

Programa de formación docente para el desarrollo de competencias en el marco de las metodologías STEAM

Curso Virtual

**Indagación para el aprendizaje
en el nivel de educación secundaria**



Unidad 1

Metodología de la Indagación

Sesión 1

Fundamentos de las metodologías STEAM

Situación retadora

¡Bienvenida y bienvenido!

Te invitamos a leer y analizar con atención el siguiente caso:

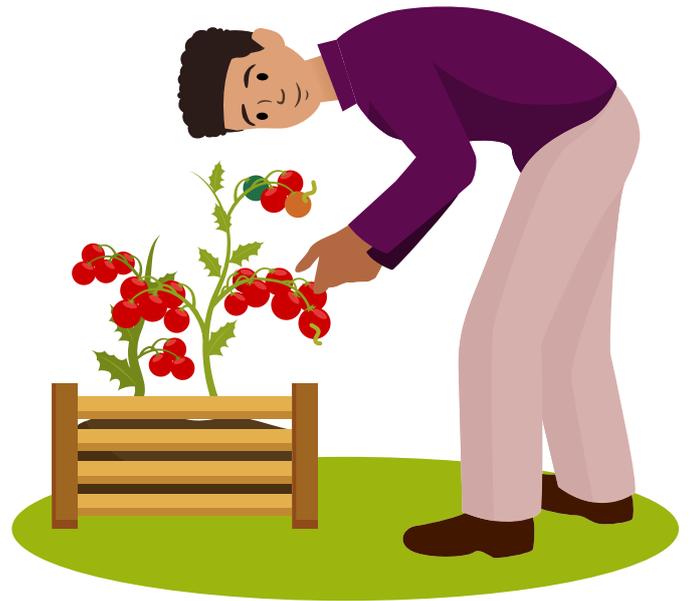
Martha, profesora del área de Ciencia y Tecnología, labora en la Institución Educativa “**Hipólito Unanue**” de la ciudad de Abancay, región Apurímac. Ella ha organizado a sus estudiantes del 5° año de secundaria en grupos de trabajo para que atiendan parte del biohuerto de la escuela. Con ese fin, ha asignado a cada grupo de trabajo una “parcela”.

Durante el trabajo, algunas y algunos estudiantes observan que las plantas presentan hojas de color amarillo y otras de color marrón y que, además, muchas de ellas se han marchitado y muerto. Otro grupo de estudiantes apreció que las hojas tienen perforaciones y están envueltas en sí mismas, lo que les preocupa porque ya no crecen como deberían.



➡ A partir de lo observado, las y los estudiantes preguntan a la profesora:

¿por qué las hojas han cambiado de color?, ¿será por alguna enfermedad, alguna plaga de insectos las habrá afectado?, ¿la frecuencia de veces con que se riegan habría afectado la salud de las plantas? ¿por qué se marchitan las plantas? ¿Por qué hay hojas envueltas? Otras y otros estudiantes plantean posibles soluciones, como utilizar bolsas recicladas para espantar a las aves o colocar las plantas en un invernadero. Otras y otros proponen investigar más sobre las enfermedades de las plantas.



➡ Luego de escuchar las preguntas Martha, reflexiona:

¿serán estas preguntas adecuadas para desarrollar la indagación?, ¿serán preguntas investigables? Las y los estudiantes empiezan a proponer algunas posibles soluciones, como por ahí un estudiante se pregunta: ¿qué les parece si recogemos información sobre estas plantas, de acuerdo al color de sus hojas, a los agujeros que tengan y las que se están secando. Otros mencionan: ¡Utilicemos bolsas recicladas para espantar a las aves! ¡Podríamos utilizar también botellas de plástico!, otros proponen buscar información sobre las enfermedades de las plantas.

Al observar esta situación, Martha se ha dado cuenta de que las y los estudiantes están interesados en entender esos fenómenos y buscar soluciones, por lo que considera que es una buena oportunidad para desarrollar un proyecto de aprendizaje que promueva el desarrollo de competencias de las y los estudiantes. Además, ha identificado que, para resolver el problema, las y los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar sus competencias relacionadas a las áreas de Ciencia y Tecnología, Matemática y Arte y cultura. Ante ello, se pregunta: ¿será posible integrar diversas áreas para desarrollar las habilidades vinculadas con la indagación y buscar soluciones a los problemas identificados por las y los estudiantes?, y ¿cómo podría integrar las competencias de las distintas áreas?

**Martha continúa preguntándose:**

¿cuál de las interrogantes planteadas por las y los estudiantes le permitirán determinar el problema para realizar la indagación?, ¿cómo podría orientar a las y los estudiantes para que propongan alternativas de solución de acuerdo con el problema?, ¿basta el interés de sus estudiantes para que se involucren en el proceso de indagación y puedan solucionar los problemas identificados?



De acuerdo con la situación planteada, te proponemos responder a los siguientes retos:

Sesión 1

- ¿Qué acciones podrías realizar en tu práctica pedagógica para desarrollar competencias en tus estudiantes a partir de la metodología de indagación?

Sesión 2

- Diseña un proyecto de aprendizaje interdisciplinario considerando la metodología de la indagación.

Unidad 1

Metodología de la indagación

Sesión 1

Fundamentos de las metodologías STEAM

¡Bienvenida y bienvenido a la primera sesión del curso!



a. Sensibilización

Para empezar, te invitamos a observar las imágenes y, luego, responder las preguntas:



A partir de lo observado, y considerando tu práctica docente, responde:

- ¿Qué sentimientos te genera observar a las y los docentes en las imágenes?

- ¿Qué metodologías has aplicado para desarrollar competencias de las y los estudiantes en situaciones similares a las imágenes?

b. Experiencia práctica

Continuando con el caso de la profesora Martha, docente del 5° año de secundaria de la Institución Educativa “**Hipólito Unanue**” de Abancay, te invitamos a analizar parte de la situación retadora, entre los cuales podrás identificar situaciones similares a tu práctica pedagógica:

A partir de lo observado, las y los estudiantes preguntan a la profesora: ¿por qué las hojas han cambiado de color?, ¿alguna enfermedad, plaga de insectos habrá afectado?, ¿será que la frecuencia de veces con que se riegan habrá afectado la salud de las plantas? ¿por qué se marchitan las plantas? ¿Por qué hay hojas envueltas? Otras y otros estudiantes plantean posibles soluciones, como utilizar bolsas recicladas para espantar a las aves o colocar las plantas en un invernadero. Otras y otros proponen investigar más sobre las enfermedades de las plantas.

Luego de escuchar las preguntas Martha, reflexiona: ¿serán estas preguntas adecuadas para desarrollar la indagación?, ¿serán preguntas investigables?

Las y los estudiantes empiezan a proponer algunas posibles soluciones, como por ahí un estudiante se pregunta: ¿qué les parece si recogemos información sobre estas plantas, de acuerdo al color de sus hojas, a los agujeros que tengan y las que se están secando. Otros mencionan: ¡Utilicemos bolsas recicladas para espantar a las aves! ¡Podríamos utilizar también botellas de plástico!, otros proponen buscar información sobre las enfermedades de las plantas.

A partir del caso presentado y considerando tu práctica pedagógica, responde a la siguiente pregunta:

- ¿Qué acciones podrías realizar en tu práctica pedagógica para desarrollar competencias en tus estudiantes a partir de la metodología de indagación?

c. Argumentando para el actuar

El mundo actual maneja un ritmo de vida acelerado, el mundo al que se enfrenta nuestros estudiantes se encuentra atravesando por la globalización, la ciencia, el conocimiento especializado, la tecnología, por ello el ámbito educativo no es ajeno a esta situación más por el contrario le exige la necesidad de buscar estrategias, modelos, enfoques de enseñanza aprendizaje que vayan de la mano con la evolución de la actual sociedad.

