
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

Taller para niños “Exploradores del microcosmos”

QUE PRESENTA LA ALUMNA

Samantha López Clinton

2143058915

Dra. Marisa Arienti Villegas
No. Económico 11432
Dra. Mrinalini Erkenwick-Watsa
University of Missouri St. Louis

Resumen

El taller para niños titulado “Exploradores del Microcosmos” se llevó a cabo en el marco de la iniciativa *The Peoples Microscope* de la organización sin fines de lucro *Field Projects International* (FPI). La idea del taller fue hacer que los niños y jóvenes que participaron se llevaran a su casa su propio microscopio plegable y se apropiaran de procesos científicos para entender que todos podemos hacer ciencia. El taller de divulgación de la ciencia consistió de tres secciones: una teórica (donde se cubrieron conceptos como microscopía, ecología y microorganismos), una de armado de los microscopios (donde cada quien recibió su microscopio y se dedicó a armarlo) y una de práctica (donde todos aprendieron a usar su microscopio). Se ofreció el taller a seis grupos pertenecientes a tres centros de educación distintos, de nivel secundaria y bachillerato. Los dos primeros grupos del primer centro educativo -el Instituto Flemming, en la CDMX. El resto de los grupos pertenecieron a ALAS aprendizaje en libertad (un centro de educación alternativa), al Centro Educativo Muralistas Mexicanos (un colegio inclusivo de estudiantes con y sin discapacidad motora, intelectual y/o psicosocial) y a SIGNOS A.C. (un colegio de secundaria y bachillerato, respectivamente). Se observó una buena respuesta a los talleres y cada sesión permitió enriquecer y mejorar la siguiente.

Palabras clave: foldscope, divulgación de la ciencia, microscopio, taller

Índice

1. Marco Institucional	pág. 4
2. Introducción	pág. 4
3. Antecedentes del proyecto	pág. 5
4. Ubicación geográfica	pág. 5
5. Objetivo general	pág. 6
6. Especificación y fundamento de actividades	pág. 6
7. Impacto de las actividades	pág. 13
8. Aprendizaje y habilidades obtenidas	pág. 18
9. Fundamento de las actividades	pág. 18
10. Referencias	pág. 20
11. Anexos	pág. 21

1. Marco institucional

Por una parte, la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco se distingue del resto las universidades en el país por su sistema modular de enseñanza-aprendizaje donde se trabajan problemáticas de la realidad social (UAM-X, 2016). Los/as alumnos/as egresados/as y profesores/as de esta universidad participan de manera regular en proyectos que además de construir conocimiento sobre la actual problemática, se dedican a crear soluciones sustentables. En este contexto el Servicio Social Comunitario es una manera en la cual los/as alumnos/as de instituciones públicas de educación superior pueden aplicar sus conocimientos adquiridos durante la licenciatura en beneficio de la comunidad.

Por otra parte, *Field Projects International* (FPI) es una organización sin fines de lucro que realiza trabajos de investigación, educación y conservación en el Amazonas peruano y en la India, han ofrecido cursos también en países como Costa Rica, Bangladesh y Uganda (FPI, 2018a). De esta organización proviene *The Peoples Microscope*, iniciativa que se enfoca en la divulgación científica con conciencia social y que tiene como objetivo el promover la inclusión y la diversidad en la ciencia, así como la conservación y ciencia desde una perspectiva global y suscitar la solidaridad en la búsqueda de la justicia social y ambiental (FPI, 2018b).

2. Introducción

El taller Exploradores del Microcosmos existió gracias a la iniciativa *The Peoples Microscope*, de *Field Projects Internacional*, la cual proporcionó los Foldscopes. Los Foldscopes son microscopios de ultra-bajo costo hechos de papel, son muy duraderos y económicos, además ofrecen una calidad óptica similar a los microscopios convencionales. Uno de ellos cabe cómodamente en la mano y pesa casi lo mismo que un lápiz. Estos microscopios pueden llevarse a todas partes y se pueden utilizar para observar insectos, plantas, microorganismos, muestras de agua y mucho más (Cybulski *et al.*, 2014). La iniciativa intenta responder a una necesidad real de acercar la ciencia y el hacer científico a niños y jóvenes, en especial aquellos de países en vías de desarrollo o bien, con un poder adquisitivo menor. Además constituyen un gran apoyo para los cursos y materias de biología a nivel secundaria y preparatoria, en especial en aquellas instituciones educativas que no poseen microscopios para este fin. El taller abarcó primero una pequeña introducción a los microorganismos y su importancia ecológica, después se instruyó a todos los participantes en el armado y uso de su propio microscopio, por último se les mostró cómo reportar sus resultados en la comunidad mundial de foldscope.

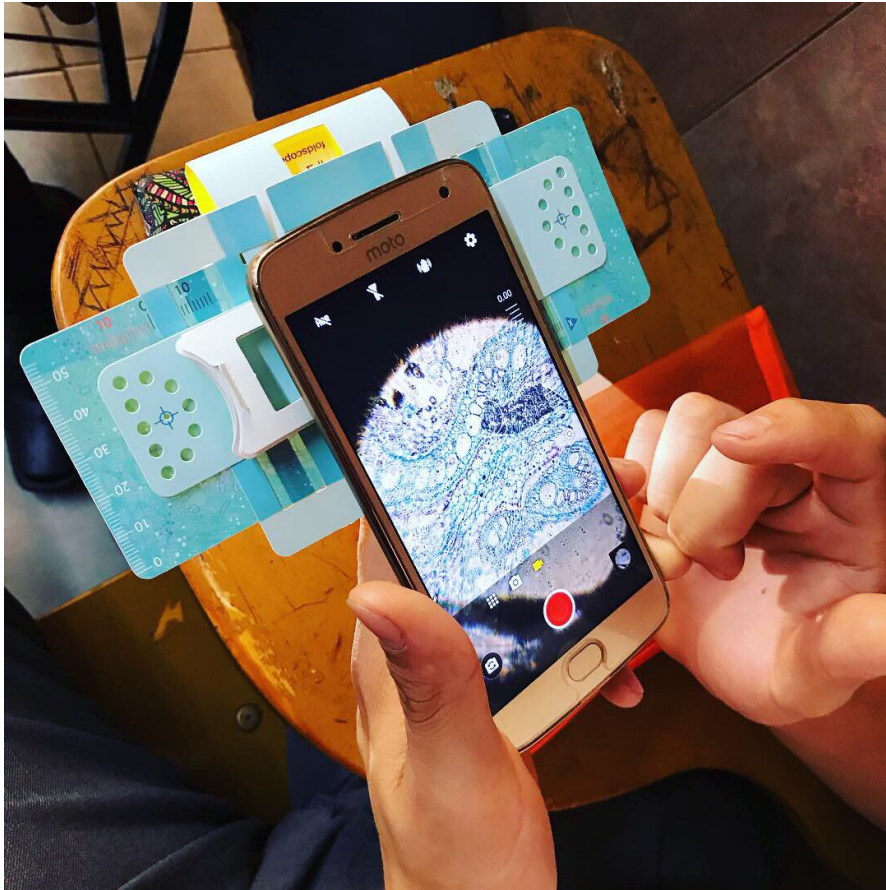


Figura 1. Foldscope siendo utilizado con un smartphone en el Instituto Flemming, Ciudad de México.

