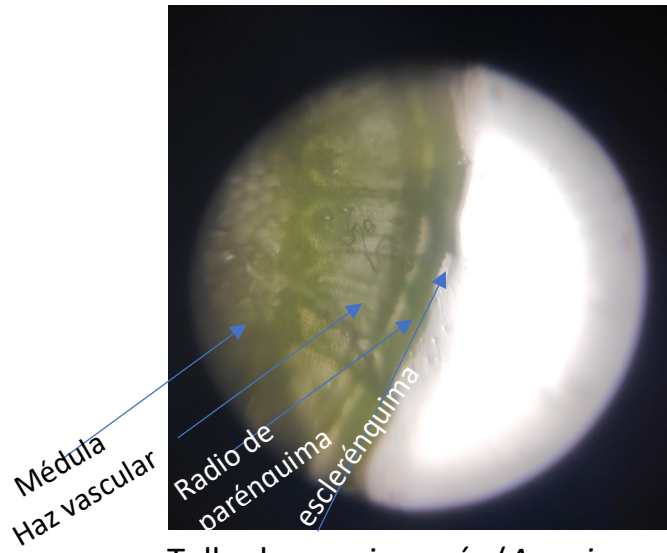
Podemos ver estos usos también en otras gramíneas familiares como la avena loca y la *Hordeum leporinum*.



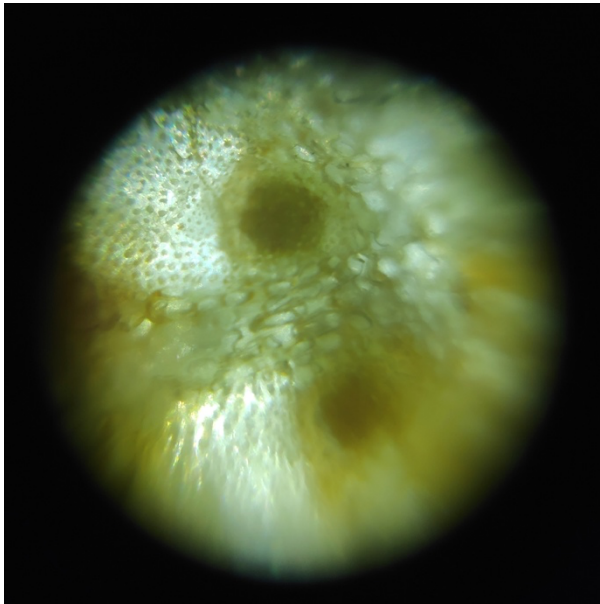
Muestras de otros tejidos:



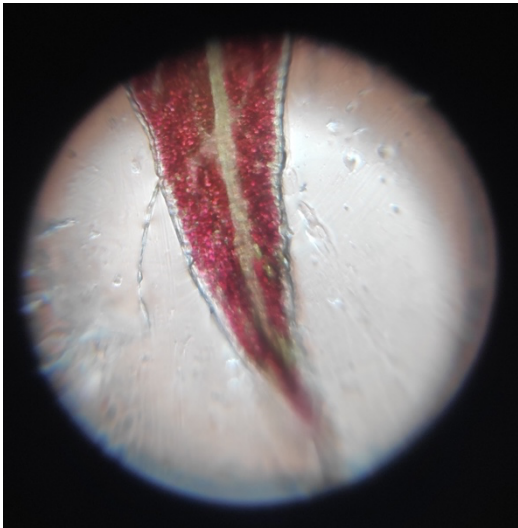
Hoja de Tilo (*Tilia platyphyllos*).



Tallo de arce japonés (*Acer japonicum*)



Tallo de magnolio (*Magnolia grandiflora*)



Hoja de arce japonés (*Acer japonicum*).

Realización de trabajo final

Cada alumno tuvo que realizar un trabajo con su experiencia, lo que había hecho, sus observaciones, fotografías de sus preparaciones y conclusiones y opinión personal. Los trabajos fueron calificados y contaron para la evaluación continua de la asignatura dentro del apartado de participación.

Opiniones de alumnos

En mi opinión el foldscope es una excelente herramienta para la observación de muestras tanto en plantas como en animales, además, aunque no posea la mejor definición ni la mayor cantidad de aumentos, tenemos que entender que hay razones por las cuales se debería incentivar su uso haciendo que las escuelas las adquirieran para así repartirlos a los estudiantes para que comiencen a trastear con ellos.

Las razones principales serían:

Su bajo coste: esta razón es una de las más importantes pues no todos los centros pueden permitirse invertir tanto dinero en la compra de microscopios ópticos o similares y gracias a la estructura de cartón del foldscope el dinero se reduciría al pago de las lentes.

