

MINISTERIO DE

educación

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



HACIENDO CIENCIA EN NUESTRO ENTORNO



Con ejemplos de
indagaciones para
Química • Física • Biología

Viceministerio de Ciencia y Tecnología (VCyT)

Roberto Aguilar Gómez

Ministro de Educación

Jenny Carrasco Arredondo

Viceministra de Ciencia y Tecnología

Erika Montes Menacho

Directora General de Ciencia y Tecnología

Cindy Baez Orozco

Jefa de la Unidad de Ciencia y Tecnología

Autoras: **María Isabel Galarza**
Alejandra Irene Roldán

Edición: **Cecilia Molina Canedo**

Diseño y diagramación:
Ana Lara Navarro

2019 MINEDU © Todos los derechos reservados

HACIENDO CIENCIA EN NUESTRO ENTORNO



María Isabel Galarza y Alejandra Irene Roldán

“Aquello que aprendamos, pueda servir para mejorar nuestro ambiente y las condiciones de vida de nuestra comunidad”.

M. Isabel Galarza

“Que aquello que desconocemos de la naturaleza no inhiba el deseo de salir a su encuentro, por lo contrario, sea el motor que nos impulse a pasar tiempo con nuestros estudiantes descubriéndola”.

Alejandra Roldán

AGRADECIMIENTOS

Con todo cariño queremos agradecer a nuestras familias, a nuestros compañeros y compañeras que ayudan a que otros también puedan descubrir su entorno, a los maestros que contribuyen a formar a nuestros hijos y en especial a Peter Feinsinger que nos mostró cómo podemos despertar los sentidos de nuestros niños y jóvenes, hacer que conozcan lo que tienen, se concienticen y trabajen de manera crítica para mejorar su entorno.

María Isabel Galarza y Alejandra Irene Roldán

PRESENTACIÓN

Promover el estudio de las ciencias, desde los primeros años de escolaridad, se convierte en una tarea importante para el conjunto de la comunidad educativa. Es decir que no solo los maestros y maestras deberían estar preparados para ir provocando y respondiendo a la curiosidad de sus estudiantes, sino también la familia en su conjunto, pues fomentando las inclinaciones y preferencias de nuestros estudiantes por la ciencia, la investigación y la búsqueda de respuestas a hechos relacionados con lo científico, aportamos para alcanzar nuestra “soberanía científica y tecnológica”.

Para el proceso de enseñanza - aprendizaje de las ciencias se han diseñado un conjunto de estrategias didácticas, que tienen entre sus objetivos el provocar cambios de roles profundos en los estudiantes, es decir de “estudiantes reactivos” a “estudiantes proactivos”, promoviendo el desarrollo de personas activas, curiosas, comprometidas con su aprendizaje, creativas, tomadoras de decisiones, solidarias, cooperativas, críticas y transformadoras de su realidad en un sentido respetuoso con la Madre Tierra.

Sin duda estas estrategias tienen sinergia con el Modelo Educativo Sociocomunitario Productivo (MESCP), que plantea 4 dimensiones que hacen a la formación integral y holística de los estudiantes;

así también 4 momentos metodológicos aplicados a todos los contenidos del currículo base que posibilitan que el estudiante aprenda haciendo; de ahí la realización de los Proyectos Sociocomunitarios que interrelacionan, dinamizan e integran los campos, áreas y disciplinas.

La estrategia didáctica “El Ciclo de Indagación”, puede coadyuvar en concretizar y operativizar el MESCP porque tiene la ventaja de ser flexible, ya que su principio fundamental es el uso de los sentidos, el cerebro y el corazón, como herramientas para desarrollar cualquier indagación o proyecto problematizador.

La presente publicación surge de la necesidad de continuar fortaleciendo las capacidades de nuestros estudiantes en áreas científicas, especialmente en el desarrollo de proyectos a ser presentados en la Feria Científica de la Olimpiada Científica Estudiantil Plurinacional Boliviana.

Esta iniciativa se desarrolló con profesionales vinculadas al estudio de las ciencias, quienes de manera desinteresada aportaron con esta publicación, la cual se constituye en un interesante material orientador que puede impulsar con mayor fuerza el pensamiento crítico y las potencialidades científicas e investigativas de los estudiantes del Sistema Educativo Plurinacional.

Roberto Aguilar Gómez
Ministro de Educación

ÍNDICE

Ocurrió en el siglo pasado	9
Los pasos del Ciclo de Indagación	12
LA PREGUNTA	13
Analizamos cómo se plantea la pregunta	15
LA ACCIÓN	21
LA REFLEXIÓN	28
¿Cómo presentar nuestro trabajo?	31
Ejemplos de indagaciones para Química, Física y Biología	33
Bibliografía	51

Una aventura más allá de nuestra puerta

Abre la puerta de tu aula y sal al patio de tu unidad educativa, cierra los ojos, toma aire profundo y comienza a percibir el entorno con tus sentidos. Toca las cosas, siente olores, escucha y finalmente abre tus ojos ¿qué percibes a tu alrededor?

Ahora que despertaron tus sentidos, queremos contarte que en cualquier rincón del patio de tu unidad educativa, en una grieta, sobre el tronco de un árbol, en la plaza cercana o en aquel espacio medio abandonado, viven un sinnúmero de plantas, animales, musgos, hongos, personas y muchos elementos más de los que podemos aprender. Todos ellos son parte de nuestro entorno,

y a veces no nos damos cuenta que están conectados y son esenciales para mantener un ambiente saludable.

Enseña a tus estudiantes a observarlos, conocerlos, investigarlos y comprenderlos. Ver cómo se interrelacionan es algo que nunca olvidarán. Para esto, no es necesario viajar lejos; los misterios de la naturaleza están sucediendo allí, muy cerca de nosotros.



A través de este texto queremos colaborar en la importante tarea que realizas cada día en tu Unidad Educativa. Ayudarte a despertar los sentidos, el cerebro y el corazón de tus estudiantes, para que de esa manera, se conecten con la naturaleza y se sientan parte de ella. ¿Te animas? ¡Ven y aventúrate con nosotros!

Ocurrió en el siglo pasado

Por los años '90, un grupo de ecólogos y educadores, expresaban unos a otros su preocupación por los impactos ambientales y los efectos negativos en las especies, incluida la nuestra. Ellos pensaron que era muy importante que las personas conozcan los componentes de la naturaleza, comprendan cómo funcionan y se relacionan; de igual manera reflexionen cómo nuestras acciones los afectan. Todo esto guiaría a las personas a tomar decisiones más adecuadas, en relación al uso y cuidado de su ambiente.