3. Antecedentes del proyecto

La organización *Field Projects International* se ha dedicado desde sus inicios a educar y capacitar jóvenes en materia de no sólo trabajo de campo y laboratorio con fauna silvestre, sino también sobre la responsabilidad de la ciencia para responder problemas reales. Esto explica la importancia que FPI le da a sus propias becas, las cuales están dirigidas a personas provenientes de países en vías de desarrollo. Así como FPI sabe que todas y todos pueden hacer ciencia sin importar su poder adquisitivo, también sabe que sucede lo mismo con otros factores como la edad, nacionalidad y el género. Así surge pues, su interés por ofrecer herramientas como los foldscopes a jóvenes de países en vías de desarrollo, como México.

4. Ubicación geográfica

Los talleres se llevaron a cabo en dos ciudades diferentes: la Ciudad de México y Guadalajara, Jalisco. En la Ciudad de México el taller tomó lugar en el Instituto Flemming, con domicilio en Calzada Taxqueña #1418, Campestre Churubusco 04200. En Guadalajara los talleres fueron realizados en el centro ALAS, ubicado en Prisciliano Sánchez #837, Colonia Americana 44160, en el Centro Educativo Muralistas Mexicanos, ubicado en Vallarta Oriente #139, Col. Centro, Tlajomulco

de Zúñiga y por último en SIGNOS Secundaria y Bachillerato A.C., en Av. Del Bajío #1620, Villa Bosque 45019.

5. Objetivo general

El objetivo del programa *The Peoples Microscope* es acercar la ciencia y el descubrimiento del microcosmos a niños/as y jóvenes con el fin de que puedan observar el mundo que les rodea de una manera completamente distinta a la habitual. También se pretende fomentar la ciencia en el hogar mediante el uso de microscopios plegables llamados *Foldscopes*.

El presente taller tuvo como objetivo hacer de las/los niñas/os unas/os apasionados de la ciencia microscópica y su relación con la vida diaria. Con los microscopios pudieron (y pueden) observar objetos y organismos más allá de los que se estudian en el salón. Mi preparación como bióloga sirvió para poder explicarles las partes de las células, insectos o plantas que decidieron observar. Fue sumamente importante para el proyecto seguir la metodología de los desarrolladores, quienes creen que los niños y niñas deberán decidir ellos y ellas mismas qué es lo que quieren observar bajo el microscopio. Sin embargo, yo presenté a los grupos una serie de laminillas preparadas para poder cubrir lo básico (células de cebolla, insectos, zooplankton, fitoplankton, tejido vegetal, folículos de cabello...). Los jóvenes pudieron registrar sus hallazgos con sus celulares con fotografías y videos. Los participantes fueron invitados a subir sus hallazgos a una red social hecha especialmente para la comunidad Foldscope donde niños/as y jóvenes de todo el mundo suben sus descubrimientos y fotografías, así como sus observaciones. También se les proporcionó un cuadernillo individual para que realizaran dibujos y notas de sus descubrimientos.

6. Especificación y fundamento de las actividades

En un inicio se había propuesto realizar un taller en cada una de las siguientes instituciones:

- Instituto Flemming (CDMX) – un grupo
- ALAS Aprendizaje en Libertad (GDL) – un grupo
- Instituto Montjuic (CDMX) – un grupo
- Constituyente Ing. Julián Adame Alatorre (CDMX) – un grupo
- Colegio Rafael Ramírez (CDMX) – un grupo

Sin embargo sucedieron cambios en la lista: por una parte el instituto Flemming tenía dos grupos, lo cual limitaba la cantidad de foldscopes y se tuvo que remover al Colegio Rafael Ramírez de la lista. Por otra parte, la persona con la que se tenía el contacto en la escuela Constituyente Ing. Julián Adame Alatorre tuvo que cancelar el taller e irse del colegio por motivos personales, lo cual abrió la oportunidad para ofrecer el taller en otro centro educativo: SIGNOS Secundaria y Bachillerato A.C.. Por último, estando en Guadalajara se presentó la oportunidad inmediata de ofrecer el taller en un centro que está dirigido para la inclusión de

personas con necesidades educativas diferentes, el Centro Educativo Muralistas Mexicanos. Ya que este centro tenía dos grupos (secundaria y preparatoria) para recibir el taller, la cantidad de foldscopes no fue suficiente para poder ofrecerlo en el Instituto Montjuic. Así, la lista final de instituciones y grupos fue la siguiente:

- Instituto Flemming (CDMX) – dos grupos
- ALAS Aprendizaje en Libertad (GDL) – un grupo
- Centro Educativo Muralistas Mexicanos (GDL) – dos grupos
- SIGNOS Secundaria y Bachillerato A.C. (GDL) – un grupo

Los seis grupos recibieron el taller Exploradores del Microcosmos en el año del 2019. Los grupos del Instituto Flemming lo hicieron en las primeras dos semanas de Marzo. El grupo de ALAS Aprendizaje en Libertad en la primera semana de mayo y los grupos del Centro Educativo Muralistas Mexicanos y SIGNOS Secundaria y Bachillerato A.C. en la última semana de agosto. Debido a que las instituciones se encuentran en su mayoría fuera de la CDMX, además de la facilidad del uso de redes sociales y el hecho de que todos los participantes se quedaron en contacto, el proceso de seguimiento de cada grupo ha sido constante desde el primer día de su taller.



Figura 2. Grupo de estudiantes en ALAS – Aprendizaje en libertad que tomó el taller de Exploradores del Microcosmos en Guadalajara, Jalisco.

Actividades dentro del taller:

Cuestionario inicial ¿Cuánto sabemos?

Los participantes contestaron un cuestionario con fines únicamente de evaluación de conocimientos previos [anexo I]. Resultados del cuestionario se presentan en la sección de Impacto de las Actividades.

Introducción ¿Qué es un microscopio?

En esta sección se les presentó a los participantes con tres cuartillas de imágenes de objetos y organismos cotidianos observados bajo un microscopio, cada persona debía observar las imágenes e intentar adivinar qué eran [anexo II]. El objetivo es que se den cuenta que hay mucho más que lo que se ve a simple vista y que el microuniverso es descabellado, interesante y lleno de curiosidades. Posteriormente hablamos de los microscopios como herramienta de descubrimiento, así como las ventajas y desventajas de un microscopio óptico y un foldscope.



Figura 3. Introducción a los microscopios y microorganismos en el Instituto Flemming, Ciudad de México.

Introducción ¿Qué son los microorganismos y por qué importan?