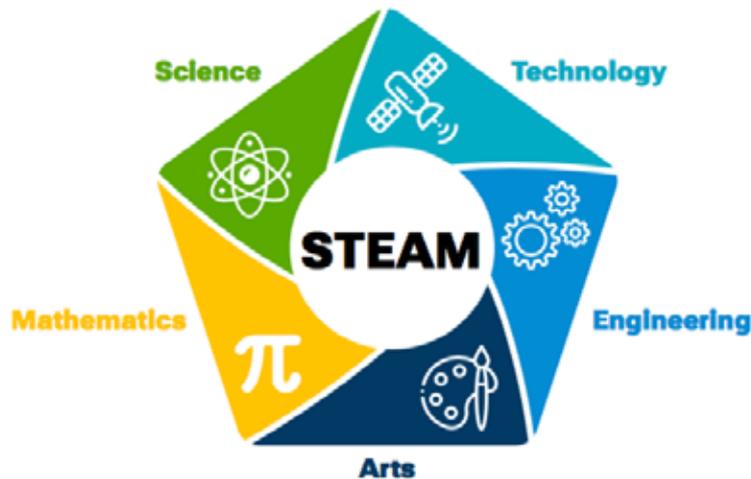
Respecto a lo anterior, aparece como posibilidad la metodología STEAM, la cual integra la Ciencia, Arte, Matemáticas, Tecnología e Ingeniería con el objetivo de fomentar en los estudiantes el desarrollo de competencias necesarias para el siglo XXI.

En el marco del programa en esta primera sesión abordaremos como punto de partida los principales aspectos del STEAM, luego desarrollaremos los procesos de la metodología de la indagación, orientados al desarrollo de la curiosidad, imaginación y búsqueda de diferentes soluciones a un problema.

1.1. Metodologías STEAM

Revisemos la siguiente información relacionada qué entendemos por STEAM y por qué aplicarlo en nuestra práctica pedagógica.

- ¿Qué es STEAM?



STEM es una metodología en tendencia que promueve la enseñanza de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. El acrónimo STEM, (relacionado con las iniciales en inglés de estas cuatro áreas educativas claves) tuvo su origen en los años 90 en la National Science Foundation; como pilares para el desarrollo sostenible y bienestar social.

Años más tarde, ha incorporado la A (de Arte) para hacer evidente la presencia del pensamiento creativo y del desarrollo de las habilidades socioemocionales, **STEAM**.

Santillán et al. (2020) afirma que la integración de las artes y ciencia, generan diagramas para saber comunicar la ciencia de manera efectiva. Asimismo, resalta los atributos prácticos y funcionales de los esquemas, símbolos, ilustraciones científicas y fotografías, entre otros como un vehículo para despertar la motivación, la creatividad y el interés de los estudiantes al disponer de este elemento artístico para comunicar la ciencia (cómo se citó en Aguirre, 2020, p. 477)

Según Turriate (2022), “STEAM es un constructo polisémico en el que concurren aplicaciones a nivel de currículo, de enfoque, metodología y recurso didáctico”. (p. 18)

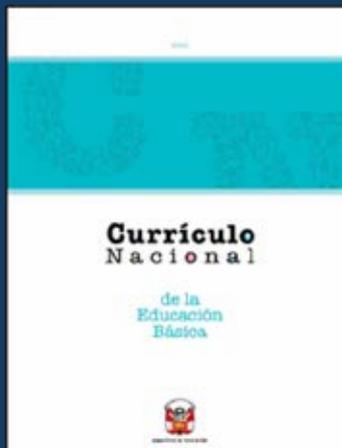
Para efecto del curso STEAM se considera como una metodología cuyo fin es favorecer el desarrollo de competencias de las y los estudiantes.

- ¿Por qué aplicar STEAM?

La extensa investigación sobre rendimiento y actitudes hacia la Ciencia y Tecnología de niños y jóvenes acredita que, generalmente en la niñez se tienen actitudes favorables y una gran curiosidad sobre la Ciencia y Tecnología, que va decreciendo progresivamente con la edad de los estudiantes, y especialmente para las mujeres (George, 2000; Gibson y Chase, 2002; Pell y Jarvis, 2001; Piburn y Baker, 1993; Ramsden, 1998; Simpson y Oliver, 1990).

En este sentido, se hace necesario cambiar la visión de la ciencia y mostrarla de una manera más cercana y retadora, como un medio para solucionar los grandes problemas actuales y de esta forma promover una cultura científica, que al mismo tiempo apunte al desarrollo de habilidades en los estudiantes que les sean útiles en su vida cotidiana y por lo tanto esto genere el incremento del número de estudiantes y profesionales que se desenvuelven en el campo de las STEAM. (Cómo se mencionó OEA s/f, p. 15)

En relación a los Retos para la educación básica y el perfil de egreso en el CNEB se menciona, entre otros aspectos:



Ha surgido miles de nuevos tipos de trabajo para los cuales la humanidad no estaba preparada ni contaba con las personas capacitadas para desempeñarlos. Simultáneamente, muchísimos otros trabajos tradicionales se han extinguido o su nivel de productividad se ha vuelto tan bajo que ya no son capaces de dar sustento a quienes los desempeñan.

El uso masivo de las TIC, permite que las personas estén conectadas entre sí en tiempo real en una gran red.

La innovación constante en las tecnologías, puede verse como un problema en la actualidad; sin embargo, es probable que sea entendida por los adultos de las próximas décadas como parte de un ciclo natural sin mayor conflicto. Posiblemente, el desafío pasará a ser cómo potenciar las capacidades para enfrentar este ritmo de cambios y se empleen nuevas combinaciones de conocimientos y habilidades adquiridas previamente.

La capacidad de idear y diseñar propuestas para la solución de problemas así como llevarlas a la práctica, se le conoce como capacidad de emprendimiento. (p. 8)

Este contexto nos demanda preparar a nuestros estudiantes para el futuro, capaces de afrontar retos complejos con la mirada del ámbito científico - tecnológico cuando sea necesario.

Las metodologías STEAM promueven el desarrollo de la alfabetización científica a partir del desarrollo del pensamiento crítico, la independencia de los estudiantes y las comunidades de aprendizaje. Está inspirado en el trabajo colaborativo que caracteriza a las ciencias y la ingeniería, y promueve un aprendizaje basado en resolver problemas, hacer preguntas y buscar respuestas nuevas; habilidades indispensables para competir en el mundo laboral del siglo XXI con visión social e incluyente.

La importancia de la metodología STEAM radica en que se garantiza el desarrollo de diversas competencias, en el que las áreas involucradas (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemática y Arte) no se trabajan de manera aislada, sino de forma interdisciplinar para garantizar un aprendizaje contextualizado y significativo.

Por lo antes descrito, para el desarrollo del STEAM es necesario que se apueste por la innovación educativa y se cuente con docentes dispuestos a afrontar el desafío.