Aquellos profesionales pensaron que la unidad educativa era el mejor lugar para aprender sobre la naturaleza. Esto puede suceder cuando el maestro pone a los estudiantes en contacto con su entorno, fuera del aula.



Aprendiendo del entorno

De esa manera y con esta inquietud, se propuso un método de investigación para la enseñanza de la ciencia denominado “Ciclo de Indagación”, para ser aplicado en el patio y en los alrededores de la unidad educativa. Investigar en el patio permite al estudiante conocer los elementos que existen en la naturaleza, comprender cómo funcionan. Además, les ayuda a desarrollar su capacidad científica y pensamiento crítico, todo lo cual les brindará insumos a la hora de tomar decisiones en diferentes situaciones de la vida real.

El Ciclo de indagación ha sido compartido con maestros de diferentes países de Sudamérica y algunos de Centroamérica, por medio de talleres denominados “La Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela” (EEPE). Actualmente, algunos maestros del país y de otros vecinos lo aplican y han obtenido excelentes resultados como formadores de estudiantes con actitud científica.



Sacando datos
del ambiente

Los pasos del Ciclo de Indagación

Empezaremos mencionando que el Ciclo de Indagación presenta tres pasos: **PREGUNTA**, **ACCIÓN** y **REFLEXIÓN** (Figura 1)

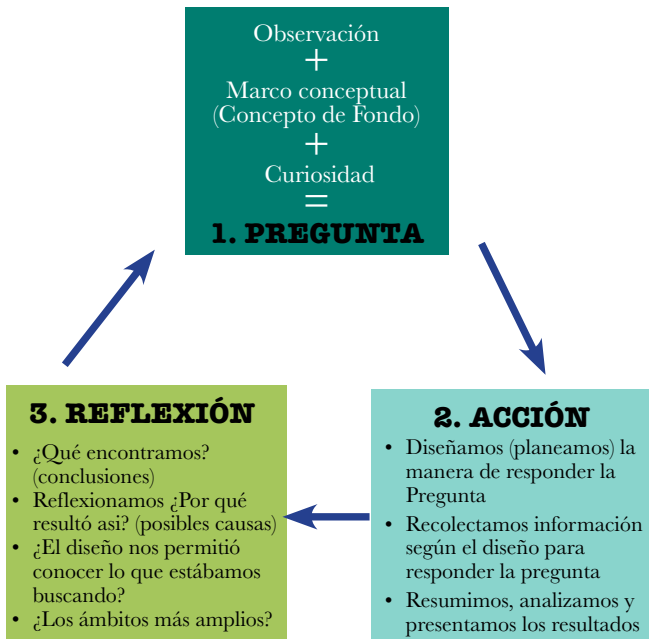


Figura 1. Esquema del Ciclo de Indagación (Arango et al., 2009)

LA PREGUNTA

Toda investigación científica inicia por una pregunta, que se plantea a partir de la observación del entorno, de un concepto de fondo y de una inquietud particular. Veamos un ejemplo de cómo se construye una pregunta, luego explicaremos cada paso.

Ejemplo: Las plantas y la humedad

- **La Observación.** Al salir al patio de mi unidad educativa, me pongo a recorrerlo y puedo ver que hay muchos elementos diferentes como ser árboles, hierbas, piedras, caminos, juegos infantiles y más. De pronto, me detengo a observar varias plantas pequeñas de diferentes especies. Algunas de ellas crecían en suelos húmedos y otras, que parecían ser diferentes, en suelos más secos.



Observando la vegetación de nuestra unidad educativa



Los Yungas - Julian Rojas



Illimani - Julian Rojas

ambiente húmedo y ambiente seco

- **Concepto de fondo.** Esta observación me llevó a pensar que en nuestro planeta hay lugares muy húmedos y otros muy secos, y que en estos viven diferentes tipos de seres vivos, adaptados a cada ambiente. Esta idea me permitió enunciar el siguiente concepto de fondo: “Por lo general, la humedad del ambiente puede influir en el tipo de especies que viven en el mismo”.

- **Inquietud en particular.**

Con base a la observación y al concepto de fondo, me surgió la siguiente curiosidad acerca de lo que pasaba en el patio de mi unidad educativa: ¿Será que las plantas que crecen en los suelos húmedos del patio de mi unidad educativa son distintas a las que crecen en los suelos secos?

Luego de observar, trabajar el concepto de fondo para entender lo que podía estar pasando y plantear mi inquietud particular, pude plantear la siguiente pregunta de investigación:

- **Pregunta:** ¿Qué diferencia existe en los tipos de plantas que crecen en lugares con suelos húmedos y en lugares con suelos secos del patio de mi unidad educativa, en el mes de septiembre de 2019?

Analizamos cómo se plantea la pregunta

Para construir la pregunta se necesita realizar tres pasos previos:

1) Observación. Se la lleva a cabo cuando percibimos, a través de todos nuestros sentidos, lo que hay a nuestro alrededor. Es muy importante enseñar a nuestros estudiantes a observar con detenimiento. Para ello es indispensable recorrer el lugar reparando en todos los detalles.

2) Concepto de fondo. Cuando observamos situaciones diferentes, contrastantes, generalmente hay algo que nos llama la atención, que despierta nuestra curiosidad. Ante esto buscamos una posible explicación empleando nuestros conocimientos previos o información bibliográfica. Esta posible explicación es el concepto de fondo, que puede ser expresado de la siguiente forma: “Generalmente, el proceso o fenómeno **X** podría causar el resultado **Y**” o “Por lo general, **Y** varía según cambios en el proceso o fenómeno **X**”.

En el **ejemplo**, **X** es la humedad y corresponde a la posible causa o variable independiente; **Y** es el tipo de plantas, y corresponde al efecto o variable dependiente.

3) Inquietud particular. Es la curiosidad que se nos genera expresada de manera simple. Es una pregunta que conecta el concepto de fondo con la observación, pero a la cual aún le faltan varios elementos para ser una verdadera pregunta de investigación.

