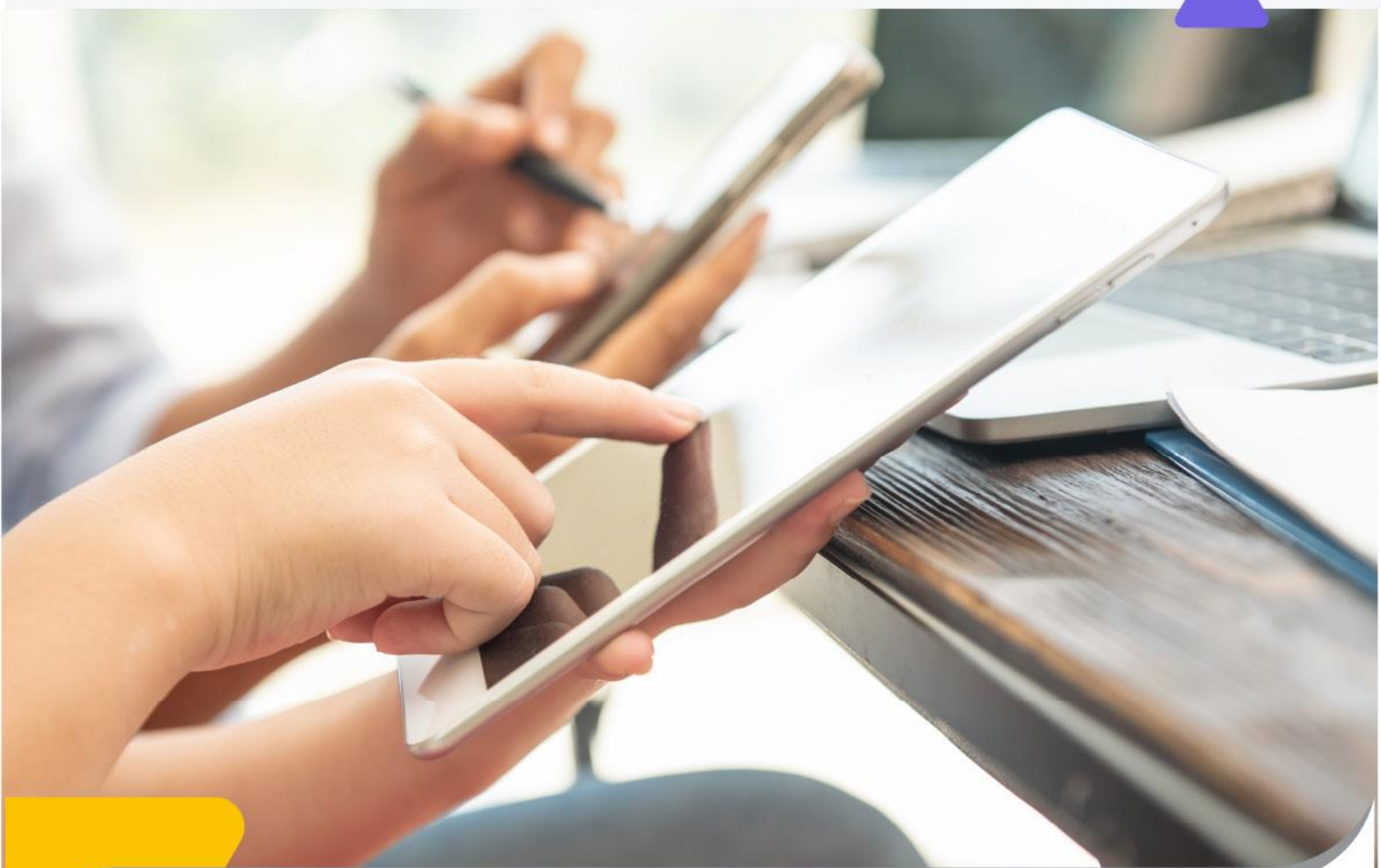


Programa de fortalecimiento de competencias de docentes usuarios de dispositivos electrónicos portátiles



Integración de tabletas al proceso de enseñanza
aprendizaje de acuerdo al nivel real II
Nivel de Educación Secundaria - Ciencia y Tecnología