Otras situaciones que sustentan la importancia del STEAM son:

- ✓ Promueve el pensamiento lógico matemático y crítico para que un futuro, pueda desenvolverse en base al trabajo en equipo, asertividad y valoración de las discusiones.
- ✓ Replica en las aulas los modos en las que se desarrolla la ciencia: hace preguntas, examina objetos, rastrea antecedentes, indaga sobre necesidades, plantea hipótesis y conjetura respuestas, en otras palabras, los estudiantes aprenden haciendo.
- ✓ Busca integrar la tecnología, para que las soluciones sean innovadoras dando un paso hacia el desarrollo de un pensamiento convergente y divergente.
- ✓ Vincula al estudiante con el mundo profesional, porque desde las competencias que se promueven en esta metodología, los prepara para el mundo laboral en el que el desarrollo de habilidades interpersonales, la creatividad y la resolución de problemas coinciden con las demandas de este siglo XXI.
- ✓ Es inclusiva, buscando atraer el talento humano para las ciencias y las tecnologías con paridad de género.
- ✓ Favorece el desarrollo de vocaciones científicas (sobre todo en el área de las ingenierías) y el desarrollo de capacidades fundamentales como el trabajo en equipo, la innovación y el desarrollo de talentos.



1.2. ¿Cómo desarrollar las metodologías STEAM en el marco del CNEB?

El STEAM admite en su implementación múltiples metodologías: desde el modelo de aprendizaje basado en proyectos, la indagación, el Design thinking hasta la gamificación. Puede implementarse de múltiples maneras: desde aulas invertidas hasta el aprendizaje basado en problemas, y desarrollar varias habilidades que están en la base de este modelo: trabajo por proyectos, motivación personal, trabajo en equipo y colaborativo, evaluación de los procesos, entre otros.

El CNEB, marco curricular que contiene el perfil de egreso de los estudiantes de la educación básica, plantea con claridad su apuesta por la formación integral que fortalezca los aprendizajes de los estudiantes y precisa que la educación peruana promueve la innovación y experimentación de nuevas metodologías reflexivas.

Como afirma López (2021):

Las metodologías STEAM, corresponden a un enfoque de aprendizaje competencial, orientado básicamente a que el alumnado desarrolle habilidades para solucionar problemas, con capacidades para transformar una sociedad dentro de un marco de sostenibilidad. (p.3)

Es así como encontramos coincidencias, el STEAM no promueve un aprendizaje disciplinar, memorístico y rígido; por el contrario está orientado a la solución de problemas, sensible con el ambiente y la sociedad con el que lo rodea; favorece la integración de competencias a partir de la realidad (puede ser natural o virtual), y se vincula con las áreas de ciencias, promueve la toma de decisiones y la innovación a partir de datos confiables tomados de la realidad.

Aplicar las metodologías STEAM implica desarrollar diversas competencias desarrollando habilidades científicas, estableciendo niveles de indagación difundiendo en espacios de socialización.

Competencias del CNEB	Aportes del STEAM
Crea proyectos desde los lenguajes artísticos.	Favorece la integración de competencias.
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.	Favorece el desarrollo de competencias científicas orientadas a la solución de problemas.
Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos; materia y energía; biodiversidad, Tierra y universo.	
Diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno.	Favorece el protagonismo de las y los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, las preguntas surgen de los estudiantes y, el docente propicia las condiciones.
Diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno.	
Resuelve problemas de cantidad.	Favorece el diálogo basado en evidencias.
Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio.	Favorece la evaluación como instrumento de aprendizaje.
Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre.	
Resuelve problemas de forma, movimiento y localización.	Favorece el desarrollo del pensamiento crítico.
Se desenvuelve en entornos virtuales generados por las TIC.	
Gestiona su aprendizaje de manera autónoma,	

• Fuente: Elaboración propia.

De esta manera podemos concluir que las metodologías STEAM aportan al desarrollo las competencias de los estudiantes relacionados a las áreas de Matemática, Ciencia y Tecnología, y Arte y Cultura, sin excluir otras competencias que pueden considerarse dependiendo del proyecto que desarrollen.



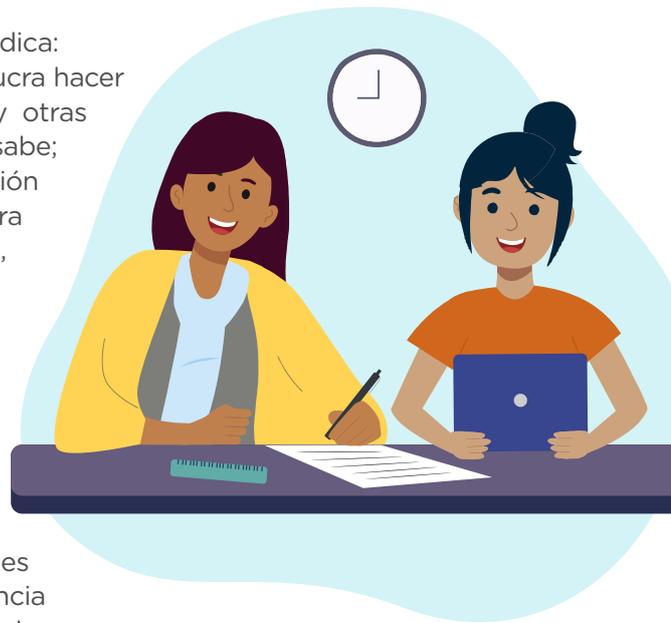
1.3. El aprendizaje basado en la metodología de la indagación

Cuando hablamos del aprendizaje basado en la metodología de la indagación, tenemos que seguir los métodos y procedimientos propios de la indagación científica. Las y los estudiantes aprenden a trabajar de un modo similar al utilizado por los científicos y así pueden comprender cómo trabaja la ciencia; todo ello siempre en un marco escolar.

En esa línea, la National Research Council (1996, 23) indica: La indagación es una actividad multifacética que involucra hacer observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información para saber qué es lo que ya se sabe; planear investigaciones; revisar lo que se sabe en función de la evidencia experimental; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar los resultados (Como se citó en Garritz, 2006).

Esto implica que, cuando desarrollamos aprendizajes basados en la metodología de la indagación, debemos determinar el nivel de indagación de acuerdo a la participación del estudiante y el docente.

En la siguiente tabla se describen cada uno de los niveles de indagación, y se ejemplifican tomando como referencia cómo se implementaría en el desarrollo de una actividad.



Niveles	Ejemplos
<p>Indagación confirmatoria: basada en la verificación de leyes y teorías.</p>	<p>La actividad se puede realizar de manera que las y los estudiantes obtengan un resultado conocido, como identificar qué objetos más pesados tienden a hundirse en comparación con objetos más livianos. El ejercicio se puede enfocar en desarrollar preguntas que relacionan características más específicas de aquellos objetos que flotan con respecto a los que se hunden.</p>
<p>Indagación estructurada: El docente influye de forma determinante en el desarrollo de la indagación y las actividades del estudiante, haciendo preguntas y proporcionando una guía.</p>	<p>El o la docente indica qué tipo de experimentación se debe realizar para comprobar las afirmaciones, acompañando a los estudiantes en el proceso.</p>

<p>Indagación guiada: El o la docente se convierte en un guía a lo largo del proceso de indagación.</p>	<p>La práctica se puede orientar a resaltar algún aspecto en particular, derivado de preguntas de interés obtenidas en conjunto con las o los estudiantes. El docente facilitador actúa como guía brindando sugerencias sobre la mejor manera de encontrar las respuestas a las interrogantes.</p>
<p>Indagación abierta: Es lo más cercano a una investigación científica real.</p> <p>Las y los estudiantes plantean sus propias preguntas de investigación y siguen con los pasos de la indagación obteniendo respuestas basadas en la evidencia.</p>	<p>Si las y los estudiantes tienen cuestionamientos propios y específicos que les interesa entender, relacionados con conceptos más complejos como el de la densidad de los objetos, ellas y ellos serían los encargados de desarrollar sus propias preguntas y plantear un diseño experimental que los ayude a contestar sus preguntas u obtener mayor información.</p>

Fuente: adaptado de guía práctica "La indagación como estrategia para la educación STEAM", de la OEA (s/f, p. 26).