Su fácil transporte: permitir que los estudiantes puedan llevarse el foldscope para así darles la oportunidad de experimentar por su cuenta es una forma de incentivar su curiosidad viendo el mundo de otra forma. Pudiendo así entender por su cuenta la complejidad de las partes que forman aquel mosquito que le estuvo molestando durante toda la noche o el porqué del corte que se llevó al acariciar aquella planta al acariciarla en aquella dirección cuando en la otra su tacto era suave e inofensivo. Tomarse la curiosidad como filosofía de vida.

Basta de solo teoría: muchas veces leer y memorizar es algo necesario aunque sea bastante odiado por muchos alumnos, ahora bien, ver todo aquello que has estado leyendo en libros, artículos y vídeos a través de tus propios ojos reconforta; sientes que todo aquello en lo que has invertido horas y horas de estudio existe realmente, y aunque esto sea una obviedad, es necesario comprobarlo, creer dogmáticamente todo lo que estudias pudiéndose comprobar por tu propia cuenta es eliminar de ti las inquietudes que todos deberíamos tener por lo que nos rodea.

Javier Alonso Sallán

Este trabajo, en mi caso, me ha servido bastante para aprender más cosas sobre la histología y he descubierto que me gusta más de lo que esperaba. He disfrutado cada parte de la tarea; desde construir el foldscope, buscar las muestras y observarlas bajo el microscopio, hasta describir lo que estaba apreciando en cada planta.

Por otra parte, desde mi punto de vista, una de las cosas más bonitas de la biología es poder conocer, en este caso, las células de las plantas de una manera más detallada y poder analizar bien de cerca lo que estás viendo con tus propios ojos. Por ello, el microscopio es muy útil y necesario. Además, al haber seleccionado las plantas que a mí personalmente me gustan, y poder observar mucho mejor cada una de sus partes me ha resultado bastante interesante. De este modo, he podido aprender de una forma práctica y aplicada, lo que normalmente se adquiere de manera teórica.

En definitiva, me alegro de haber podido realizar este trabajo y haber tenido la oportunidad de sentir, aunque sea de lejos, lo que significa ser un biólogo.

Irene Bento Puertas

Llama la atención lo bien que se ve, pues al ser de papel da la sensación de que no funcionará bien o de que no tendrá muchos aumentos, pero realmente si se pueden apreciar las células, e incluso su interior.

Me parece una muy buena iniciativa para impulsar el interés de la gente por la ciencia. Además, ayuda mucho su bajo precio, pues muchas veces para poder hacer ciencia hay que gastar mucho dinero y esto hace que no sea accesible para todo el mundo.

Es útil porque sirve para personas que acaban de empezar en el mundo de la biología, como los alumnos del primer grado de Biología, pero también para quienes se dedican a ello desde hace mucho tiempo. Es tan sencillo como meterlo en la mochila y llevarlo a donde vayas, pudiendo ver no solo plantas, sino también bacterias, pequeños artrópodos...

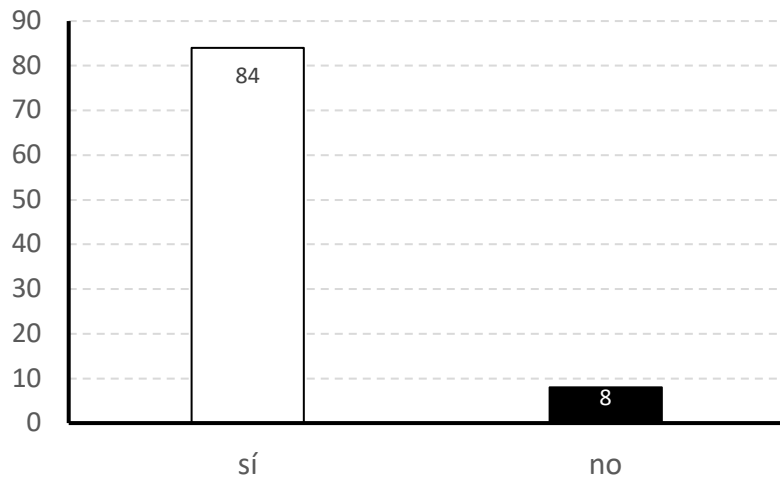
Personalmente me ha gustado mucho hacer el trabajo porque siento que me ha acercado más a la biología (y a la botánica) y, como voluntaria de Medio Ambiente, he planificado una actividad, para la semana de la ciencia 2021, con adolescentes y niños/as para enseñarles el Foldscope y animarles a adentrarse en el mundo de la ciencia y, sobre todo, de la Biología.