**Unidad 1: Estrategias para el desarrollo
de las competencias asociadas al área
de Ciencia y Tecnología**



Sesión 2

Estrategias para desarrollar la competencia “Indaga” mediante métodos científicos para construir conocimientos



Te invitamos a leer el siguiente caso:

Caso

En el laboratorio, la profesora Iris, docente del área de Ciencia y Tecnología, prepara todo lo necesario para explicar a sus estudiantes el uso de instrumentos. En esta clase el instrumento que aprenderán a usar será el termómetro. La docente empieza explicando que la temperatura es un parámetro para valorar la agitación molecular de las sustancias, mientras coloca un poco de agua fría en un matraz y les pide a sus estudiantes que midan con el termómetro la temperatura inicial del agua; luego, el matraz es colocado en un mechero por unos minutos y se realiza una segunda medición de la temperatura y después, una tercera medición. Antes del punto de ebullición del agua se lleva a cabo y se comprueba un incremento sostenido de la temperatura del agua a medida que se le suministra calor. Sin embargo, cuando la sustancia pasa de estado líquido a gaseoso en el proceso de ebullición, la temperatura se mantiene constante, aun cuando se le sigue suministrando calor, ya que la energía que se le transfiere es usada por la sustancia para romper las fuerzas de cohesión, usualmente fuerzas intermoleculares, mientras que la agitación molecular se mantiene, en promedio, igual.

Iris les pide a las y los estudiantes que, de manera individual, planteen preguntas, hipótesis, diseñen otros experimentos y elaboren conclusiones.

Reflexiona

A partir del caso recién presentado, te invitamos a reflexionar con las siguientes preguntas:

1. ¿Consideras que la estrategia utilizada fomenta el interés de las y los estudiantes para desarrollar la indagación científica?
2. Desde tu práctica pedagógica, ¿qué estrategias te permiten desarrollar la competencia “Indaga” en tus estudiantes?





Te invitamos a revisar la siguiente información.

1. Dificultades frecuentes de los estudiantes en la competencia “Indaga”

Veamos ejemplos de dificultades que suelen presentar las y los estudiantes en algunos aspectos de la competencia “Indaga”:

Ejemplos de los resultados de la ECE 2018 del área de Ciencia y Tecnología aplicada a estudiantes de segundo grado de secundaria	Ejemplos de los resultados de la ECE 2019 del área de Ciencia y Tecnología aplicada a estudiantes de segundo grado de ecundaria
• En la formulación de preguntas presentan dificultades para reconocer la causa y el efecto, y establecer relaciones de causalidad. • Con respecto al análisis de datos e información, un grupo de estudiantes tienen dificultades para interpretar los gráficos, no los vinculan con la pregunta o no asocian los datos del eje X con los del eje Y. • En cuanto al diseño experimental, los estudiantes no toman en cuenta las comparaciones dentro de los procedimientos del plan de recojode datos para comprobar o refutar la hipótesis.	• En la formulación de las hipótesis tienen dificultades para distinguir la variable dependiente dela independiente. • No asocian la causa con la variable independiente y el efecto con la variable dependiente. • Al diseñar el plan para hacer la indagación, no toman en cuenta procedimientos para controlar la variable interviniente. • En cuanto a la variable interviniente, suelen asociar el término “controlar” con “manipular” o “variar”; por ejemplo, si la variable interviniente es la temperatura, piensan que debe variar la temperatura, cuando realmente se debe mantener la misma temperatura.

Por otro lado, el documento “El Perú en PISA 2015: informe nacional de resultados” nos muestra algunos ejemplos de las dificultades que suelen presentar las y los estudiantes en algunos aspectos de la competencia “Indaga”.

Ejemplos de dificultades en PISA 2015, aplicados a estudiantes de 15 años

- Un grupo de estudiantes presenta dificultades para identificar qué preguntas son posibles de investigar científicamente, a diferencia de aquellas que no lo son.
- Un grupo de estudiantes no identifica la pregunta que está siendo abordada en un diseño experimental sencillo.
- Un grupo de estudiantes no identifica una conclusión válida a partir de un conjunto de datos.
- Un grupo de estudiantes presenta poco dominio sobre la interpretación de gráficas, lo cual, además, requiere cierta competencia matemática.