• **Procesos de la indagación**

A continuación, te presentamos los procesos que puedes seguir para desarrollar la metodología de la indagación con tus estudiantes integrando las competencias relacionadas con Matemática, Ciencia y Tecnología, Arte y Cultura.



1. Identifica una situación problemática

El punto de partida de la problematización puede ser una experiencia demostrativa, la visualización de un video, la observación de un fenómeno natural (un arcoíris, la lluvia...) o una situación provocada, etc. Requiere el planteamiento de preguntas investigables, que son el motor de cualquier indagación. Ellas evidencian lo que se busca conocer, lo que se necesita hacer y lo que se necesita saber respecto a algún hecho o fenómeno que interesa conocer (Martí, 2012 p. 74 citado en Minedu, 2018).

2. Formula preguntas investigables

Por lo general, en el salón de clase casi todas las preguntas son formuladas por el profesor. Sin embargo, para el desarrollo de la indagación se busca que sea las y los estudiantes quienes formulen preguntas investigables (indagación abierta), debido a que la formulación de preguntas le otorga un rol activo al estudiante en la construcción de sus conocimientos, y ayuda a fomentar el desarrollo del pensamiento autónomo y crítico. (Minedu, 2021, p. 5)

¿Qué es una pregunta investigable?

En las “Orientaciones para la enseñanza del área curricular de Ciencia y Tecnología” (Minedu, 2018); se menciona: “[...]una buena pregunta es aquella que invita a explorar, a experimentar, y que se plantea involucrando a la persona” (p. 23).

Te invitamos a observar el siguiente video: Golombek, Diego, “Consejos para repensar la enseñanza: aprender ciencia haciendo ciencia”.

Síntesis del video

En este video, Diego Golombeck, doctor en ciencias biológicas de la Universidad de Buenos Aires (UBA), menciona la importancia de enseñar ciencias haciendo ciencia, es decir, promoviendo que las y los estudiantes formulen preguntas y busquen respuestas diversas para desarrollar el pensamiento científico.



<https://www.youtube.com/watch?v=9zOf9TALPwU>

Entonces, una pregunta investigable es aquella que permite recoger diversas soluciones. Es importante tener en cuenta la experiencia y el nivel de las competencias de las y los estudiantes respecto a la idea científica sobre la cual se va a realizar la indagación.

Según Sanmartí y Márquez (2012):

Formular una pregunta investigable requiere aplicar conocimientos sobre cómo se genera la ciencia y sobre qué es una variable y la distinción entre las que varían y las que se controlan en un experimento, y sobre cómo diseñar procesos para recoger datos. (p. 29)

En este sentido, formular preguntas implica establecer relaciones entre elementos del fenómeno o del hecho observado.

¿Cómo podemos plantear una pregunta investigable?

Según García y Furman (2014, p. 82), para plantear preguntas primero se requiere tener claridad sobre:

- ¿Qué es una variable?
- ¿Cuáles son las condiciones que varían?
- ¿Cuáles son las condiciones que se mantienen controladas en el experimento?
- ¿Cómo serán los procesos para el recojo de datos?

Así mismo, una pregunta investigable debe:

- Responder a datos observables y medibles, que permitan manipular o modificar algún elemento o factor en el experimento.
- Generar datos.
- Plantear hipótesis.
- Hacer referencia a la relación entre dos o más variables de manera clara y precisa.

Ahora veamos otros criterios para identificar y formular una pregunta investigable:

- a. Debe estar relacionada con las ciencias naturales**, es decir, el conocimiento con el que se trabaja tiene que ver con materia, energía, seres vivos, biodiversidad u otro relacionado.
- b. Debe establecer o buscar una relación causa-efecto entre las dos variables elegidas**, que deben estar claramente indicadas en el enunciado.



Es recomendable que las y los estudiantes hagan preguntas que comienzan con “¿cómo influye...?”, “¿en qué medida?”, “¿cómo se relaciona?”, etc. Este tipo de preguntas plantean problemas más concretos y permiten formular una hipótesis más fácilmente. Son preguntas que pueden generar indagaciones científicas e indicar una causa y buscar los efectos o, a la inversa, indicar un efecto y buscar las causas.

Por ello, es necesario acompañar a las y los estudiantes en la formulación de preguntas específicas a partir de preguntas generales.



Por ejemplo, para indagar sobre el crecimiento de las raíces de la cebolla se pueden seguir los siguientes pasos:

1. Elaborar una lista de factores o variables que, se considere influirá en el crecimiento de las raíces de la cebolla.



2. Plantear una pregunta que busque indagar sobre la relación entre alguna de las variables independientes y el crecimiento de las raíces de la cebolla.



Posible pregunta investigable:
¿Cómo influyen los tipos de agua en el crecimiento de las raíces de la cebolla?

Como se puede observar en el ejemplo, la pregunta de indagación expresa una relación entre dos o más conceptos o variables. En la pregunta, las variables son:

Variables

Tipos de agua

Crecimiento de las raíces de la cebolla.



- c. Debe ser viable, teniendo en cuenta los recursos, tiempo, etc.** Si una pregunta cumple con los dos criterios anteriores, se puede decir que es una pregunta de indagación científica; sin embargo, para la educación básica también es importante definir su viabilidad en las aulas.

Es decir, si la pregunta de indagación científica es viable, si se pueden conseguir los recursos y materiales, y si es posible garantizar el acompañamiento del docente durante el tiempo que demore la indagación.

En la siguiente tabla, veamos algunos ejemplos de preguntas para el nivel secundaria. Si cumple con los tres criterios, entonces se trata de una pregunta investigable en ciencias a nivel escolar.

Ejemplos del uso de criterios para identificar preguntas investigables

Ejemplo de preguntas	Criterio 1 ¿Está relacionada con las ciencias?	Criterio 2 ¿Establece o busca una relación causa - efecto entre dos variables elegidas?	Criterio 3 ¿Es viable?	Criterio adicional ¿Es una pregunta investigable?
1. ¿Cómo influyen los tipos de agua en el crecimiento de las raíces de la cebolla?	si	si	si	si
2. ¿Cómo influye en la economía de un país la promoción de juegos paraolímpicos?	no	si	si	no
3. ¿En qué medida el ángulo de elevación afecta a la distancia de alcance de un objeto?	si	si	si	si
4. ¿El petróleo es una mezcla o un compuesto?	si	no	si	no

Para responder una pregunta investigable se puede plantear una hipótesis o explicación. Podemos ayudar a las y los estudiantes a definir si, para resolver el problema identificado se trata de una actividad experimental o una actividad de observación.

Si se trata de una actividad experimental, las preguntas pueden enfocarse en identificar el número de variables o los diferentes experimentos para controlar los resultados. Si la actividad es de observación, cabe aclarar aspectos sobre el fenómeno a observar y las características que son parte de la observación.

3. Plantea explicaciones o hipótesis e identifica variables

¿Qué son las variables?