Thays Cristina Rodrigues de Souza

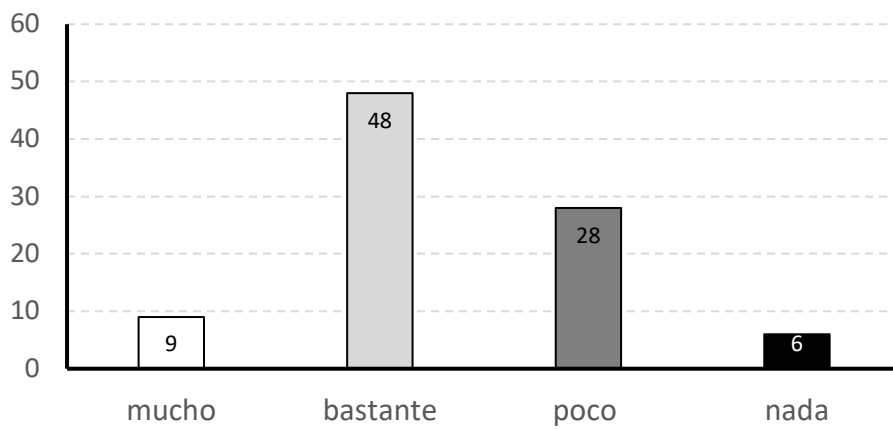
Evaluaciones de los alumnos (encuesta realizada en Studium)



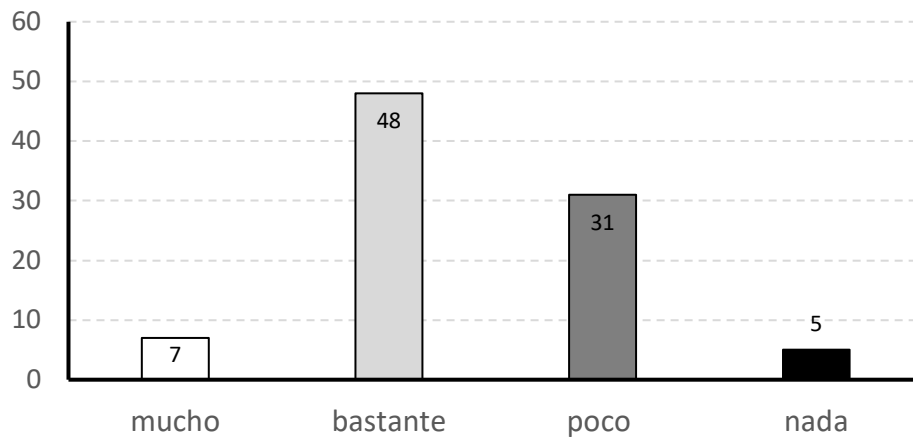
¿Te ha resultado una actividad formativa?



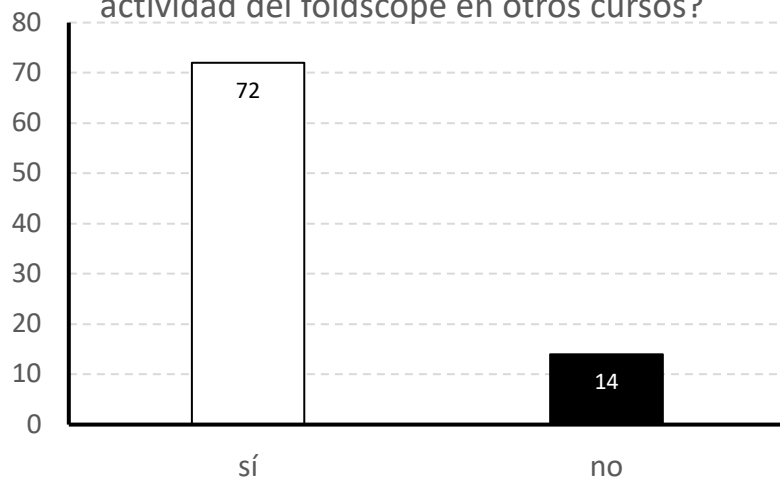
¿Te ha ayudado a conocer mejor la estructura de las plantas?



¿Crees que el foldscope te ha servido como apoyo en el aprendizaje de la asignatura?



¿Recomendarías que se hiciera la actividad del foldscope en otros cursos?



Presupuesto

La financiación concedida (850 euros) se dedicó a la adquisición de doscientos foldscopes para docencia. El kit contenía los siguientes componentes:

- 200 Foldscopes (lente de 140x)
- 200 Acopladores a teléfono móvil
- 200 portas de papel
- 200 hojas de instrucciones
- 200 bolsas de nilón para transporte
- 40 pipetas
- 40 extendedores (0.3 mm, 1.5mm)
- 40 tijeras
- 40 placas mutipocillos
- 40 portaobjetos y cubreobjetos reutilizables de PVC
- 40 rejillas de calibración
- 40 hojas de filtros de nilon (espaciadores de 5, 25, 100 y micras)
- 40 bolsas Ziploc
- 40 pinzas
- 40 guías de campo
- 40 LED/amplificadores
- 40 Cajas de preparaciones con preparaciones hechas y vacías.
- 40 rollos de cinta

Los microscopios se han recogido al terminar el curso y podrán usarse para futuras promociones y en otras asignaturas.