4) Planteamiento de la pregunta de indagación. A continuación se detallan los cuatro elementos más importantes que debemos tener en cuenta al momento de construir la pregunta de investigación:

a) La pregunta debe poder responderse por una experiencia de primera mano

Las preguntas que nos llevan a una indagación se deben contestar por medio de una experiencia de primera mano, es decir sintiendo, observando, midiendo, oliendo, escuchando, contando, identificando, etc.; de acuerdo a lo que se plantee en la pregunta. Estas acciones deben hacerse en tiempo presente, por lo que será importante evitar que las preguntas hagan referencia a hechos pasados. Así, cuando utilizamos la palabra ¿Por qué...? o ¿A qué se debe...? hacemos referencia a causas que pueden tener explicación en el pasado, por lo que son difíciles de contestar con mediciones de primera mano; estas preguntas pueden tener muchas respuestas, por lo que nuestra investigación será interminable. De igual manera, se deben

evitar preguntas que expresan suposiciones, deseos, opiniones y otras que pueden tener varias respuestas, porque no pueden ser contestadas por medio de experiencias de primera mano. Por ejemplo: ¿Será que esta planta está enferma por falta de luz? ¿Qué podemos hacer para que haya menos basura?

Las preguntas que sí pueden responderse con experiencias de primera mano inician con las palabras: **¿Cuáles...? ¿Cuántos...? ¿Cuál es la diferencia...? ¿Qué cantidad...? ¿Cómo varía...? ¿Dónde...?**, etc.

Pregunta del **ejemplo**:

¿Qué diferencia existe en los tipos de plantas que crecen en lugares con suelos húmedos y en lugares con suelos secos del patio de mi unidad educativa, en el mes de septiembre de 2019?

Pero también podría ser:

¿Cómo varían los tipos de plantas que crecen en lugares con suelos húmedos y en lugares con suelos secos del patio de mi unidad educativa, durante el mes de septiembre de 2019?

Para saber si una pregunta puede ser respondida por una experiencia de primera mano es importante tener claro: **¿Qué vamos a medir?** o **¿Qué vamos a registrar?**

Lo que medimos o registramos corresponde a la **variable dependiente**. En el **ejemplo** y de acuerdo a lo que indica la pregunta, vamos a registrar los tipos de plantas.

b) La pregunta debe ser comparativa

Una pregunta comparativa busca tener al menos dos o más situaciones para comparar. La comparación contribuye a desarrollar pensamiento crítico. Una pregunta no comparativa solo permite una descripción de lo que se está viendo, mientras que una comparativa nos da más elementos para analizar las condiciones que dieron lugar a ese resultado.

Lo que comparamos se denomina **variable independiente**. Podemos comparar ambientes, individuos, especies, espacios, estaciones, horas del día, grupos de personas, etc. Todo depende de lo que deseamos conocer. En nuestro ejemplo, comparamos lugares con suelos húmedos, con lugares con suelos secos.

Pregunta del **ejemplo**:
¿Qué diferencia existe en los tipos de plantas que crecen en **lugares con suelos húmedos** y en **lugares con suelos secos** del patio de mi unidad educativa, en el mes de septiembre de 2019?

Es importante observar que lo que comparamos debe ser mencionado de alguna forma en el concepto de fondo.

c) Las preguntas deben considerar espacio y tiempo

Es necesario precisar estos aspectos, debido a que los resultados que obtengamos serán solamente válidos dentro de ese espacio físico y temporal. Si repitiéramos el estudio en otro lugar o en otro tiempo, no necesariamente obtendremos los mismos resultados. Por ello, cuando expresemos la conclusión de nuestro estudio, tendremos que mencionar que nuestros resultados son válidos para el espacio y el tiempo en el que fue desarrollado.

Pregunta del ejemplo:

¿Qué diferencia existe en los tipos de plantas que crecen en lugares con suelos húmedos y en lugares con suelos secos **del patio de mi unidad educativa, en el mes de septiembre de 2019?**

La aclaración de espacio y tiempo en la pregunta puede ir adelante o atrás de la misma, como se ve a continuación:

En el patio de mi unidad educativa, durante el mes de septiembre de 2019 ¿Qué diferencia existe en los tipos de plantas que crecen en lugares con suelos húmedos y en lugares con suelos secos?

d) Las preguntas deben ser interesantes

La pregunta planteada debe ser atractiva, es decir que no tenga una respuesta obvia. Por ejemplo: ¿Hay más plantas en mi jardín o en la calle asfaltada? Esta es una pregunta cuya respuesta es obvia y no necesitaría de una investigación para ser respondida.

Tampoco debería ser una pregunta que nos demande un trabajo muy pesado o aburrido. Por ejemplo: ¿Cuántos insectos hay en mi jardín y en la plaza más cercana? Es una pregunta cuya respuesta no conocemos pero, responderla, nos demandaría mucho esfuerzo, y no queremos generar desaliento y que se pierda la motivación.

Una vez que nuestra pregunta cumple con los

cuatro elementos en su formulación, ya estamos listos para continuar con el segundo paso del Ciclo de Indagación, la acción.



LA ACCIÓN

En la acción necesitamos pensar ¿cómo podemos responder la pregunta? Un aspecto importante es que la respuesta nos llegue a través de una experiencia de primera mano. Esto quiere decir que tendremos que observar, medir, tocar, escuchar, oler, etc. A diferencia de estas acciones, una experiencia de segunda mano sería cuando la información nos llega a través de otro medio, como puede ser el Internet, un libro, la televisión o mediante la conversación con un informante, entre otros.

La acción estará direccionada por la pregunta que nos planteamos. A continuación, desarrollamos varios pasos que nos ayudan a plantear la acción.

1. Revisar la pregunta.

Hay varios aspectos que deben estar claros en nuestra pregunta: el lugar donde se realizará la indagación, el periodo de tiempo que nos tomará responderla, lo que se va a comparar y lo que se va a medir. Si alguno de estos puntos no están claros, debemos corregirlos antes de realizar la acción.



2. Nos preguntamos ¿Cómo será un caso de lo que se va comparar? Un caso es un ejemplar independiente de lo que se está comparando. Volvamos a leer nuestro ejemplo de pregunta.

Pregunta del **ejemplo**:

¿Qué diferencia existe en los tipos de plantas que crecen en lugares con suelos húmedos y en lugares con suelos secos del patio de mi unidad educativa, en el mes de septiembre de 2019?

En nuestro ejemplo, se comparan lugares con suelos húmedos y lugares con suelos secos. Por lo que un caso será **un lugar con suelo seco o húmedo**.