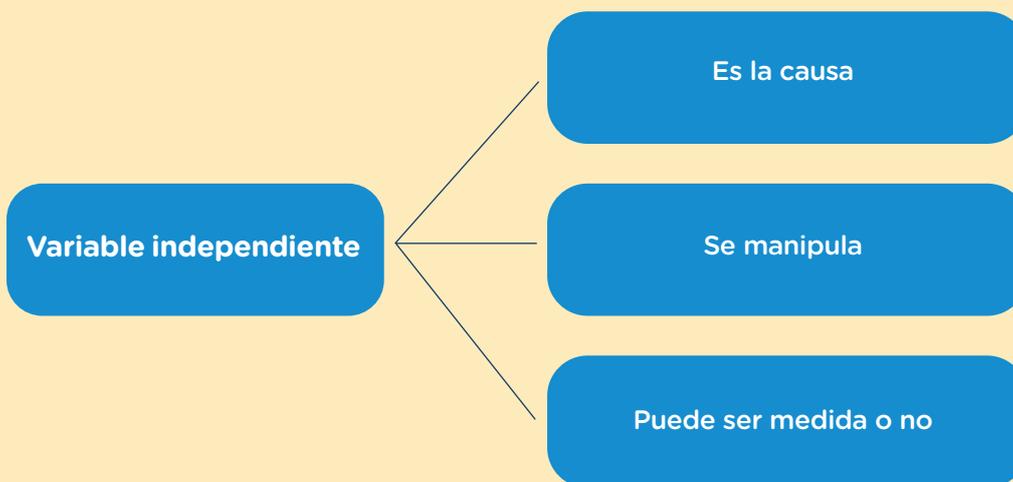
Las variables son las propiedades o características que se mantienen iguales o cambian y adquieren diversos valores cualitativos o cuantitativos que se encuentran involucrados en el estudio.



Las variables pueden ser de tres tipos:

Variable independiente

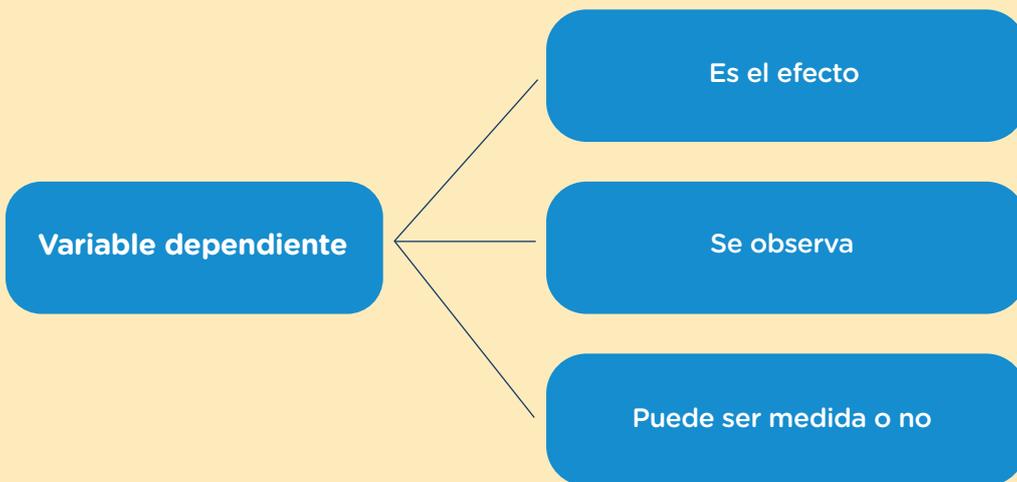
Es la variable que manipulamos (causa) para determinar su relación o efecto con el fenómeno o fenómenos observados. Esta es la característica con la que trabajará la o el investigador; por ejemplo: los tipos de agua, el calor, que pueda medirse en grados celsiu, cualitativamente, como tibio, caliente o muy caliente.



Variable dependiente

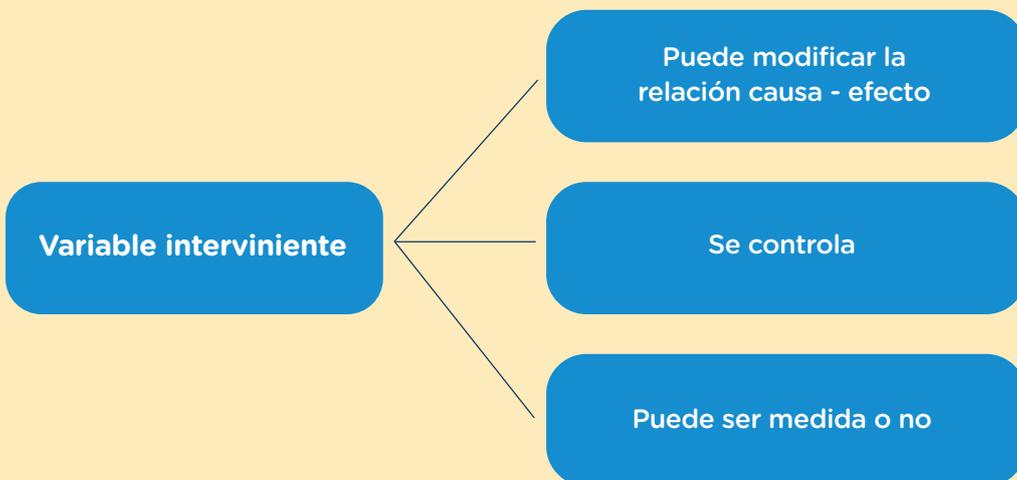
También llamada “variable efecto”, se usa para determinar el efecto de la variable INDEPENDIENTE o “variable causa” en el experimento.

La variable está dada por las características de un objeto cuyos valores se ven afectados por la influencia de una variable independiente; por ejemplo: el crecimiento de las raíces de una cebolla (variable dependiente) va a depender de los tipos de aguas a las que sean sometidas (variable independiente).



Variable interviniente

Son aquellos factores o agentes que pueden afectar a la variable dependiente. Es necesario identificarlas y controlar sus efectos.



Fuente: Minedu, 2021 p. 4,5 y 6 "Diseño experimental en la indagación y pensamiento crítico" UMC-DIFODS

Estas características deben mantenerse iguales durante todo el experimento para que los resultados no cambien; por ejemplo, para la pregunta investigable “¿en qué tiempo se derrite completamente un trozo de mantequilla que se expone al calor?”, cuando la o el investigador realice la experiencia varias veces, debe tener en cuenta que las muestras de mantequilla sean de igual tamaño y, si es posible, de la misma masa; que las muestras de mantequilla sean de la misma calidad o del mismo paquete; otra variable interviniente sería que las muestras sean calentadas en un mismo recipiente, en la misma llama de la cocina o del mechero; o, si se exponen al calor del ambiente, que sean expuestas en el mismo lugar.

otra variable interviniente sería que las muestras sean calentadas en un mismo recipiente, en la misma llama de la cocina o del mechero; o, si se exponen al calor del ambiente, que sean expuestas en el mismo lugar.

¿Cómo identificamos las variables independientes, dependientes e intervinientes?

En una indagación, la o el investigador estudia el efecto de la variable independiente (causa) sobre la variable dependiente (efecto).

Por ejemplo, para la siguiente pregunta de indagación:

¿Qué relación hay entre el tiempo en que una muestra de atún se expone a una solución de vinagre, así como su color y aspecto?



Para identificar las variables de la pregunta de indagación se analiza cuál es la causa y cuál es el efecto de las variables. Desde el recurso 6 de la semana 16, 5.º de secundaria (Minedu, 2021), se pueden plantear las siguientes preguntas:

¿Cuál es la causa por la cual la muestra de atún cambiaría de color y aspecto?