2. Algunas estrategias de enseñanza para desarrollar la competencia “Indaga”

2.1. Estrategias para formular preguntas investigables

¿Cómo generar una pregunta investigable?

Acerca del modelo didáctico por indagación y de formular preguntas investigables, Sanmartí y Márquez sostienen:

A menudo se ha dicho que la característica más importante de un científico es la de formular buenas preguntas de investigación. Sin embargo, aprender a proponer preguntas investigables no es tarea sencilla. La investigación educativa muestra que se trata de un aprendizaje complejo que no se da espontáneamente, ni en niños, ni en jóvenes, sin un trabajo orientado a tal fin. (Citado en García et al., 2014, p. 78)

Por otro lado, plantear una pregunta investigable facilita la identificación de variables, el análisis de los resultados y la generación de conclusiones. Sin ella no es posible continuar con el procedimiento de la indagación científica.

¿Qué estrategias de enseñanza se pueden aplicar para promover el planteamiento de preguntas investigables?

a. Planteamiento de preguntas a partir de la lectura de textos

Para acompañar a las y los estudiantes en el proceso de desarrollo de la capacidad de plantear preguntas investigables, se pueden proponer diversas actividades de lecturas de textos con contenido científico procedentes de revistas, internet o revistas de divulgación científica.

Te presentamos el siguiente texto para estimular el planteamiento de preguntas investigables.

Juegos Olímpicos



Durante los Juegos Olímpicos de Verano de Moscú el entrenador del equipo de natación británico quería que la temperatura del agua de la piscina se mantuviera a una temperatura constante (24,0 °C). Afirmaba que un aumento de temperatura de sólo 2,0 °C podía influir en la velocidad de sus nadadores. Antes de tomar cualquier decisión se decidió verificar la reclamación del entrenador británico mediante un experimento.

¿Cuál es la pregunta investigable del experimento que se puede realizar para verificar la reclamación del entrenador?

Fuente: https://prezi.com/g-mlnq3drux6/pregunta-investigable/?frame=b0e3e9e39f6b995a19e259e39cf49d56564d0bbc&utm_campaign=share&utm_medium=copy

Te presentamos el siguiente texto para estimular el planteamiento de preguntas investigable

¿Cómo podemos acompañar a los estudiantes en este proceso?

Se recomienda promover que las y los estudiantes:

- Lean el texto varias veces.
- Escriban, a partir de una lluvia de ideas, todas las variables.
- Pregunten, para identificar la variable independiente, ¿qué cambiaremos? (respuesta: la temperatura del agua).
- Pregunten, para identificar la variable dependiente, ¿qué observaremos o mediremos? (respuesta: la velocidad de los nadadores).
- Pregunten, para identificar las variables que se van a controlar, ¿qué no debemos modificar? (respuesta: el mismo nadador, horario, distancia, alimentación, ejercicio previo, estilo de natación).

En la pregunta deben aparecer las variables dependientes e independientes.

Ejemplo

¿Qué sucede con la **velocidad de un nadador** cuando se modifica la **temperatura del agua** de la piscina en dos grados Celsius?

Donde:

La variable independiente es la **temperatura del agua**.

La variable dependiente es la **velocidad de un nadador**.

Pregunta	Criterios para identificar una pregunta investigable		
	¿Está relacionada con las ciencias naturales?	¿Establece o busca una relación causa-efecto entre dos variables elegidas?	¿Es viable?
¿Qué sucede con la velocidad de un nadador cuando se modifica la temperatura del agua de la piscina en dos grados Celsius?	✓	✓	✓

Como observamos, hay en la pregunta una relación con un tema de ciencias naturales: la velocidad. La pregunta de investigación expresa una relación entre dos o más variables: la velocidad del nadador y la temperatura del agua. Es viable, entonces, porque se puede responder utilizando datos como la velocidad a una determinada temperatura.