En parejas o de manera individual, recibieron un juego de impresiones que incluía una imagen laminada de un microuniverso (la arena de las playas, el piso de la cocina, el colchón, un río, el lecho marino, etc.) y una clave que indicaba qué microorganismos hay en la imagen y un párrafo describiéndolos brevemente [un ejemplo de esto en anexo III]. Los participantes debían elegir un microorganismo que les hubiera interesado en especial y al señalarlo en la imagen le explicaban al resto del grupo las razones por las cuales lo eligieron y uno o dos detalles de su

descripción. El objetivo de la dinámica era que los participantes se den cuenta que sin importar el tamaño de los integrantes, todos y cada uno de ellos juegan un rol en los ecosistemas. En este punto hablamos de la importancia que tiene el conocer los microecosistemas, y que muchas veces funcionan como base para los ecosistemas más grandes, como en el caso del suelo.



Figura 4. Dinámica de microuniversos, donde los participantes eligen un microorganismo de su lámina y lo describen al grupo. ALAS – Aprendizaje en libertad.

Armado de microscopios

Con ayuda de una demostración y el seguimiento de pasos específicos de parte de la tallerista, cada quien armó su foldscope. Esta parte del proceso es muy importante ya que los participantes se apropian del instrumento y es mucho más probable que lo cuiden y lo usen si ellos mismos se esmeraron en construirlo. Además del armado de microscopios, los participantes también aprendieron a usar el microscopio con ayuda de muestras “ejemplo” que la tallerista procuró (cortes de rizomas, secciones de músculo, arterias y hueso, fragmentos de tejido foliar, polen y bacterias). Una vez que dominaron el arte de meter la muestra al microscopio, moverse en ella y enfocar, pasaban a la siguiente sección.



Figura 5. Demostración de uno de los pasos requeridos para armar el foldscope. Instituto Flemming, Ciudad de México.



Figura 6. Participantes del taller Exploradores del Microcosmos durante el proceso de armado de los foldscopes. SIGNOS Secundaria y Bachillerato A.C.

Observación

Los participantes montaron y observaron muestras que procuraban ellos mismos o bien que eligieron del repertorio de muestras frescas proporcionadas por la

tallerista (flores, hojas, insectos, agua eutrofizada, larvas acuáticas, etc.). Al mismo tiempo que observaban sus muestras, aprendieron a utilizar el adaptador del celular y tomaron muchas fotos y videos. A todos los participantes se les mostró cómo subir sus descubrimientos a la red social mundial de foldscope. Anexadas se encuentran algunas imágenes que capturaron [anexo IV].



Figura 7. Alumnos de SIGNOS Secundaria y Bachillerato observan las muestras que prepararon ellos mismos.

Cuestionario final

Los participantes contestaron el cuestionario inicial de nuevo, con algunas preguntas adicionales [anexo V] para poder evaluar su experiencia e identificar puntos fuertes, débiles y ausentes del taller para poder mejorarlo. Los resultados del cuestionario final se presentan en la sección de Impacto de las Actividades.



Figura 8. Estudiantes del Instituto Flemming completan el segundo cuestionario anónimo del taller Exploradores del Microcosmos.

Seguimiento

Dado que la mayoría de los grupos se encuentran fuera de la Ciudad de México y aunado a la disponibilidad de la red social mundial foldscope (la cual todos aprendieron a usar durante el taller, véase Figura X) y la facilidad de contacto por medio de redes sociales como WhatsApp e Instagram, el seguimiento de los alumnos ha sido relativamente constante.

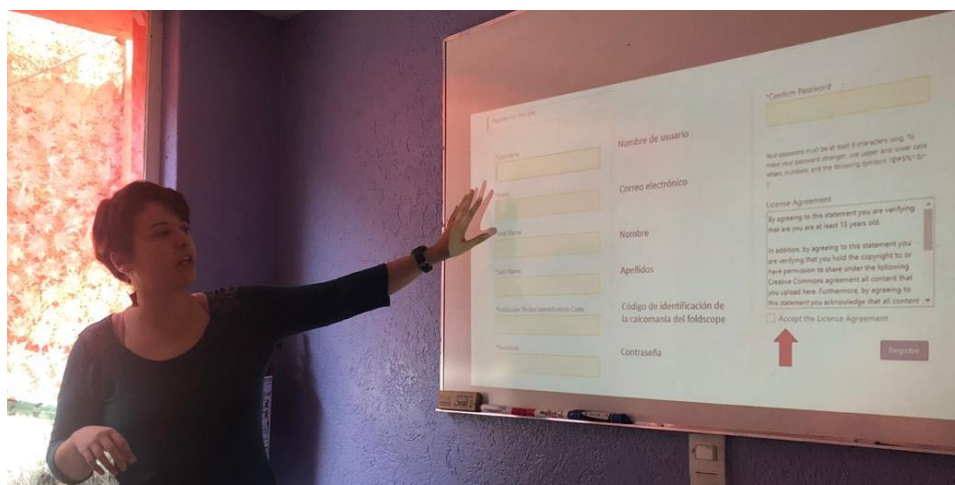


Figura 9. Explicación sobre cómo usar la plataforma internacional en línea de Foldscope.

7. Impacto de las actividades

Los talleres Exploradores del Microcosmos en el marco de este proyecto de servicio social terminaron con la totalidad de las reservas de microscopios de la iniciativa de *Field Projects International: The Peoples Microscope*. La organización pudo demostrar que su iniciativa estaba rindiendo frutos en colegios de países en vías de desarrollo. El presente reporte servirá como apoyo para que *Field Projects International* pueda solicitarle a Foldscope el envío de aún más microscopios para poder ofrecer estos talleres en otros países o grupos de jóvenes con menor poder adquisitivo.



Figuras 10 y 11. Los dos grupos del Centro Educativo Muralistas Mexicanos: nivel preparatoria (arriba) y nivel secundaria (abajo). Por falta de condiciones y a criterio de la maestra encargada de la institución, no fue posible realizar los cuestionarios con estos dos grupos.

Es preciso también describir los resultados que pudieron obtenerse a partir de los cuestionarios realizados antes y después de cada taller. Lamentablemente, en una de las escuelas, el Centro Educativo Muralistas Mexicanos, no se prestaron las condiciones para realizar los cuestionarios. La maestra encargada de los grupos en dicha institución consideró, por la falta de tiempo y el tamaño del grupo, que no era pertinente hacer los cuestionarios y que era mejor priorizar el correcto armado y uso de los microscopios. Toda información obtenida a partir de los cuestionarios proviene del Instituto Flemming, ALAS y SIGNOS.

De los 59 niños y jóvenes que tomaron el taller Exploradores del Microcosmos, 33 (un 55.9%) reportaron haber observado algo con un microscopio o lupa antes de

tomar el taller. Del grupo de SIGNOS específicamente, sólo la mitad, 8 de 19 jóvenes (50%), había hecho observaciones con lupa o microscopio. En el Instituto Flemming se identificó una proporción similar, con 15 de 28 alumnos (53.6%) que reportaron lo mismo. El grupo de ALAS, en cambio, presentó la mayor proporción de alumnos que habían observado algo al microscopio o con lupa antes del taller: con 9 de 13 participantes (69.2%).