La respuesta sería, el tiempo de exposición de la muestra de atún en la solución de vinagre. A este dato o variable se le denomina variable independiente, porque se va a poder determinar el tiempo en que se expondrá la muestra, es decir, se manipula la variable.

¿Cuál es el efecto de someter la muestra de atún (referida a su coloración y aspecto) en una solución de vinagre el mayor tiempo posible?

La respuesta sería el cambio de color y de aspecto en la muestra de atún.

A este dato que se va a observar en la experimentación se le denomina variable dependiente (VD), porque es lo que va a ocurrir cuando la muestra de atún se exponga a la solución de vinagre. Aquí no se puede hacer nada ni controlar lo que va a suceder.

Para identificar las variables intervinientes, recordemos que son aquellas que la o el estudiante debe controlar para que no se alteren los resultados y para que los datos que registren sean los más cercanos a la realidad.

En el mismo ejemplo de la pregunta investigable, para que los datos de la experiencia sean cercanos a la realidad, si se utilizan tres vasos con muestras de atún, los vasos deben ser iguales, del mismo material y del mismo tamaño. Así mismo, la solución de vinagre que va en cada vaso debe ser de la misma concentración y cada vaso debe tener la misma cantidad; las muestras de atún deben tener el mismo tamaño y ser de la misma lata, y el lugar donde se coloquen los tres vasos debe tener las mismas condiciones de luz, aire y humedad. Recordar que todas estas variables intervinientes deben ser controladas para no alterar los resultados de ninguno de los vasos.



Planteamiento de hipótesis y explicaciones

Planteamiento de hipótesis

En las “Orientaciones para la enseñanza del área curricular de Ciencia y Tecnología” (Minedu, 2018) se afirma:

Una hipótesis es una conjetura basada en los conocimientos previos u otras investigaciones, que es una posible respuesta al problema de indagación.

Para formular una hipótesis, el estudiante moviliza y reorganiza los conocimientos que tiene a su disposición para ofrecer un intento de posible respuesta o explicación al problema de indagación (Ash, 2012). La hipótesis guiará el trabajo de indagación, ya que lo planteado deberá ser puesto a prueba y, para tal cometido, los estudiantes deberán pensar en “qué hacer” para conseguirlo”.

La posible respuesta (hipótesis) que se proponga debe establecer la relación entre lo que se observará y cómo se espera que suceda. Así, siguiendo el ejemplo: “Si se empuja la patineta con una misma fuerza, mientras más carga lleve, recorrerá menos distancia antes de detenerse”.

**Recuerda:**

una hipótesis debe ser una afirmación capaz de ponerse a prueba (pp. 24 -25).

Planteamiento de explicaciones

Al respecto, en el CNEB se menciona:

El estudiante es capaz de comprender conocimientos científicos relacionados a hechos o fenómenos naturales, sus causas y relaciones con otros fenómenos y los transfiere a nuevas situaciones. Esto le permite construir representaciones del mundo natural y artificial que se evidencian cuando el estudiante explica, ejemplifica, aplica, justifica, compara, contextualiza y generaliza sus conocimientos. (p. 125)

¿Qué es explicar?

Las explicaciones son consecuencia de un largo proceso que parte de la formulación de preguntas o problemas, se ensayan explicaciones preliminares sobre un fenómeno determinado, se recogen datos, se identifican pautas y se escoge la explicación mejor sustentada en las pruebas.

Las explicaciones científicas utilizan el lenguaje científico, que viene a ser distinto del lenguaje cotidiano. Es importante diferenciar explicaciones científicas de las descripciones: las primeras son afirmaciones que detallan cualidades, propiedades, características, etc. de un objeto, organismo o fenómeno.



Ejemplo:

Describir	Explicar
<p>El corazón es un órgano constituido por músculo cardíaco. Tiene cuatro cavidades: 2 aurículas y 2 ventrículos. Su función es bombear sangre.</p>	<p>El lado derecho del corazón recibe sangre con dióxido de carbono del resto del cuerpo y la bombea hacia los pulmones. En los pulmones se realiza el intercambio gaseoso: se elimina el dióxido de carbono y se obtiene el oxígeno. El lado izquierdo del corazón recibe sangre oxigenada procedente de los pulmones y la bombea al resto del cuerpo.</p> <p>Además podrían hacer explicaciones sobre: ¿por qué hay vasos sanguíneos con apariencia verdosa y otras rojizas si por ellas circula sangre? o ¿de qué manera el oxígeno inspirado llega al interior de todas las células del organismo?</p>

Fuente: Minedu (2021) Fascículo "Formulación de explicaciones científicas" (p. 23).

4. Elabora un plan de acción

En las rutas del aprendizaje de Ciencia y Tecnología (2015), señala que elaborar el plan de acción implica "seleccionar información, métodos, técnicas e instrumentos apropiados que expliciten las relaciones entre las variables y permitan comprobar o descartar las hipótesis" (p.17). Es decir, se debe prever y elaborar una secuencia de acciones que describan los procedimientos de la experimentación, así como la selección de equipos, de materiales y fuentes de información que conducirán a la respuesta y solución del problema de indagación. Debe contener también las medidas de seguridad que se tomarán durante todo el proceso.

En este proceso las y los estudiantes planifican y conducen la indagación; generan estrategias para la observación, experimentación, selección de materiales e instrumentos de medición para recolectar datos, y controlar las variables involucradas en la indagación. Además, permite a las y los estudiantes utilizar sus conocimientos, establecer compromisos y recurrir a fuentes que le permitan obtener información relevante para generar explicaciones y proponer alternativas, identificar y diseñar un procedimiento para controlar las variables, siempre con el acompañamiento de la o el docente.

Este es el momento adecuado para que nuestros estudiantes aprendan a apropiarse de la metodología de la indagación.

5. Genera y registra datos

Implica implementar el plan de acción diseñado y recoger las evidencias que contribuyan a poner a prueba sus hipótesis. Para garantizar este proceso, es necesario analizar los datos o información obtenidos durante la experimentación para compararlos con la hipótesis de la indagación y con la información de otras fuentes confiables, a fin de establecer conclusiones. Asimismo es importante utilizar instrumentos como: hojas de cálculo, cuadernos de campo, etc.

Además se debe estructurar el saber construido, revisar si las explicaciones (hipótesis) son coherentes con los resultados experimentales de la indagación (contrastación de hipótesis), así como con la información correspondiente en fuentes de consulta (libros y otros), para luego formular las conclusiones a las que se arribó. Resulta importante que las y los estudiantes sean conscientes que las conclusiones derivadas del proceso de indagación tendrán una validez relativa, porque puede haber otros resultados diferentes en indagaciones similares.

Por tanto, el procesamiento de la información comprende procesos cognitivos, como la memoria, el pensamiento, la atención y la activación; además de operaciones básicas, tales como codificar, comparar, localizar y almacenar, que pueden dar cuenta de la inteligencia humana y de la capacidad para crear conocimiento, innovaciones y, tal vez, expectativas. (Rutas del aprendizaje 2015. p.18)

6. Evalúa y comunica el proceso y resultados de la indagación

Implica reconocer las dificultades técnicas de la indagación y cómo se resolvieron, así como comunicar y defender los resultados con argumentos basados en las evidencias obtenidas. Para tal fin, las y los estudiantes pueden comunicar el nuevo conocimiento de diversas formas, no necesariamente formales; sin embargo, es importante usar el lenguaje propio de la ciencia.