Formular una buena pregunta investigable es importante, ya que orientará todo el proceso de indagación. Muchas preguntas inspiran curiosidad científica, pero solo algunas se consideran investigables.

b. Planteamiento de preguntas investigables a partir de la historia de la ciencia

Otra forma de fomentar el planteamiento de preguntas investigables es a partir de la historia de la ciencia y de reconocer cómo han variado las preguntas que se han formulado para explicar un determinado fenómeno (Pedrinaci y Sequeiros, 1999).

Al respecto, Barreto, Caamaño y otros brindan, como propuesta para fomentar que las y los estudiantes planteen preguntas investigables a partir de la historia de la ciencia, lo siguiente:

El 6 de junio de 1822, Alexis Saint Martin trabajaba, como cualquier otro día, en una compañía de pieles en Michigan, Estados Unidos. Ese día un disparo accidental en el costado de su cuerpo le rompió varias costillas y le dejó un horrible agujero en el tórax. Alexis fue tratado por el Dr. William Beaumont (1785-1853), quien pensó inicialmente que su pariente moriría. Pero Alexis sobrevivió; y también sobrevivió su extraño agujero.

La herida cicatrizó sin infecciones, pero dejó un orificio por el que se podía acceder fácilmente al estómago de Alexis. Beaumont enseguida vio en esto una oportunidad maravillosa para estudiar de cerca un fenómeno que hoy conocemos bien, pero del que en ese entonces se sabía muy poco: la digestión.

En esa época, los médicos discutían si el estómago trituraba físicamente la comida, despedazándola en pequeñas partículas, o si se trataba de un proceso químico, por el cual los jugos del sistema digestivo descomponían los alimentos en sustancias más simples.

Beaumont ideó una manera de estudiar el asunto. Ató pequeñas porciones de alimento a un hilo y las introdujo a través del orificio de la bala en el estómago de Saint Martin. Pudo constatar así los efectos progresivos del estómago en diferentes alimentos. Luego se le ocurrió extraer los jugos estomacales de Alexis y usarlos en frascos. De este modo pudo confirmar sin lugar a dudas que la mayor parte de la digestión es un fenómeno químico de descomposición. Incluso llegó a determinar que el jugo gástrico debía estar a la temperatura del cuerpo para ser efectivo (el jugo “frío” no digiere) y que el estado de ánimo de la persona tiene efectos sobre el poder digestivo del estómago (cuando Alexis estaba enojado, su jugo gástrico era menos potente).

¿Alguna vez se preguntaron cómo se descubrió que el corazón bombea sangre, que existe un sistema inmune en la sangre, que los nervios se regeneran poco, que el riñón filtra la sangre y produce la orina? (citado en Alberico et al., 2012)

¿Cómo podemos acompañar a los estudiantes en este proceso de planteamiento de preguntas a partir de esta historia?

Se recomienda:

- Leer el texto varias veces.
- Hacer algunas preguntas como las que propuso Beaumont: ¿qué pregunta quería responder Beaumont?, ¿qué hizo para responderlas?, ¿qué resultados obtuvo?, ¿cuál fue la respuesta a su pregunta inicial?, con la finalidad de estimular a las y los estudiantes a que identifiquen la relación entre los procesos de la indagación científica.

- Preguntar, luego, ¿qué nuevas preguntas le habrían surgido después? Esta interrogante servirá para estimular a las y los estudiantes a que planteen varias preguntas en forma de lluvia de ideas.
- Acompañar en la elección de la mejor pregunta investigable previa verificación de acuerdo con los criterios establecidos en el texto anterior.

Se recomienda trabajar en varios grupos, y que cada grupo entregue diferentes historias de la ciencia.

3. Planteamiento de preguntas investigables a partir de noticias

Por ejemplo, veamos el siguiente artículo.

Creciente contaminación en ríos de Lampa y Melgar indignan a población local

Algunos ya hablan de protestas en contra de empresa minera



Fuente: <https://diariocorreo.pe/edicion/puno/creciente-contaminacion-en-rios-de-lampa-y-melgar-indignan-poblacion-local-811577/>

Adaptación

En muchos poblados, el agua está siendo contaminada con diversos materiales. Es el caso del distrito de Ocuvi (Lampa, Puno), cuyos pobladores viven en la incertidumbre por tener que soportar la contaminación del recurso hídrico en la zona. Las piedras han quedado teñidas de color amarillo azufrado, lo que ha generado preocupación en la población. Además, comentan que el agua es ácida y no la pueden tocar. Inclusive, ya no existen truchas.