En la tabla 1 se presentan los resultados de tres de las preguntas principales del cuestionario: ¿Qué son los microorganismos?, ¿Qué son y para qué sirven los microscopios? y ¿Sabes lo que es un ecosistema? ¿si sí, por qué son importantes? En la parte inferior de la tabla están incluidos los criterios utilizados para evaluar si las respuestas eran correctas o no. Es importante recordar que ya que las preguntas eran de carácter abierto, las respuestas varían mucho, y cualquier análisis de las mismas está sujeto a cierto nivel de subjetividad.

A la pregunta de ¿Qué son los microorganismos?, durante el cuestionario inicial, 10 de 59 participantes no respondió o escribió “no sé”, mientras que durante el cuestionario final solo dos participantes decidieron no contestar la pregunta. En la siguiente pregunta, que se refiere a los microscopios (¿qué son y para qué sirven?), los participantes que escribieron que no sabían o la dejaron vacía en el cuestionario inicial fueron seis, y en el final solo uno. Por otro lado, 23 participantes decidieron no contestar la pregunta de ecosistema en el cuestionario inicial, y solo 9 no lo hicieron.

Tabla 1. Respuestas correctas por institución cuestionario inicial vs. final				
Preguntas del cuestionario inicial	Instituto Flemming (28)	Alas (13)	Signos (18)	TOTAL (59)
¿Qué es un microorganismo?	10 (35.7%)	8 (61.5%)	16 (88.8%)	34 (57.6%)
¿Qué es un microscopio?	23 (82.1%)	11 (84.6%)	14 (77.7%)	48 (81.3%)
¿Qué es un ecosistema?	3 (10.7%)	2 (15.3%)	1 (5.5%)	6 (10.1%)
Preguntas del cuestionario final	Instituto Flemming (27)	ALAS (12)	SIGNOS (18)	TOTAL (57)
¿Qué es un microorganismo?	15 (55.5%)	8 (66.6%)	18 (100%)	41 (71.9%)
¿Qué es un microscopio?	26 (96.3%)	10 (83.3%)	16 (88.8%)	52 (91.2%)
¿Qué es un ecosistema?	9 (33.3%)	8 (66.6%)	12 (66.6%)	29 (50.8%)
Criterios				
Microorganismo	Cualquier respuesta que hable de vida (organismos, seres) a escala pequeña. Palabras clave: “no se puede ver a simple vista, microscópico, diminuto, pequeño”			
Microscopio	Cualquier respuesta que hable de herramientas para ver de cerca.			
Ecosistema	Cualquier respuesta que hable de las relaciones o dinámicas entre los factores bióticos y abióticos.			

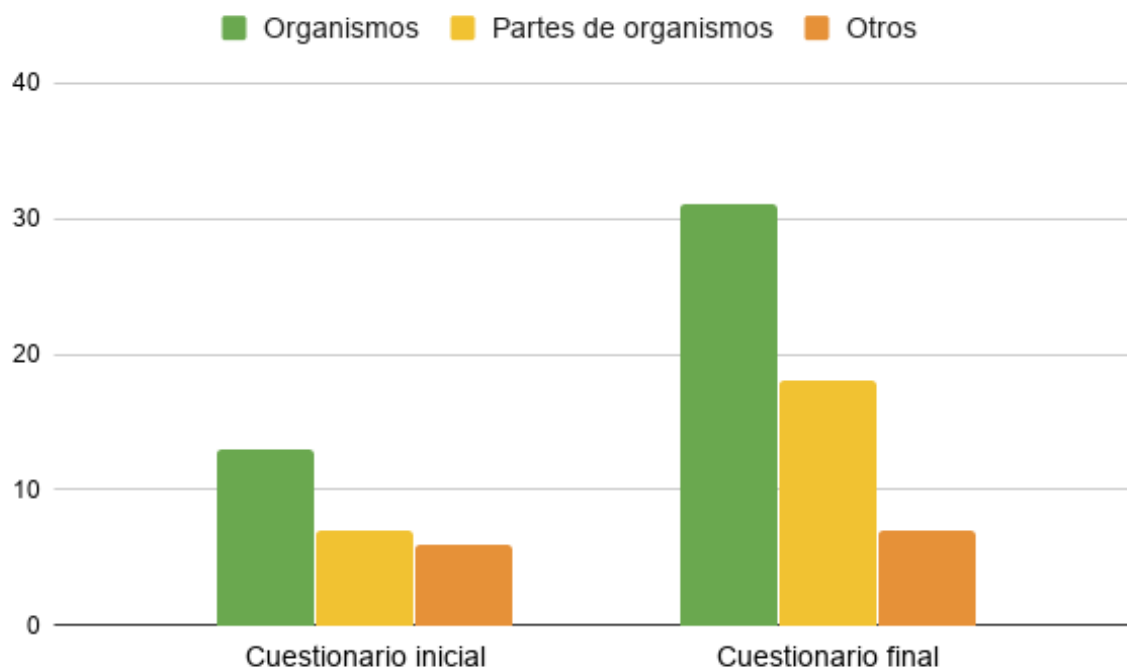
A los participantes se les dijo en el cuestionario: “En el mundo microscópico podemos observar muchos diferentes organismos que son demasiado pequeños para ver a simple vista. ¿Puedes nombrar algunos?”. Sumando todas las respuestas diferentes a esta pregunta durante el cuestionario inicial, se obtiene un total de 26 respuestas (28 participantes escribieron “no sé” o dejaron en blanco la pregunta). En cambio, en el cuestionario final, los participantes lograron juntar 56 respuestas diferentes entre todos, con solo seis participantes que decidieron no contestar la pregunta (tabla 2). A pesar de que ofrecieron respuestas tanto antes

Tabla 2. “Organismos microscópicos” que pudieron nombrar los participantes durante los cuestionarios iniciales y finales

Cuestionario	Organismos	Partes de organismos	Otros	
Cuestionario inicial	Animales pequeños	Eritrocitos	Átomos	
	Insecto	Esporas	Enfermedades	
	Levaduras	Glóbulos rojos	Los 5 reinos	
	Libélulas*	Hoja	Moléculas	
	Bacilos	Pelo	Partículas	
	Bacterias	Polen	Virus*	
	Células	Sangre		
	Cetas			
	Gérmenes			
	Hongos			
	Microbios			
	Microorganismos			
	Parásitos			
Cuestionario final	Ácaros de cama	Larvas	Ala de mariposa	Cepillo de dientes
	Ácaros de comida	Levadura	Baba	Comida
	Animales pequeños	Microorganismos	Cabello	Gota de agua
	Bacterias	Mosquito	Cebolla	Masa madre
	Bichos	Oso de agua/ tardígrado	Célula enferma	Mugre de uñas
	Copépodos	Ostrácodos	Célula sana	Polvo
	Diatomeas	Parásitos	Células	Virus*
	Garrapata	Piojos	Eritrocitos	
	Gusanos	Plancton	Escamas de pescado	
	Gusanos planos	Plantas	Espermas	
	Hidrácaros	Poliquetos	Esporas de hongos	
	Hongos	Pseudoescorpiones	Folículo capilar	
	Insectos	Psidios	Huevos de pez	
	Larva cangrejo	Pulgas de agua	Músculos	
	Larva mosquito	Quetognatos	Partes de insecto	
		Rotíferos	Polen	
			Raiz de cabello	
			Rizoma	