3. Decidir cómo distribuir los casos en el espacio y/o el tiempo. Nuestro trabajo estará bien representado en un lugar, si podemos observar varios casos. Esto nos ayuda a acercarnos más a lo que realmente pasa en el lugar o situación escogida. Sin embargo, es importante no desanimar a los estudiantes haciendo muestreos excesivamente grandes. Es por esto que hay que buscar un equilibrio. En nuestro **ejemplo**, podemos elegir cinco lugares con suelos húmedos y cinco lugares con suelo secos.



BOLIVIA INDAGA

Comparación de vegetación en lugares húmedos y secos



Haciendo evaluación en campo

Cuando evaluamos varios casos nos aseguramos de seleccionar y distribuir los mismos abarcando, en el lugar, la mayor cantidad de variaciones posibles de suelos húmedos y suelos secos. También es importante la posición de los

mismos en el patio. Así, puede haber lugares húmedos en el lado norte como en el lado sur del patio, este y oeste. Será importante incluir todas las zonas posibles del patio, debido a que la pregunta indica en el patio de la unidad educativa (todo el patio) y no especifica en el lado norte o el sur del patio. También, si hubiera ambientes húmedos expuestos al sol y otros a la sombra debemos incluir ambos. Si solo incluimos a los que están en la sombra estaríamos conociendo solamente las plantas que se encuentran bajo la sombra y no estaríamos contestando la pregunta que habla de las plantas del patio entero.

Algo muy importante es que, siempre que sea posible, **los casos deberán ser seleccionados al azar**, es decir de manera aleatoria, sin buscar los “mejores” casos para muestrear. Por ejemplo, si tenemos un espacio amplio, podemos hacer una selección al azar de los sitios lanzando un colgador de ropa abierto con los ojos cerrados.

Figura 2. Colgador abierto para conseguir un cuadrante

4. Verificar lo que se va a medir o registrar. Esto debe especificarse en la pregunta. Lo que medimos se llama **variable de respuesta** o **variable dependiente**. Esta variable se la mide de la misma manera en todos los casos. En nuestro **ejemplo**, la variable dependiente es “los tipos de plantas”.

5. Decidir cómo se va a medir o registrar. Esto corresponde a la metodología del estudio. Por ejemplo, para nuestra pregunta, la metodología podría ser registrar los tipos de plantas presentes en cada caso seleccionado al azar. Es decir, en las superficies delimitadas con el colgador de ropa abierto se deberán registrar los tipos de plantas presentes.

6. Recolectar y registrar la información según las decisiones tomadas en los pasos 1 al 5. Antes de tomar los datos, debemos elaborar cuadros o tablas para registrar los mismos (Tabla 1). Esto nos ayudará a ordenar y visualizar comparativamente la información. Un cuadro está formado por filas y columnas. El número de columnas y filas dependerá de nuestra pregunta. Así, en el **ejemplo** tenemos las especies de plantas en 5 lugares con suelos húmedos y 5 en lugares con suelos secos (casos) y podríamos registrar la información.

CASOS										
ESPECIES	SUELOS HÚMEDOS					SUELOS SECOS				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

Tabla 1. Propuesta para la toma de datos

7. Toma de datos. Es el momento en el cual estamos cerca de responder la pregunta, registrando la información cuidadosamente, adquiriendo la información de primera mano. Es decir, observando, midiendo, escuchando, etc., dependiendo de nuestra pregunta. En nuestro **ejemplo**, saldremos a registrar las especies que hay en cada uno de los sitios escogidos al azar, es decir en cada uno de nuestros casos. En estos registraremos las especies presentes en cada uno de los lugares de estudio, como en la siguiente tabla:

CASOS										
ESPECIES	SUELOS HÚMEDOS					SUELOS SECOS				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Hoja pinchuda	✓			✓						✓
Diente de león	✓	✓	✓	✓						
Malva silvestre		✓		✓	✓					
Trébol	✓			✓	✓					
Flor lila			✓							
Pasto						✓	✓	✓	✓	✓
Hoja dura						✓			✓	✓
Chichicara			✓							✓

Tabla 2. Datos de campo

Muchas veces no conocemos los nombres vulgares o científicos de las plantas u otros organismos que estamos estudiando; de ser así, podemos darles un nombre que resalte alguna característica, por ejemplo, planta de flor amarilla, etc. Lo aconsejable en la investigación es indagar el nombre científico que tiene la especie o con el que se la conoce en la zona. A veces, será necesario coleccionar una pequeña muestra para que luego podamos identificarla, preguntando a otras personas o buscando en libros.

8. Organizar, analizar y resumir los resultados. Luego que tenemos todos nuestros datos será importante analizarlos. Por ejemplo, si observamos el cuadro lleno, veremos que hay especies particulares de un ambiente, por ejemplo de lugares húmedos (Diente de león, Malva silvestre, Trébol y Flor lila) o secos (Pasto y Hoja dura) y otras son comunes a ambos (Hoja Pinchuda y Chichicara). Será importante resumir y analizar esta información.

9. Organizar la información de la manera más sencilla posible. Con toda la investigación habremos reunido bastante información. Será importante organizarla de manera sencilla de entender, por ejemplo, por medio de gráficas. En nuestro caso podríamos utilizar diagramas de conjuntos o de Venn, en los que se muestren las especies particulares de cada ambiente pero también las comunes, como se ve en el siguiente ejemplo:

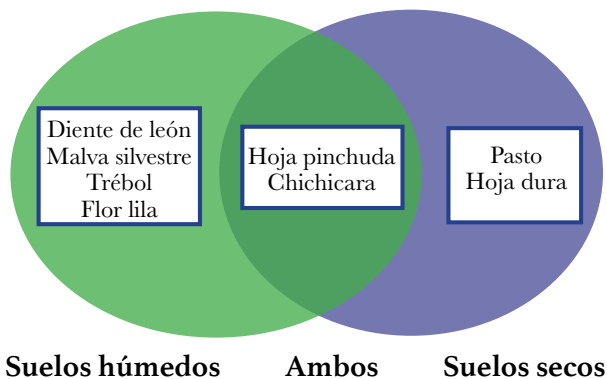


Figura 3. Diagrama comparativo de los hallazgos

En el ejemplo podemos observar claramente que existen especies características de cada ambiente y otras que son comunes a ambos. Es importante que toda la información quede representada en la gráfica, aún los datos que nos parezcan raros.