Frente a ello, comenta con las y los estudiantes que los pobladores del distrito de Ocuvi necesitan reducir la acidez de las aguas del río para poder utilizarla.

Promueve que los estudiantes analicen la situación en equipo y propongan alguna alternativa para reducir la acidez del agua del río. Además, proponles que indaguen

y escriban un informe en el que expliquen a los pobladores de Ocuviri cómo han conseguido reducir la acidez del río.

Puedes decirles a las y los estudiantes que esta situación se podría trasladar al laboratorio para experimentar y controlar las variables.

Pídeles que lean el caso nuevamente y que respondan las siguientes preguntas:

1. ¿Qué factores influyen en el incremento de la acidez en el agua? Recojan las respuestas luego de hacer una lluvia de ideas.
2. Preguntas investigables que permitan indagar sobre la relación entre algunas variables que causan la acidez del agua.
3. Una pregunta investigable utilizando los criterios revisados líneas arriba.

4. Planteamiento de preguntas investigables a partir de una experiencia de situación de aprendizaje

En el recurso de la semana 16 del 4.º año de la plataforma Aprendo en Casa, proponen la siguiente situación sobre la transformación del almidón:

Roberto, el hijo mayor del señor Genancio, que cursa el 4.º grado de secundaria, sabe que la familia entera se ha estado alimentando de muchos alimentos ricos en almidón, como la papa huayro, que es muy rica y la más consumida por la comunidad porque forma la base de muchos de los platos que consumen. Roberto sabe que el alto consumo de este alimento es el causante de la ganancia de masa corporal de todas y todos los integrantes de su familia.

Ha notado que cuando mastica por un tiempo prolongado un trozo de papa, el sabor que percibe es un poco dulce. También sabe que en la boca ocurre la primera digestión química de algunos alimentos, que la papa contiene almidón y que este se rompe en moléculas más pequeñas, como la glucosa. Él se pregunta si cuando mastica por más tiempo un pedazo de papa, el sabor que percibe es cada vez más dulce.

Se pide al estudiante formular una pregunta de indagación. Para ello, es importante que los alumnos y alumnas vuelvan a leer la situación de la familia del señor Genancio y lo que piensa Roberto, su hijo mayor.

La pregunta investigable podría ser:

¿Qué relación hay entre el tiempo que se emplea en masticar un trozo de papa y la transformación del almidón en moléculas más pequeñas?

Se puede seguir preguntando al estudiante: ¿qué quiere decir la pregunta que has leído? Explica con tus propias palabras.

5. Planteamiento de preguntas investigables a partir de un modelado

Es una estrategia por la que el docente explica paso a paso las actividades que van a realizar las y los estudiantes, quienes deben plantear preguntas investigables. Por ejemplo, sobre el crecimiento de plantas (variable dependiente) que se requiere conocer, pregunta: ¿qué factores influyen en el crecimiento del maíz?

Los estudiantes podrían determinar los siguientes factores:

Factores

- Volumen del agua de riego
- Tipo de suelo
- Uso de fertilizantes
- Tiempo de exposición a la luz

Menciona que, de esos factores, un grupo de estudiantes podría elegir el volumen de riego como su variable independiente.

Para formular una pregunta investigable, diles que es importante identificar y elegir las variables; pídeles que establezcan una relación causa -efecto.

En la pregunta investigable se debe establecer la relación causa-efecto, para lo que se pueden utilizar los siguientes términos: en qué medida, cómo influye, qué relación hay entre, cómo se relaciona, etc.