* = En este trabajo no se consideró a los virus como seres vivos

como después del taller, no todas cumplían con la indicación (no todas eran ejemplos de microorganismos). La variabilidad en las respuestas hizo que fuera pertinente clasificarlas en tres simples categorías: aquellas respuestas que fueran organismos vivos (como hongos, larvas y bacterias), aquellas que fueran partes de organismos vivos (como sangre, polen y células) y por último aquellas que no entran en ninguna de las categorías anteriores (como partículas, comida y mugre). En la gráfica 1 se puede apreciar un aumento en las tres clasificaciones de respuestas después de tomar el taller Exploradores del Microcosmos, pero el aumento más importante fue precisamente en la clasificación de los organismos vivos, tema cubierto durante el taller.



Gráfica 1. “Organismos microscópicos” nombrados por los participantes del taller: cuestionario inicial vs final. Sus respuestas fueron clasificadas en organismos, partes de organismos y otros (lo que no fuese ninguna de las dos primeras).

Respecto a la curiosidad de los participantes del taller por seguir descubriendo el microcosmos, se generó una lista de todos los organismos y objetos que los niños y jóvenes escribieron en sus encuestas en respuesta al inciso 1 de las preguntas adicionales al cuestionario inicial: “Nombra seis cosas que te gustaría poder observar al microscopio” (tabla 3). La extensa lista obtenida al juntar las respuestas de todos los participantes (116 diferentes respuestas), es un reflejo de la vasta creatividad de los participantes. También muestra el enorme potencial de uso que le pueden y quieren dar al microscopio, desde lagañas y pulgas, hasta comida podrida y saliva de perro.

Tabla 3. Organismos y objetos que los participantes del taller reportaron querer observar con su foldscope

Ceniza	Ácaro	Huesos	Plantas
Cepillo	Acelgas	Insectos	Plástico
Cera	Agua	Lagaña	Pluma
Coca-cola	Agua con jabón	Lagrima	Poliqueto
Comida	Agua con levadura	Larva de mosquito	Pollen
Comida de pez	Agua con tierra	Larvas insectos	Polvo
Comida podrida	Agua de charco	Lengua	Pulga
Córnea del ojo	Agua de estanque	Madera	Raíz de cabello
Cucaracha	Agua de río	Maquillaje	Raíz de cabello
Diente	Agua de xochimilco	Mocos	Raíz vello facial
Dinero	Agua sucia	Mosquitos	Refresco
Enfermedades	Ajo	Muda de serpiente	Ropa
Escama pescado	Ala de mariposa	Mugre de uñas	Sal
Espermatozoides	Ala de mosca	Naranja	Saliva humano
Espinaca	Alas de insecto	Ojo	Saliva perro
Esporas	Algas	Osos de agua	Sangre
Estomas	Algodón	Pan	Sarro
Fresa	Animales	Papel de baño	Semillas
Gelatina	Araña	Pedazo de billete	Semillas de chia
Grano	Arena	Pedazo de músculo	Sudor
Gusanillos	Azúcar	Pelo de gato	Suela de zapato
Gusano	Bacterias	Pelo de perro	Tardígrados
Hilo dental usado	Biofloc	Pestaña	Tela
Hoja	Cabello	Pétalo	Tierra
Hoja de girasol	Cabello teñido	Piel	Tierra luna
Hongo	Cabeza cucaracha	Piel de cebolla	Tinta pluma
Hongos de comida	Café	Piel de jitomate	Uña
Hormiga	Carne	Piojo	Uñas de gato
Huella digital	Caspa	Placa de dientes	Verduras

Las últimas preguntas del cuestionario final, “¿qué fue lo que más te gustó del taller?” y “¿qué fue lo que menos te gustó?” tuvieron en general buenas respuestas en lo que respecta a la satisfacción general de los participantes. Sólo tres personas se abstuvieron de contestar la pregunta. En general, según las respuestas de los niños y jóvenes, lo que más les gustó del taller fue el armado del microscopio (poder hacerlo ellos mismos) y el hecho de poder observar cosas que no se pueden ver a simple vista, sobretodo objetos y organismos muy presentes en la vida cotidiana. En cuanto a lo que menos les había gustado del taller, se obtuvieron muchas menos respuestas, pero las pocas que hubo eran provenientes de los grupos Flemming, y hacían referencia al hecho de que les hubiera gustado tener un microscopio cada quien, y no tener que compartirlo con una otra persona. Lamentablemente era la única manera de poder ofrecerle a todos los estudiantes del Instituto el taller.

8. Aprendizaje y habilidades obtenidas

Durante los talleres aprendí estrategias de manejo de grupos y perfeccioné mis habilidades para hablar en público. En los grupos era muy importante poder llevar el taller a un ritmo que no dejara rezagados a algunos y aburridos a otros. Era importante también ser flexible con los tiempos ya que algunos grupos tenían restricciones de tiempo muy específicas. La heterogeneidad en el ritmo de los grupos para poder abarcar los temas, armar el microscopio y observar muestras también fue un reto, así como las adaptaciones al espacio que se tuvieron que hacer (como usar material laminado en lugar de un proyector si el espacio era fuera del salón).

Adquirí habilidades no sólo de enseñanza y entrenamiento sino también de planeación, las dinámicas y actividades del taller tenían que planearse con antelación y ser lo suficientemente flexibles para adaptarse al tipo de participantes y su disposición de tiempo. También obtuve en el proceso habilidades para preparar el material didáctico y planear las sesiones con mucha antelación. Me fue posible manejar conceptos de manera integral -que ya había estudiado en la carrera, pero que ahora pude aplicar y enseñar a otros- como microbiología y ecología, así como las relaciones entre especies y comunidades de todos los tamaños.

Fue también necesaria mucha práctica y planeación del uso del microscopio, que a pesar de tener una capacidad de aumento similar a la de los microscopios convencionales, la manera en la que se utiliza, se montan muestras y se visualizan es muy distinta.