Existen diferentes tipos de gráficas y habrá que seleccionar la más adecuada al momento de elegir la manera de mostrar nuestros datos.

Una vez que hemos organizado y analizado nuestra información continuamos con el tercer paso del Ciclo de Indagación, que es la Reflexión.

Paso 3**LA REFLEXIÓN**

Este paso es muy importante para aprovechar de manera más significativa y crítica nuestros resultados. La reflexión nos permitirá interpretar mejor nuestra realidad de acuerdo a nuestros hallazgos de primera mano. Al inicio, será necesario apoyar a los estudiantes en este proceso, hasta que ellos vayan familiarizándose con la reflexión y el desarrollo del pensamiento crítico, de una manera amplia y creativa.

En la reflexión se plantean varias preguntas que ayudan a analizar la experiencia de investigación realizada, el proceso y su extrapolación a ámbitos más amplios.

Las preguntas que generalmente guían el proceso de reflexión son:

- A** - ¿Qué encontramos? o ¿Qué respuesta obtuvimos a la pregunta de investigación? (Conclusión del estudio).
- B** - ¿Por qué se encontró estos resultados? ¿Tendrá relación con lo expresado en el concepto de fondo? o ¿existirán otras causas que explican los resultados?
- C** - ¿La manera de recoger la información fue la correcta? Si pensamos que cometimos errores, ¿cómo se podría mejorar?

D -¿Pasará lo mismo en otros ambientes? ¿Y en otras épocas del año?

E -¿Qué nuevas preguntas se nos ocurren para indagar?

De esta manera, se va relacionando lo encontrado con el ambiente que los rodea, hasta que este ya no sea ajeno a ellos y puedan ir viendo las relaciones que existen en el entorno.

En nuestro ejemplo las respuestas a las preguntas de reflexión podrían ser:

A- Encontramos ocho tipos de plantas de las cuales las especies Diente de león, Malva silvestre, Trébol y Flor lila solo fueron registradas en suelos húmedos, las especies Pasto y Hoja dura solamente se observaron en suelos secos y las especies Hoja Pinchuda y Chichicara fueron vistas tanto en suelos secos como en húmedos.

B- Pensamos que había más tipos de plantas en lugares con suelos húmedos, que en los secos, debido a que la humedad es muy importante para el crecimiento de las plantas; sin embargo, la presencia de plantas en lugares con suelos secos nos muestra que hay plantas que están adaptadas a vivir con poca agua.

Nuestro concepto de fondo decía: “Por lo general, la humedad del ambiente puede influir en el tipo de especies que viven en el mismo”. Pensamos que nuestros resultados están de acuerdo con lo enunciado en el concepto de

fondo, sin embargo hay excepciones, puesto que dos especies crecían tanto en suelos secos como en húmedos, por lo que la humedad no sería la variable que determine su presencia allí, sino otras causas como el tipo de suelo o la cantidad de luz.

C- Creemos que recogimos bien la información, sin embargo es posible que pusieramos el mismo nombre a especies distintas. Debemos tener más cuidado y poner mayor atención en una próxima investigación.

D- Tal vez en ambientes áridos, como el altiplano, podemos encontrar diferencias en el tipo de plantas presentes en lugares donde se conserva la humedad, como cerca de un río, comparado con lugares más secos. Pero, es posible que en lugares que son húmedos, como en los Yungas, la presencia de más o menos humedad no sea tan determinante en la presencia de ciertas especies. Por otro lado, es posible que si repitiéramos la indagación en el patio de nuestra unidad educativa durante la época de lluvia, encontremos otros resultados, debido a que la mayoría de los lugares presentarán suelos húmedos.

E- De esta indagación nos surge una nueva pregunta: ¿Cuál es la diferencia en los tipos de plantas que crecen en lugares con suelos húmedos entre los meses de junio y diciembre, del año 2019, en el patio de mi unidad educativa?

Durante la reflexión quedarán muchas preguntas

sin responder, por lo que se sugiere acudir a bibliografía, que ayudará a interpretar los resultados y a ampliar los conocimientos.

¿Cómo presentar nuestro trabajo?

Durante todo el proceso habremos respondido una pregunta con acciones de primera mano y habremos reflexionado acerca de los elementos con los que trabajamos y su importancia para el ambiente. Sin embargo, ¿de qué manera debemos mostrar los hallazgos de nuestra investigación a nuestra comunidad, para que conozcan el tema y puedan reflexionar acerca de este?

La presentación de nuestro trabajo puede ser oral o escrita. Para una presentación oral debemos ordenarla, de manera que incluya los siguientes



Exponiendo los hallazgos

puntos: el tema, la pregunta, la acción y la reflexión. La acción puede ir acompañada de un croquis del lugar donde se realizó la investigación, también cuadros y gráficos con los datos obtenidos. Es importante que los estudiantes defiendan su indagación ante un público, que pueden ser sus mismos compañeros, para que practiquen la comunicación con el público. Esto mejorará su desenvolvimiento y aumentará su autoestima.

En una presentación escrita se deben desarrollar los mismos puntos de manera clara, con gramática y ortografía correcta, de manera que se le transmita al lector toda la experiencia vivida y que las reflexiones puedan servirle para que mejore su relación con el entorno.

Exponiendo los hallazgos



Ejemplos de indagaciones para

Química 

Física 

Biología 

Desnaturalización de Proteínas

¡La Leche se Transforma!

Observación

Cuando estaba ayudando a mi mamá a hacer queso, me sorprendió ver que, al ponerle jugo de limón a la leche fresca, una parte de esta cambiaba de estado líquido a sólido. Además, se separaba en dos fases, quedando arriba una fase líquida y abajo una sólida. Mi mamá me dijo que con otras sustancias ácidas, como el jugo de naranja, los cambios eran parecidos, pero no iguales.

Concepto de Fondo

La leche está compuesta principalmente por vitaminas, grasas, minerales, azúcares y proteínas (caseína). Las proteínas son moléculas orgánicas, formadas por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, que tienen estructuras tridimensionales de tipo secundario, terciario o cuaternario. Estas estructuras son particulares de cada tipo de proteína y gracias a ellas pueden cumplir sus funciones biológicas.