Con respecto a las diversas estrategias, señala Sanmartí (2012):

Generalmente la actitud ante afirmaciones o definiciones científicas es de receptor pasivo. Las temáticas tratadas y los términos especializados apabullan al alumnado, y puede llegar a desanimarse y a tomar la decisión de que lo más práctico es memorizarlas para responder a la demanda del profesorado y luego olvidarlas. Sin embargo, otras formas de comunicación, como la que propone Feynman, promueven la participación y la intervención en el fenómeno objeto de estudio, de forma que aprender ciencias tenga “sentido”. (p. 28)

En esa línea, una observación, una lectura, una noticia o un modelado ayudan a estimular a las y los estudiantes para que planteen preguntas investigables, a querer saber más e investigar, al punto que ello se convierte en el centro de su propio aprendizaje para aprender haciendo ciencia. El planteamiento de una pregunta investigable es importante, pues guiará todo el proceso de la indagación científica y, además, promoverá la movilización de las capacidades de la competencia “Indaga”.

Finalmente, acerca de la formulación de la pregunta investigable, Bunge (2004) afirma:

Formular el problema con precisión y, al principio, específicamente. Por ejemplo, no preguntar genéricamente “¿Qué es el aprendizaje?”, sino plantear una cuestión determinada, tal como: “¿Cómo aprenden los ratones albinos a solucionar problemas de laberintos? ¿Gradualmente o por pequeños saltos? (p. 9)

En ese sentido, es preciso formular preguntas específicas y suficientemente abiertas que inviten a indagar y generar datos.

No son consideradas preguntas investigables aquellas que no buscan la relación de causalidad entre las variables; por ejemplo: ¿qué tipo de especie es el león marino?, ¿de qué se alimenta?, ¿cuál es su nombre científico? Estas preguntas pueden ser respondidas mediante un conocimiento específico.

En el “Informe de resultados para docentes de la evaluación censal de estudiantes del segundo grado de secundaria en el área de Ciencia y Tecnología”, de 2019, se muestran algunos ejemplos.

Conocimiento	Preguntas de indagación científica	Preguntas para verificar conocimientos
Crecimiento de las plantas	¿Cómo influye el volumen de agua de riego en el crecimiento del maíz?	¿Cuáles son las partes de una planta de maíz que se encargan de la nutrición?
Caída libre de un cuerpo	¿En qué medida la altura desde donde se suelta una pelota influye en el tiempo que tarda al impactar en el piso?	¿Por qué caen los cuerpos al ser soltados?

En la indagación científica, las preguntas investigables tienen un papel clave, porque permiten viabilizar y concretar lo que se quiere hacer o saber.

Es recomendable contar con una amplia variedad de preguntas investigables formuladas por las y los estudiantes, y asegurar que sean investigables, de acuerdo con los criterios revisados con anterioridad.

Acompañar a las y los estudiantes a plantear buenas preguntas investigables influirá en su aprendizaje; además, permitirá que se interroguen sobre su propio conocimiento y sobre los procesos que utilizarán para construir otros. Estos últimos harán posible que desarrollen las capacidades y habilidades científicas que, a su vez, contribuirán a desarrollar la competencia “Indaga” y su autonomía para seguir aprendiendo.

2.2. Estrategias para el diseño de la indagación

A. Estrategia para el diseño de la indagación a través de proyectos de investigación escolar

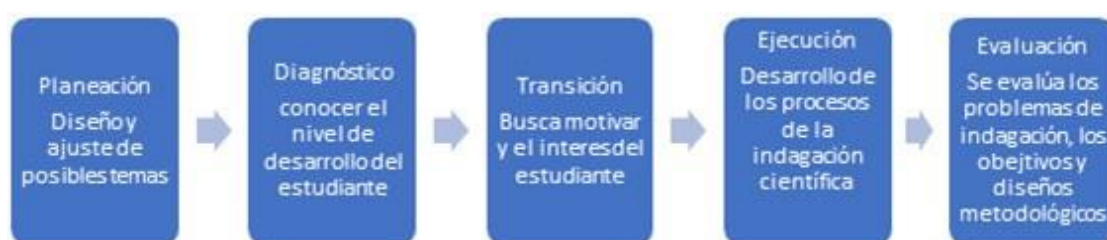
Es una de las estrategias que permite a las y los estudiantes acercarse a la forma en que trabajan y piensan los científicos.