9. Fundamento de las actividades

El Taller “Exploradores del microcosmos” tuvo como fundamento básico acercar a los/as niños/as y jóvenes a la ciencia y la ciencia a ellos/as. La ciencia debe dejar de ser una idea abstracta reservada sólo para aquellos que dedican sus vidas a la academia e investigación. La ciencia es de todos/as y para todos/as. Existen muchas instituciones educativas que no poseen microscopios ópticos, esto principalmente por el costo y el mantenimiento de los mismos. Además de satisfacer la curiosidad científica, los foldscopes son una alternativa económica y fácil de usar para que los niños y jóvenes puedan aprender sobre el microcosmos, sin importar los recursos que la institución tenga o no disponibles para gastar en material de laboratorio.

El fundamento de las actividades del taller se basó en la necesidad de desmitificar la ciencia y aprovechar la curiosidad de los/as niños/as y jóvenes para que se apropien del proceso de descubrimiento del microcosmos. Es por esta razón que fue tan importante hablar del microcosmos como algo a lo que todos tenemos acceso. El taller se fundamentó también en la capacidad inherente de la juventud para construir conocimiento científico, no es necesario un posgrado para “hacer ciencia” (Sawyer, 2012).

Las crisis ambiental, económica, social y política en las que se encuentra sumido México –y el planeta entero- necesitan ser atendidas de manera interdisciplinaria y sustentable. Desde una perspectiva de sustentabilidad, se debería de abordar a estos problemas desde tres aspectos: el social, el económico y el ambiental. Las crisis ambiental y ecológica están terminando con gran parte de los recursos naturales del país, de manera que las universidades y demás instituciones académicas están obligadas a responder con planes de manejo, conservación y uso adecuado de recursos humanos.

Sin embargo, no podemos conservar lo que no conocemos; es necesario saber generar conocimiento científico acerca de los recursos naturales que pretendemos conservar para poder hacerlo de la mejor manera. Los agentes económicos y políticos que se dedican a la toma de decisiones no pueden ignorar las recomendaciones de los científicos; el diálogo entre lo social, lo ambiental y lo político es indispensable para generar propuestas con posibilidades de cambio reales.

La misión de la UAM-Xochimilco es formar profesionales con la capacidad de no sólo identificar y resolver problemas, sino también trabajar en equipos interdisciplinarios con compromiso social y desarrollar investigación orientada a la solución de problemas socialmente relevantes. La crisis ambiental es un problema tanto ecológico como social, tanto político como económico. El taller que se llevó a cabo para este servicio social brindó una herramienta muy valiosa para las/os niñas/os y jóvenes como agentes de cambio de la próxima generación: la ciencia es de todas/os.

Me gustaría concluir con dos hechos que de manera más personal me dieron a entender que los talleres en realidad sí lograron generar un interés en la ciencia y una apropiación de la herramienta de descubrimiento científico: el foldscope. El primero es que en absolutamente todos los talleres es muy claro el momento de asombro cuando los participantes lograr enfocar y visualizar una muestra en el microscopio que ellos mismos construyeron, las caras de asombro y los comentarios de incredulidad se asemejan a la maravilla que muchos científicos tenemos cuando aprendemos algo impresionante, o cuando descubrimos algo, o incluso solo cuando entendemos un problema... ese asombro lo compartimos todos los humanos que podemos satisfacer nuestra curiosidad y aprender sobre un mundo que nos parece ajeno. El segundo hecho es momento que tienen los participantes cuando se dan cuenta que los microorganismos existen en todas partes -aunque no los veamos- y no sólo eso, sino también que son actores clave en las dinámicas ecosistémicas.

10. Referencias

Cybulski, J. S.; Clements, J.; Prakash, M., 2014. Foldscope: Origami-Based Paper Microscope. *PLoS ONE* 9(6): e98781.

Field Projects International, 2018a. *About Us* [En línea] Field Projects International. Consultado el día 19 de febrero del 2018 [Disponible en: <https://fieldprojects.org/aboutus/>] Field Projects International, 2018b. *The Peoples Microscope* [En línea] Field Projects International. Consultado el día 19 de febrero del 2018 [Disponible en: <https://fieldprojects.org/initiatives/foldscope/>]

Sawyer, E., 2012. *Science Literacy for Everyone* [En línea] Scitable, by Nature EDUCATION. Bio 2.0 - Dissecting the next revolution in biology. Consultado el día 21 de febrero del 2018 [Disponible en: https://www.nature.com/scitable/blog/bio2.0/science_literacy_for_everyone]

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, 2016. *Documento Xochimilco*. [En línea] Coordinación de Planeación, Vinculación y Desarrollo Académico. Consultado el día 19 de febrero del 2018 [Disponible en: http://www.xoc.uam.mx/servicios/coplada/documento_xochimilco/doc_xochimilco_2016.pdf]

Anexos

Anexo I

Cuestionario inicial

Institución:

Grupo:

Fecha:

Edad:

Contesta cada pregunta lo mejor que puedas. Recuerda que aquí no hay respuestas incorrectas.

1) ¿Qué es un microorganismo?

2) ¿Qué son y para qué sirven los microscopios?

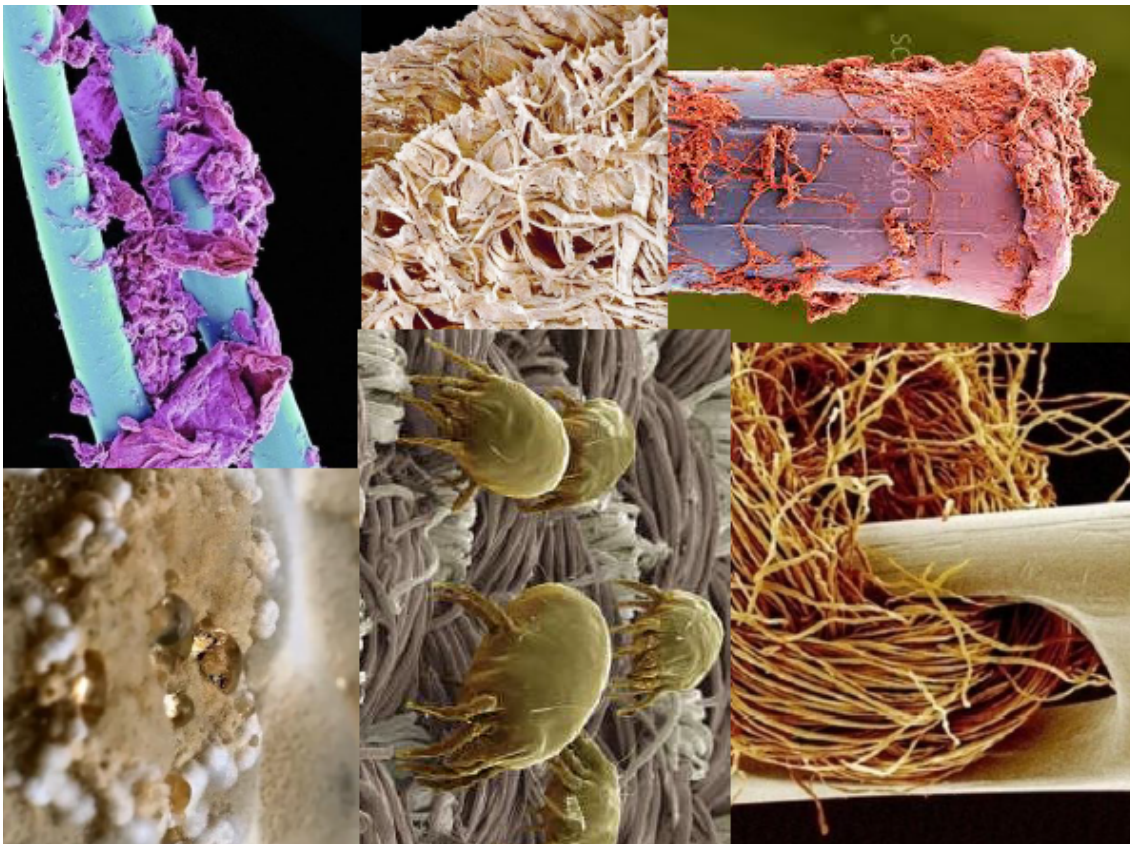
3) ¿Alguna vez has observado algo bajo un microscopio o una lupa? Si sí, ¿qué observaste?