Cuando agentes físicos como el calor o químicos como los detergentes, sales, alcoholes o ácidos entran en contacto con las proteínas, pueden alterar sus cargas eléctricas y/o romper sus puentes de hidrógeno, exponiendo los grupos hidrófobos (que repelen al agua). Si esto ocurre, la estructura tridimensional de las proteínas cambia, es decir, la proteína se desnaturaliza, perdiendo sus funciones biológicas.

Cuando una proteína se desnaturaliza se observan a simple vista como cambios de color, consistencia, solubilidad, aglutinación, separación en fases o precipitación. Algunas industrias lecheras emplean a la desnaturalización de las proteínas como una técnica para la elaboración de diferentes productos como quesos, yogures y cuajos.

En base a esta información y a lo mencionado en la observación sobre los agentes ácidos, planteamos el siguiente concepto de fondo: Por lo general, el grado de desnaturalización de una proteína puede variar según el pH o nivel de acidez de la sustancia que entra en contacto con la misma.

Inquietud Particular

¿Será que la desnaturalización de las proteínas de la leche (caseínas) puede ser diferente según la sustancia ácida que utilizemos?

Pregunta

En la Unidad Educativa Creativa de Cochabamba, el 18 de Septiembre de 2019, ¿cómo varía el grado de precipitación de las proteínas de la leche luego de agregarle diferentes sustancias ácidas entre jugo de limón, jugo de naranja, vinagre de manzana y vinagre de uva, inmediatamente después de agregar la sustancia ácida y luego del paso de veinticuatro horas?



¿Qué vamos a medir?

- El grado de precipitación.

¿Qué vamos a comparar?

- Diferentes sustancias ácidas
- Dos momentos: al añadir la sustancia ácida y veinticuatro horas después de agregar la misma.

Acción

¿Qué necesitamos?

- 120 ml. de leche
- 8 pocillos, vasos de vidrio o tubos de ensayo de 60 ml
- Cinco pipetas y/o probetas graduadas
- 30 ml. de jugo de limón
- 30 ml. de jugo de naranja
- 30 ml. de vinagre de manzana
- 30 ml. de vinagre de uva
- Papel para medir pH o papel tornasol
- Una lupa 8X o de mayor resolución
- Libreta de notas y bolígrafo

¿Cómo lo hacemos?

- Distribuimos la leche en 4 vasos/pocillos/tubos de ensayo de vidrio, poniendo 30 ml. en cada uno.
- Preparamos en los pocillos vacíos 30 ml de cada una de las sustancias ácidas (jugo de limón, jugo de naranja, vinagre de manzana, vinagre de uva). Medimos el pH de cada una de las sustancias.

- Colocamos al mismo tiempo, en cada uno de los pocillos con leche, los 30 ml de cada una de las sustancias ácidas preparadas.
- Agitamos las mezclas en los cuatro casos.
- Luego de esto, observamos la precipitación de las proteínas, con la formación de dos fases: una acuosa superior y otra más sólida inferior que corresponde a la proteína desnaturalizada que precipita. Registramos la precipitación de proteínas reflejada en la formación de las dos fases, valorando de la siguiente manera:
 - Nada = ningún cambio.
 - Poco = escasa separación de la fase acuosa.
 - Media = cuando ya se nota claramente una separación, pero la fase acuosa está muy densa y opaca.
 - Mucha = cuando se observa claramente la capa de precipitación en el fondo del recipiente y la acuosa, más clara, formada por el suero de la leche.

En este momento podemos usar la lupa para ver las características de menor tamaño y anotamos.

- Dejamos reposar la mezcla por el lapso de veinticuatro horas, al cabo de este tiempo volvemos observar y registrar la misma información.

NOTA: Si los tubos de ensayo son de menor capacidad, utilizar menos cantidad de leche y de sustancia ácida, que vayan en la misma proporción.

	GRADO DE PRECIPITACIÓN (formación de dos fases)		
	1. Inmediatamente después de agregar la sustancia ácida y agitar	2. A las veinticuatro horas de agregar la sustancia ácida, en reposo	Otras observaciones
Leche con jugo de limón			1. 2.
Leche con jugo de naranja			1. 2.
Leche con vinagre de manzana			1. 2.
Leche con vinagre uva			1. 2.

Tabla 3. Propuesta para la toma de datos

Reflexión

Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Qué respuesta obtuvimos a la pregunta de indagación?
- ¿A qué se deberá este resultado? ¿Tendrá relación con lo expresado en el concepto de fondo en relación al pH o acidez de las sustancias?
- ¿Habremos cometido algunos errores en el procedimiento? Si es así, ¿cómo deberíamos mejorar en una próxima investigación?
- ¿Ocurrió algún resultado raro o inesperado? ¿Por qué pensamos que ocurrió esto?
- ¿Cuál de las mezclas será mejor para hacer queso fresco? ¿Por qué?

- f) ¿De qué otras formas se podrá desnaturalizar las proteínas de la leche?
- g) ¿Encontraremos los mismos resultados luego de cuarenta y ocho horas?
- h) ¿Cómo influirá el tipo de leche en la desnaturalización?
- i) ¿Qué otras preguntas podemos plantear?
- j) ¿Cómo puedo aplicar estos conocimientos a mi vida diaria?

¡Me aturde ese sonido!

Observación

Hace unos días acompañé a mi amigo a ensayar con su banda de rock. Al ingresar al recinto, vi que a una de las paredes la habían tapizado con gomaespuma. Cuando salí a la calle del frente, percibí que el sonido apenas se escuchaba. Sin embargo, en la calle de atrás del recinto se sentía bastante fuerte.

Concepto de fondo

Cuando una fuente sonora, como una bocina, emite energía acústica, las ondas sonoras se propagan por el aire a partir de la fuente en forma de ondas esféricas (Fig. 4).

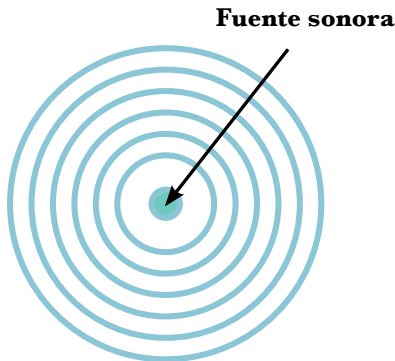


Figura 4. Propagación de las ondas sonoras

Pero, si las ondas sonoras chocan contra algún obstáculo, como un muro, parte de la energía acústica se reflejará, otra parte se absorberá y otra parte se transmitirá a través del obstáculo (Fig. 5). La absorción del sonido dependerá de la porosidad que presente el obstáculo.