Esta comunicación se puede hacer de manera escrita, mediante textos, gráficos, informes orales, exposiciones, periódicos murales, el uso de esquemas, relatos de ficción contruidos sobre bases de información científica, u otras formas de representación; si es verbal, pueden emplearse también las exposiciones, los diálogos y debates. Un asunto importante en este proceso es la percepción de las coincidencias o diferencias entre sus hipótesis y los resultados obtenidos en su indagación. (Rutas del aprendizaje 2015. p.19)





d. Práctica reflexiva-diferenciada

A continuación, presentamos cómo la profesora Martha desarrolla un proceso según la metodología de indagación.



1. Identificación de la situación problemática

Retomando el caso de la docente Martha, podemos señalar que ella ha considerado la observación de un fenómeno como punto de partida para la identificación de la situación problemática.

Recordemos un fragmento del caso:

Durante el trabajo, algunas y algunos estudiantes observan que las plantas presentan hojas de color amarillo y otras de color marrón y que, además, muchas de ellas se han marchitado y muerto. Otro grupo de estudiantes apreció que las hojas tienen perforaciones y están envueltas en sí mismas, las que les preocupa porque ya no crecen como deberían.

Martha determina que la situación problemática es: factores que influyen en el estado de las hojas de las plantas.

Ten en cuenta:

Las situaciones problemáticas pueden ser identificadas además, por la observación de un fenómeno, por:

- La experiencia demostrativa.
- La visualización de un video.
- La situación provocada, entre otras.

2. Formulación de preguntas investigables

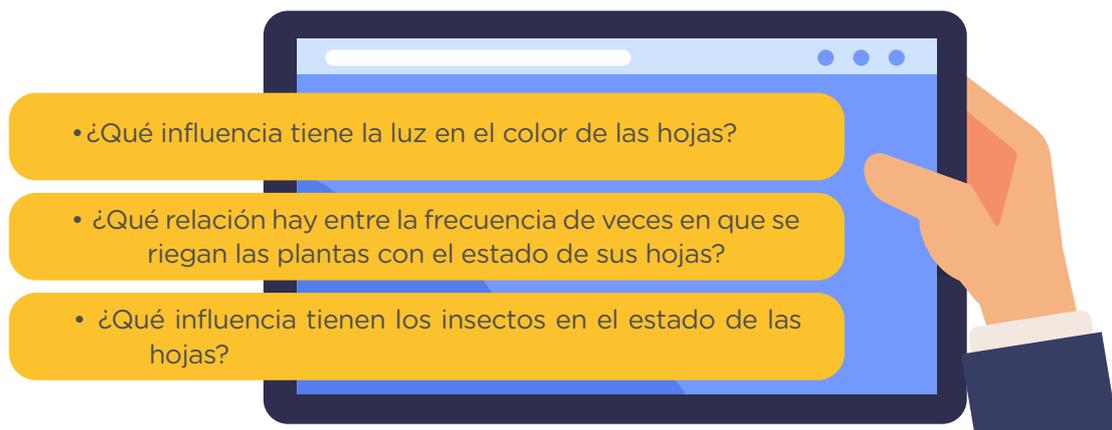
Martha ya tiene identificada la situación problemática. Ahora está a la expectativa de las preguntas que proponen las y los estudiantes al observar el fenómeno (hojas de diversos colores, hojas marchitas y agujereadas).

Recordemos un fragmento del caso:

A partir de lo observado, las y los estudiantes preguntan a la profesora: ¿por qué las hojas han cambiado de color?, ¿alguna enfermedad, plaga de insectos habrá afectado?, ¿será que la frecuencia de veces con que se riegan habrá afectado la salud de las plantas? ¿por qué se marchitan las plantas? ¿Por qué hay hojas envueltas? Otras y otros estudiantes plantean posibles soluciones, como utilizar bolsas recicladas para espantar a las aves o colocar las plantas en un invernadero. Otras y otros proponen investigar más sobre las enfermedades de las plantas. Luego de escuchar las preguntas Martha, reflexiona: ¿serán estas preguntas adecuadas para desarrollar la indagación?, ¿serán preguntas investigables?

Martha al escuchar estas preguntas, considera que estas aún no tienen las características de ser investigables; por ello, orienta a sus estudiantes a mejorar las preguntas investigables. Recordemos que la situación problemática identificada es: factores que influyen en el estado de las hojas de las plantas. De acuerdo al diálogo entre Martha y sus estudiantes podemos señalar que estos factores son la luz, la frecuencia del riego y los insectos.

A continuación se presentan las preguntas obtenidas:



Ten en cuenta:

Al elaborar tus preguntas investigables, debes tener claridad sobre las variables que van a ser investigadas, tal como lo muestra la profesora Martha al establecer relaciones con posibles variables.

3. Planteamiento de explicaciones o hipótesis e identificación de variables

Ahora Martha recuerda las posibles explicaciones o hipótesis que dieron sus estudiantes al observar el fenómeno. Ejemplo:

A partir de lo observado las y los estudiantes preguntan a la profesora:

- **Brando:** “Yo pensaba que todas las hojas son verdes”, ¿por qué las hojas son de diferentes colores?
- **Melissa:** ¿Por qué se marchitan las hojas?
- **Betty:** Seguramente no lo han regado.
- **Roberto:** ¡Mira acá hay hojas que tienen agujeros! ¿Qué les habrá pasado?
- **Xiomara:** ¡Acá hay hojas que están envueltas! ¿Por qué será?

Martha retoma las preguntas con el fin de seguir promoviendo la elaboración de explicación o hipótesis en las y los estudiantes. A continuación te presentamos las hipótesis recogidas por Martha en relación a las preguntas investigables.

Preguntas investigables	¿Qué influencia tiene la luz en el color de las hojas?	¿Qué relación hay entre la frecuencia de veces en que se riegan las plantas con el estado de sus hojas?	¿Qué influencia tienen los insectos en el estado de las hojas?
Hipótesis	El sol quema las hojas y por eso cambian de color.	Las hojas de las plantas serán más verdes, si es que se les riega todos los días.	Las hojas tienen agujeros porque los insectos se lo han comido.
	El sol mata las plantas, por eso se seca.	Las plantas se pudren cuando se les riega muchas veces.	

Ten en cuenta:

Como docentes debemos considerar que las hipótesis guían el trabajo de indagación ya que estas deben ser puesta a prueba o experimentadas

Identificación de variables

Martha ahora identifica las variables en relación con las preguntas investigables. A continuación, se presentan las preguntas y las variables identificadas:

Preguntas investigables	Preguntas investigables	
¿Qué influencia tiene la luz en el color de las hojas?	La luz	Color de las hojas
¿Qué relación hay entre la frecuencia de veces con que se riegan las plantas y el estado de sus hojas?	Frecuencia de riego	Estado de las hojas

<p>¿Qué influencia tienen los insectos en el estado de las hojas?</p>	<p>Insectos</p>	<p>Estado de las hojas</p>
--	-----------------	----------------------------

Ten en cuenta:

Para identificar las variables de la pregunta de indagación se analiza cuál es la causa y cuál es el efecto de las variables.

4. Elabora un plan de acción

Martha y sus estudiantes determinan que iniciarán la indagación considerando la primera pregunta: ¿Qué influencia tiene la luz en el color de las hojas?, así mismo ella insiste que el plan debe estar orientada a comprobar o rechazar las hipótesis dadas por las y los estudiantes:

Recordemos las hipótesis dadas por las y los estudiantes:

- El sol quema las hojas y por eso cambian de color.
- El sol mata las plantas, por eso se seca.