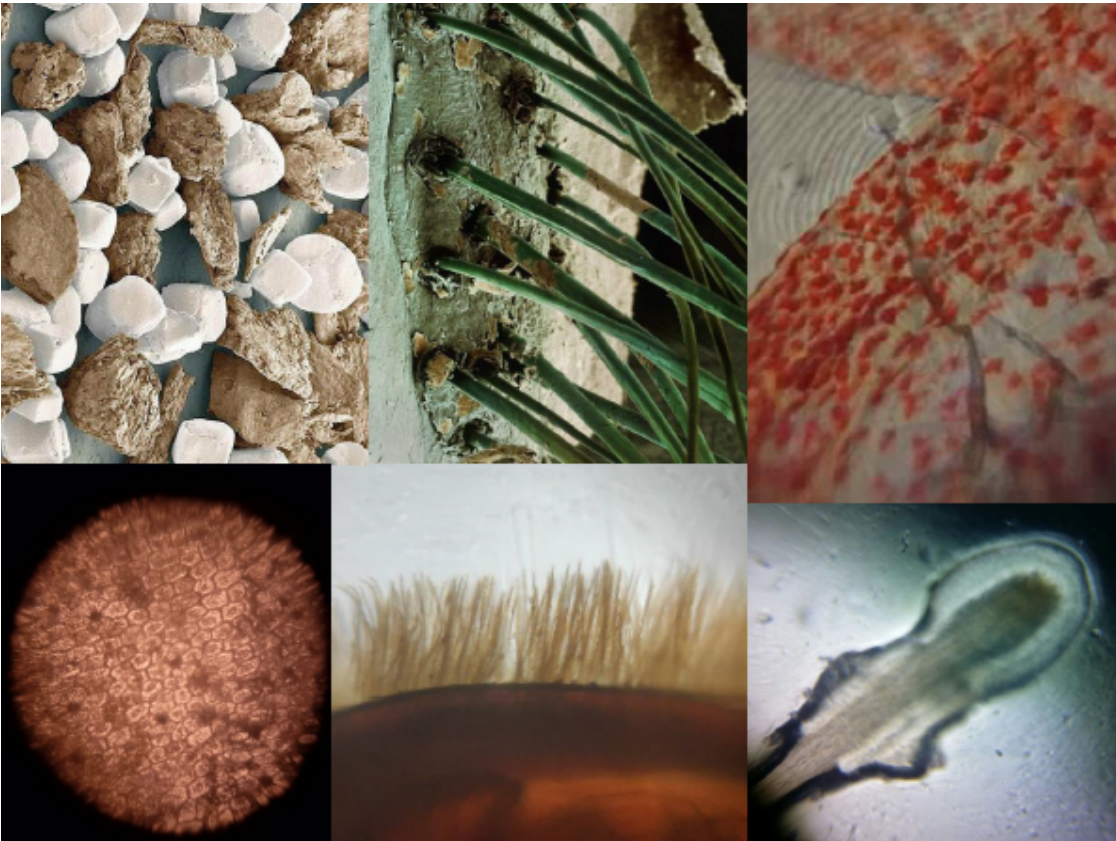
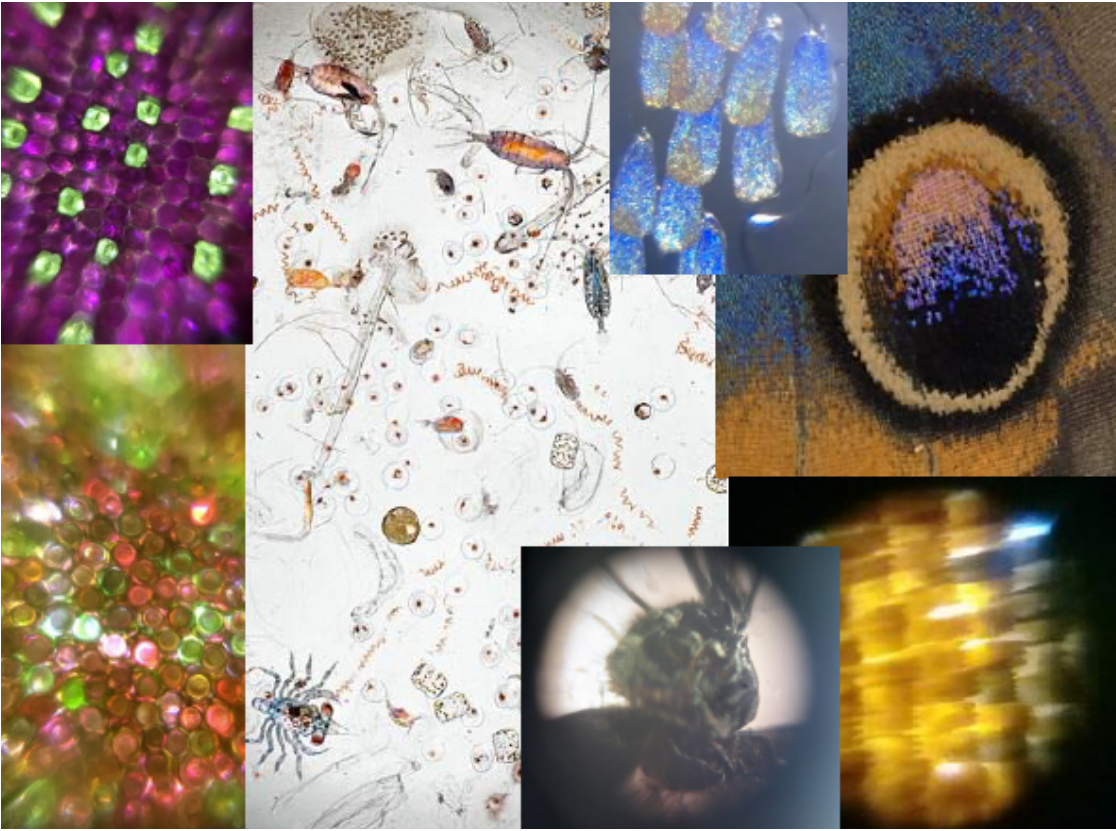
4) ¿Sabes lo que es un ecosistema? Si sí, ¿por qué son importantes los ecosistemas?