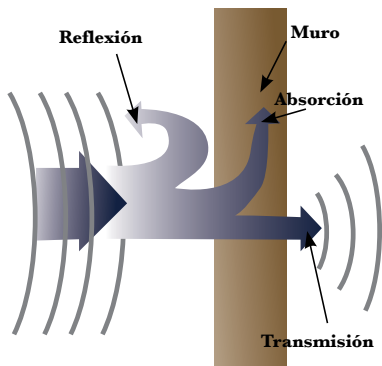


Figura 5. Reflexión, absorción y transmisión de una onda sonora al encontrarse con un obstáculo.

Con base a esta información y a lo mencionado en la observación, planteamos el siguiente concepto de fondo:

Por lo general, la absorción de la energía sonora será diferente según la porosidad que presentan los materiales que se encuentran cerca de la fuente que emite el sonido.

Inquietud particular

¿Será que los materiales como la gomaespuma y otros semejantes son buenos absorbentes acústicos?

Pregunta

¿Cómo varía la distancia a la que dejamos de escuchar el sonido que emite una radio envuelta con materiales de diferente grado de porosidad?

¿Qué vamos a medir? Distancia a la que dejamos de escuchar el sonido de la radio.

¿Qué vamos a comparar? Materiales con diferente grado de porosidad.

Acción

¿Qué necesitamos?

- Una radio.
- Un flexómetro
- Materiales con diferente grado de porosidad como:
 - Chamarra
 - Gomaespuma
 - Maple
 - Almohadones
 - Caja de madera
 - Lana
 - Manta
 - Otros que tengamos en casa

NOTA: Considerar que todos los materiales usados tengan el mismo espesor.

¿Cómo lo hacemos?

- Encendemos la radio a un volumen fuerte y constante.
- Rodeamos la radio por uno de los materiales.
- Nos alejamos de la radio hasta que ya no lo escuchamos. Medimos esta distancia con el flexómetro.
- Repetimos la experiencia con cada uno de los materiales.
- Registramos la información en una tabla como la siguiente:

Tipo de material	Distancia a la cual ya no escuchamos la radio

Tabla 4. Propuesta para la toma de datos

- Graficamos los resultados que obtuvimos.
- Realizamos un gráfico de líneas, como se muestra en el siguiente ejemplo:

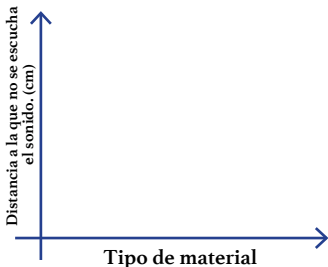


Figura 6. Gráfica propuesta para los datos

Reflexión

Respondemos las siguientes preguntas:

- a) ¿Qué respuesta obtuvimos a la pregunta de trabajo? (conclusión)
- b) ¿Por qué habremos encontrado estos resultados?
- c) ¿Los resultados encontrados tienen relación con lo planteado en el concepto de fondo? Es decir, ¿los materiales más porosos fueron mejores absorbentes del sonido?
- d) ¿Registramos algunos datos raros? ¿A qué pudieron deberse?
- e) ¿Habremos cometido errores al tomar los datos? Si fuera así, ¿cómo se deberían interpretar los resultados? ¿Cómo se podría mejorar la toma de datos en futuros estudios?

- f) ¿Qué materiales recomendaríamos emplear para evitar que el ruido de la calle ingrese a la casa o viceversa?
- g) ¿Qué nuevas preguntas de trabajo surgen de este estudio?

La vida sobre los troncos

Observación

Algunos de los árboles cercanos a la unidad educativa muestran la presencia de musgos y líquenes en la corteza. Por otro lado, el espacio que cubren estos seres vivos sobre la corteza, no es la misma en todos los lados del tronco.



Musgos



Líquenes

Concepto de Fondo

En el hemisferio sur, los hábitats con exposición norte reciben más horas de luz directa que los hábitats con exposición sur. Como resultado, la ladera norte de una montaña, por ejemplo, suele recibir más energía solar, pero a la vez suele ser más seca que la ladera sur. Por ende, se suelen encontrar diferencias en la composición de especies o superficie que cubren los seres vivos, entre las laderas de las montañas que miran al norte o al sur.

Inquietud Particular

¿Será que los líquenes y musgos que se desarrollan sobre los troncos de los árboles observados, crecen de forma diferente, según se encuentren en la cara que mira hacia el norte o hacia el sur?

Pregunta

En la fecha y en la plaza cercana a nuestra unidad educativa ¿cómo varía el porcentaje de corteza cubierta por líquenes y musgos a 1,5 metros de altura, entre las caras norte y las caras sur, en árboles con diámetros > 15 cm a la altura del pecho (DAP)?

De acuerdo a la pregunta:

¿Qué estamos comparando?

Cara norte con cara sur de un mismo árbol

¿Qué estamos midiendo en cada caso?

Porcentaje de cobertura de líquenes y musgos

Acción

¿Qué necesitamos?

Coberturómetro, colgador, brújula, cinta métrica, calculadora, libreta de notas.

¿Cómo lo hacemos?

- Construir un coberturómetro, cuadriculando un papel de acetato o una bolsa de nylon transparente

en 10 x 10 cuadraditos de 1cm x 1cm cada uno. como se muestra en la siguiente figura:

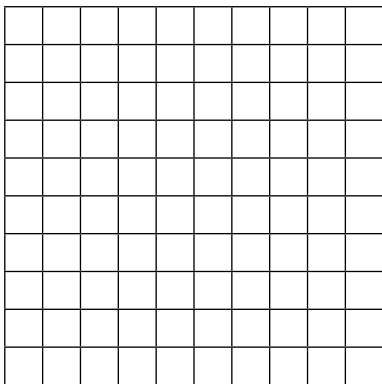


Figura 7. Coberturómetro.

- Lanzar el colgador y buscar el árbol más cercano que sea de > 15 cm de DAP y que no sea ciprés, pino ni eucalipto.
- Con la brújula, ubicar las caras norte y sur en cada árbol.
- Colocar el coberturómetro en cada una de las caras, al centro del tronco y a la altura del pecho.
- Cuantificar la cobertura de líquenes y musgos contando el número de cuadraditos (entre 100) con presencia de líquenes y musgos. Por ejemplo, si en ningún cuadradito se observan musgos o líquenes el porcentaje será del 0%, si se observan en 20 cuadraditos será 20%, si se observan estos en 100

cuadraditos tendrán el 100% de cobertura.