Establecer cómo y qué necesitamos hacer para comprobar o refutar una hipótesis es lo que orientará la elaboración de un plan de acción. Veamos como Martha y sus estudiantes elaboran su plan de acción:

	<p>Acciones</p>
<p>¿Cómo haremos para encontrar la respuesta?</p>	<p>Buscar información en internet sobre los colores de las hojas de las plantas.</p> <p>Experimentar colocando algunas plantas bajo la luz de sol y otras en la sombra.</p> <p>Procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eligen dos plantas del biohuerto. • Colocan las plantas en sus respectivas macetas. • Determinan cuál será la muestra 1 y muestra 2.

¿qué necesitamos?	<ul style="list-style-type: none"> • La muestra 1 será expuesto al sol y la muestra 2 estará en la sombra. • Observan diariamente y registran los cambios del color de las hojas o si se están secando.
	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas. • Envases. • Malla rachel. • Cuaderno de campo. • Internet

5. Genera y registra datos

La profesora Martha guía a las y los estudiantes para que realicen la experimentación a través de pautas, sugerencias, preguntas, etc.

Martha promueve el recojo de información para responder la pregunta de indagación y al mismo tiempo sugiere que pueden registrarse de diversas formas (gráficos, cuadros, esquemas, dibujos, etc.). Además orienta que deberán buscar información que les ayude a comprender el fenómeno de estudio en libros, Internet, etc.



<p>¿Cómo demostraremos nuestra posible respuesta o hipótesis?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se analizan los datos recogidos y la información de otras fuentes para contrastar con las hipótesis, a fin de establecer conclusiones. • Retoman las hipótesis para comprobarlas o refutarlas. • Organizan la información recogida durante el proceso de experimentación. • Presentan los resultados de la indagación.
--	---

6. Evalúa y comunica el proceso y resultados de la indagación

Martha orienta a sus estudiantes a reflexionar sobre el proceso de indagación y sus conclusiones, así como el empleo de diferentes medios para darlos a conocer.

En tal sentido, las y los estudiantes se organizan para comunicar sus conclusiones a través de un informe y sustentarlas respecto a los resultados obtenidos en la indagación con argumentos sobre la influencia que tiene la luz en el color de las hojas.



e. Aplicación a la práctica

Estimada y estimado docente:

Identifica situaciones (del contexto escolar, de los intereses de tus estudiantes, de la curiosidad u observación) que puedan ser aprovechadas para el desarrollo de la metodología de la indagación.

Describe situaciones (del contexto escolar, de los intereses de tus estudiantes, de la curiosidad u observación)	
¿Cómo plantearía la situación problemática?	
¿Cuáles serían las preguntas investigables?	
¿Cuáles serían las posibles hipótesis?	
Describe el plan de acción	
¿De qué manera se realizará el registro y análisis de la información?	
¿Cómo promoverías la evaluación y comunicación de los resultados de la indagación?	

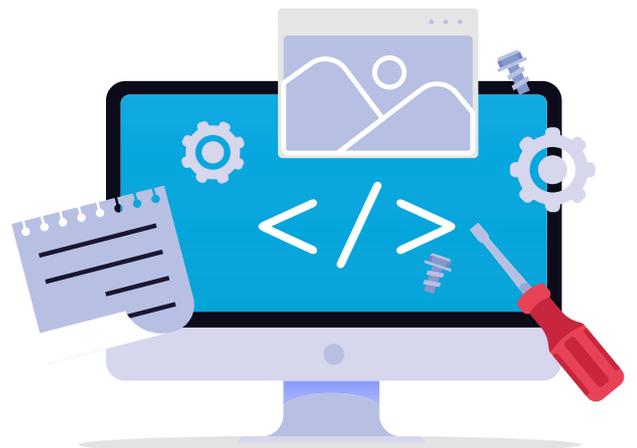
Autoevaluación:

Estimada y estimado docente, con la finalidad de que evalúes tus aprendizajes de esta sesión, te invitamos a completar la siguiente Lista de cotejo:

Descriptor	Si	No	Comentarios
Describí intereses, motivaciones o dudas de mis estudiantes que permitan desarrollar la metodología de la indagación.			
Planteé la situación problemática.			
Identifiqué preguntas investigables.			
Identifiqué las posibles hipótesis o explicaciones.			
Describe el plan de acción.			
Describe cómo es el registro y análisis de la información.			
Describí cómo es la evaluación y comunicación de los resultados de la indagación.			

Es importante:

Revisar la caja de herramientas para ampliar la información del curso.
Aplicar lo aprendido en tu práctica pedagógica



Referencias

- Aguirre, X. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554327>
- Alexander, D. y Andrés, R. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. Boletín Redipe, 10(8), 279-302. <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8116641.pdf>
- Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. Revista Iberoamericana de Educación, 42, Septiembre-diciembre. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) <https://rieoei.org/historico/documentos/rie42a07.htm>
- Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. Editorial. Educación química, 21(2), 106-110, 2010. Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 0187-893-X. https://www.researchgate.net/publication/322911088_Indagacion_las_habilidades_para_desarrollarla_y_promover_el_aprendizaje/link/5b5a0c5c458515c4b249f9ed/download
- Gual Soler, M. y Dadlani, K. (2020, August 21). Transformar la educación científica es crucial para nuestro futuro. Foro Económico Mundial. <https://es.weforum.org/agenda/2020/08/transformar-la-educacion-cientifica-es-crucial-para-nuestro-futuro/>
- Ministerio de Educación del Perú - MINEDU. (2016). Programa curricular de educación secundaria. <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/programa-curricular-educacion-secundaria.pdf>
- Ministerio de Educación del Perú - MINEDU (2017). Currículo Nacional de la Educación Básica. <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/>
- Ministerio de Educación del Perú - MINEDU (2018) Orientaciones para la enseñanza del área curricular de Ciencia y Tecnología Guía para docentes de Educación Primaria <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/6399>
- Ministerio de Educación del Perú-MINEDU. (2021). Experiencia de aprendizaje integrada 6. 5.º de secundaria. Aprendo en Casa. <https://resources.aprendoencasa.pe/red/aec/regular/2021/bda315b9-4de0-4997-9e7d-cee2eb30801c/exp6-secundaria-5-exploramosyaprendemo-1miexperienciadeaprendizaje.pdf>
- Ministerio de Educación del Perú-MINEDU. (2021). Fascículo Unidad 2: “Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos”. Programa para la Mejora de los Aprendizajes-Secundaria - UMC-DIFODS.
- Ministerio de Educación del Perú - MINEDU. (2021). Fascículo Unidad 5: “Diseño experimental en la indagación y pensamiento crítico”. Programa para la Mejora de los Aprendizajes-Secundaria - UMC-DIFODS.
- National Research Council. (1996). National Science Education Standards. National Academy Press.
- Organización de Estados Americanos (OEA) (s.f.) La indagación como estrategia para la educación STEAM <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/Final%20OEA%20Indagacio%CC%81n.pdf>

Sanmartí, N. y Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales, 70, 27-36. <https://pdfs.semanticscholar.org/e8cf/a99e8b0b38c2cd2bb8ba9050a3b82c846233.pdf>

Turriate, M. (2022). Pontificia Universidad Católica del Perú – Facultad de Educación. May 9, 2022. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/22205/TURRIATE_GUZMAN_ADRIANA_MARGARITA%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vásquez, A; Manassero, M. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. Ciência & Educação, v. 17, n. 2, p. 249-268, 2011 <https://www.readcube.com/articles/10.1590/S1516-73132011000200001>

García, S., Furman, M. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. Prax. Saber, 5(10), pp.75-91 http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2216-01592014000200005