5) ¿Puedes nombrar algunos componentes de los ecosistemas?

6) En el mundo microscópico podemos observar muchos diferentes organismos que son demasiado pequeños para ver a simple vista, ¿puedes nombrar algunos?

Anexo II





EL MONSTRUOSO DESFILE DEL LECHO MARINO

A primera vista, los lechos marinos, oscuros y pobres en oxígeno, parecen estar deshabitados. Sin embargo, misteriosas criaturas microscópicas se desplazan en silencio por el suelo fangoso. Bajo las nieves marinas formadas por bacterias* y cadáveres de plancton, los **loricíferos**, con sus siluetas fantasmales, rondan estas aguas tenebrosas. Atravesando un denso tapiz de **nematodos**, un **gnatostomúlido**, un gusano con afiladas y poderosas mandíbulas, viaja en busca de hongos y bacterias. No lejos de ahí, un dragón del barro o **quinorrinco** se abre paso a través de montones de desechos y nubes de **copépodos**. De pronto, el fango tiembla y se abre para revelar un monstruo gigantesco de 2 cm de largo: el **gusano* poliqueto**.

Zambúlete en el corazón del océano para presenciar el monstruoso desfile de las profundidades.



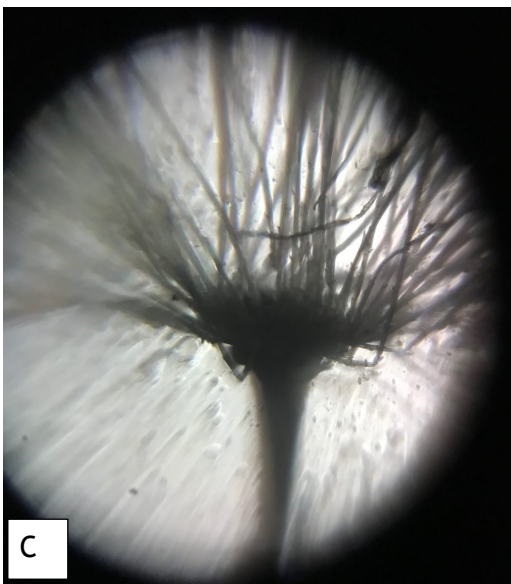
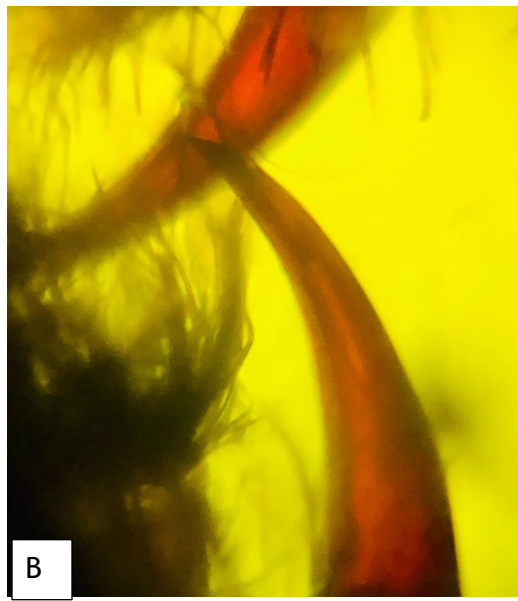
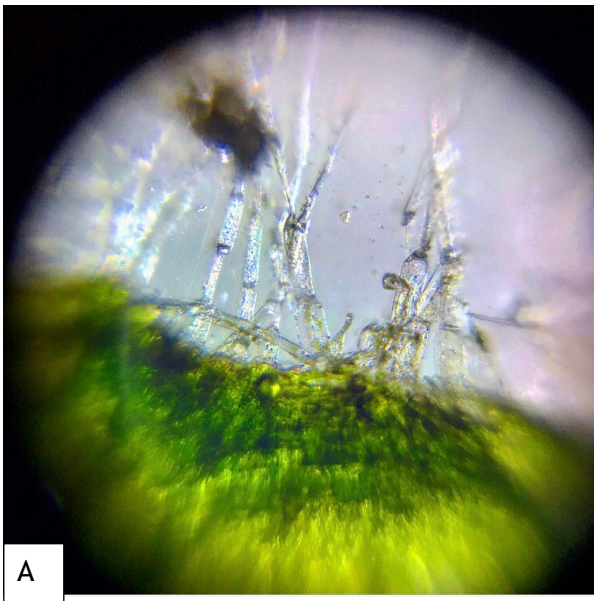
LECHO MARINO DEL OCEANO ATLÁNTICO, 30 METROS DE PROFUNDIDAD





Anexo IV

- A. Borde de un tejido foliar vegetal con pubescencia.
- B. Colmillos de una araña.
- C. Semilla de diente de león.
- D. Ala de mosca.



Cuestionario final

Institución:

Grupo:

Fecha:

Edad:

Contesta cada pregunta lo mejor que puedas. Recuerda que aquí no hay respuestas incorrectas.

- 1) ¿Qué es un microorganismo?
- 2) ¿Qué son y para qué sirven los microscopios?
- 3) ¿Alguna vez has observado algo bajo un microscopio o una lupa? Si sí, ¿qué observaste?
- 4) ¿Sabes lo que es un ecosistema? Si sí, ¿por qué son importantes los ecosistemas?
- 5) ¿Puedes nombrar algunos componentes de los ecosistemas?
- 6) En el mundo microscópico podemos observar muchos diferentes organismos que son demasiado pequeños para ver a simple vista, ¿puedes nombrar algunos?

Preguntas adicionales para el cuestionario final

- 1) Nombra 6 cosas que te gustaría poder observar bajo el microscopio.
- 2) ¿Para qué crees que sirva descubrir el microcosmos?
- 3) Los y las científicos y científicas usan mucho los microscopios para hacer descubrimientos como los que hicimos nosotros. Y ahora tú tienes un microscopio que puedes llevar a donde quieras. ¿Te gustaría seguir descubriendo cosas con ayuda de herramientas como esta? ¿Qué cosas te gustaría descubrir?
- 4) Este taller se va a ofrecer a otros niños y niñas como tú. Como un explorador del microcosmos oficial, ¿qué consejos les darías a esos niños y niñas? ¿Qué consejos le das a la tallerista?
- 5) ¿Qué fue lo que más te gustó del taller? ¿Qué fue lo que menos te gustó?