- Anotar la especie del árbol (si la conocen) o su nombre común. También otras características como la textura de la corteza y otras que puedan resaltar.
- Repetir el procedimiento hasta alcanzar un mínimo de 11 árboles.
- Hacer un croquis numerado de la ubicación de los mismos.
- Registrar los datos en la siguiente tabla:

Nombre del árbol y número	Porcentaje de cobertura de musgos y líquenes		Observaciones tipo de corteza y otros
	Cara norte	Cara sur	

Tabla 5. Propuesta para la toma de datos

- Armar un gráfico de pares de barras, un par por cada tronco.

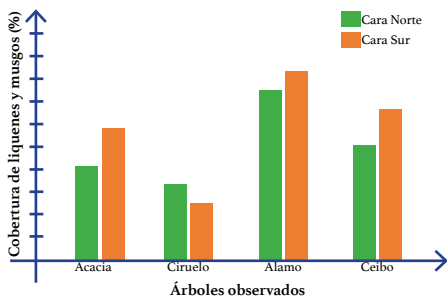


Figura 8. Gráfico propuesto

Reflexión

Respondemos las siguientes preguntas:

- a) ¿Qué respuesta obtuvimos a la pregunta de trabajo? (conclusión).
- b) ¿Por qué habremos encontrado estos resultados?
- c) ¿Los resultados encontrados tienen relación con lo planteado en el concepto de fondo? Es decir, ¿en un mismo árbol, las caras norte y sur presentaron diferente porcentaje de cobertura?
- d) ¿Registramos algunos datos raros? ¿A qué pudieron deberse?
- e) ¿Habremos cometido errores al tomar los datos? Si fuera así, ¿cómo se deberían interpretar los resultados? ¿Cómo se podría mejorar la toma de datos en futuros estudios?
- f) Los líquenes y musgos son organismos muy sensibles a la contaminación atmosférica, ¿habrá afectado este hecho a nuestros resultados?
- g) ¿Qué nuevas preguntas de trabajo surgen de este estudio?

Bibliografía

- Arango, N., Chaves, M. E. y Feinsinger, P. (2009). Principios y Práctica de la Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela. Santiago de Chile: Instituto de Ecología y Biodiversidad – Fundación Senda Darwin.
- Badui Dergal. 2006. Química de los alimentos (5ta Edición). PEARSON Educación.
- Cedrés, F. (2017). Evaluación Docente de la Propuesta Pedagógica “Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela” (EEPE) y su Vínculo con la Participación Ciudadana (Trabajo de Fin de Grado no publicado). Universidad de la República de Uruguay.
- Choque-Quisbert, G. (2005). El Ciclo de Indagación como Estrategia Didáctica para la Educación Ambiental. Estudio de Caso: Segundo Ciclo de Primaria, Escuela San Pedro de Coroico – Nor Yungas (Trabajo de Fin de Grado no publicado). Universidad Mayor de San Andrés.
- Coca-Chávez, X.E. (2005). El Ciclo de Indagación en el Aprendizaje Crítico y Reflexivo de los Alimentos (Trabajo de Fin de Grado no publicado). Instituto Normal Superior “Simón Bolívar”, administración UMSA.
- Feinsinger, P., Alegre, A., Álvarez, S., Cañizares, M., Carreño, G., Rivera, E., Cuéllar, R.L., Noss, A., Daza, F., Figueroa, M., Lanz, E., García, L. y Roldán, A. (2010). Local People, Scientific Inquiry, and the

Ecology and Conservation of Place in Latin America. En I. Billick y M. Price (Eds.), *The Ecology of Place: Contributions of Place-base Research to Ecological and Evolutionary Understanding* (pp. 403–428). Chicago: The University of Chicago Press.

- Feinsinger, P. (2013). Metodologías de investigación en ecología aplicada y básica: ¿cuál estoy siguiendo, y por qué? *Revista Chilena de Historia Natural*, 86, 385-402.
- Feinsinger, P. (2014). El Ciclo de Indagación: una metodología para la investigación ecológica aplicada y básica en los sitios de estudios socio-ecológicos a largo plazo, y más allá. *Bosque* 35(3), 449-457.
- Galarza, M.I., R. Salinas & C. Coca (2001). Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela (EEPE), Manual para facilitadores. PRAEDAC. Cochabamba: Villa Tunari.
- Rivera, E. y G. Carreño. 2007. Guía del facilitador. Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela (EEPE). REMA. Santa Cruz, Bolivia. Disponible en:
<http://www.carreno-rocabado.com/educacion/herramientas/>
- Roldán, A.I., Ulloa D., Vargas L., Chura, Z. y Pacheco L.F. 2017. Comparación entre recorridos guiados tradicionales y recorridos guiados indagatorios en el Museo Nacional de Historia Natural, La Paz-Bolivia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(2), 367–384.

SOBRE LAS AUTORAS

M. Isabel Galarza

Bióloga, con maestrías en ecología y conservación, desarrollo humano y educación ambiental. Trabaja hace más de 15 años en educación, investigación y conservación, en el Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia, Universidades y otros centros de formación. Interesada en el funcionamiento de los ecosistemas y los procesos que los determinan y modifican. Busca enseñar a que la gente comprenda cómo funciona la naturaleza y su papel como parte de esta.

Alejandra Irene Roldán

Bióloga, con maestría en Ecología. Ha realizado docencia en el nivel secundario, universitario y en la formación de maestros. Realizó trabajos científicos sobre temas de ecología en zonas de tierras bajas y Yungas. Desde el año 2000 ha trabajado en escuelas rurales y urbanas del Departamento de La Paz, capacitando a profesores para la aplicación del Ciclo de Indagación con sus estudiantes. Ha escrito numerosos libros de textos de Ciencias Naturales y Biología donde incluyó el Ciclo de Indagación. Actualmente es parte de un grupo llamado Bolivia Indaga, que trabaja para la generación de una cultura de conservación de la naturaleza en Bolivia, realizando actividades educativas dirigidas a todo público.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN
Viceministerio de Ciencia y Tecnología
Teléfono: (591-2) 2681200
Dirección: Av. Arce N° 2147