En ese sentido, García y Ladino (2008) señalan: “Para enseñar y aprender en ciencias es necesario abordar, en lo posible, todas las dimensiones y procesos de las ciencias. Con esto se garantiza un aprendizaje útil y se contribuye a la formación de individuos críticos y reflexivos” (p. 15).

Así, durante el desarrollo del proyecto de investigación el estudiante desplegará y potenciará habilidades propias de los científicos cuando hacen ciencia.

En los proyectos de investigación científica, las y los estudiantes proponen un problema y, a través de los procesos propios de un proyecto de investigación, identifican y desarrollan la solución.

En esta estrategia el docente diseña un grupo de problemas de forma secuencial y que puedan ser resueltos a través de los procesos de indagación científica. El proyecto de investigación consta de las siguientes etapas:



>> Etapa de planeación

En esta etapa, la o el docente elabora un cronograma que luego compartirá con los estudiantes. Además, diseña los conocimientos y los ajusta a los posibles temas de investigación, de acuerdo con el grado. Estos temas de investigación pueden estar relacionados con fenómenos propios de ambientes naturales, la vida diaria o temas de actualidad. Por ejemplo, si se quiere abordar los temas de residuos químicos y anemia, las y los estudiantes tendrán que formular el problema y ofrecer una solución posible.

>> Etapa de diagnóstico

En esta etapa, sin olvidar que el proyecto de investigación está orientado a potenciar y desarrollar las competencias científicas de las y los estudiantes, se hace necesario conocer si poseen o no dichas competencias y en qué nivel; también es pertinente conocer la concepción epistemológica de ciencia del estudiante. El docente caracteriza al estudiante, etapa que implica conocer su nivel de desarrollo de la competencia “Indaga”. El o la docente debe saber si el estudiante posee o no dichas capacidades de la competencia, proceso que servirá como punto de partida para ir valorando el desarrollo progresivo de la competencia.

>> Etapa de transición

En esta etapa se aclaran algunos conceptos generales para el proyecto de investigación de los y las estudiantes; se busca que se motiven, se interesen y se enganchen con el fin de que tengan disposición para los procesos de aprendizaje por medio de la indagación.

Se recomienda establecer algunas normas para el desarrollo de las actividades propuestas y se aclaran algunos aspectos generales del proyecto de investigación, como, por ejemplo, diferencias entre el conocimiento científico y no científico (conocimiento común y conocimiento científico). Así mismo, se presentan los criterios de evaluación.

Es importante que el estudiante sea el actor principal del desarrollo de su proyecto de investigación, pues esto le permitirá desarrollar su autonomía y el pensamiento crítico en su proceso de aprendizaje.

>> Etapa de ejecución

En esta etapa se desarrollan los procesos de la indagación científica que ayudarán a los estudiantes a construir y desarrollar su proyecto de investigación.

Formulación y delimitación del problema de investigación: se acompaña al estudiante a formular la pregunta investigable de su proyecto de investigación, y se busca que desarrolle la habilidad de formular el problema de investigación.

Formulación de hipótesis: se acompaña al estudiante a establecer la hipótesis

considerando las variables, que deben ser contrastables.

Diseño experimental: se acompaña al estudiante a que proponga estrategias para dar respuesta al problema de su investigación, considerando las variables dependientes, independientes e intervinientes. Este proceso es importante porque pondrá en juego toda su creatividad para resolver el problema estudiando las variables en el laboratorio.

Tratamiento de datos y presentación de informes: se acompaña al estudiante a interpretar los resultados y, sobre esa base, elaborar un informe.

>> Etapa de evaluación

En esta etapa se generan actividades de socialización para evaluar sus problemas de investigación, objetivos y diseños metodológicos. Se sugiere que realicen foros u otros eventos que faciliten la comunicación de los avances de sus proyectos de investigación y en los que puedan dar y recibir retroalimentación de sus compañeros y docentes.

B. Estrategia para el diseño de la indagación a través de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI)

Algunos autores, como Harlen (2016), plantean que la indagación es útil no solo para enseñar ciencias, sino también otras áreas:

La indagación se puede aplicar en varias materias como historia, geografía, arte, así como ciencias, matemáticas, tecnología e ingeniería, mediante la formulación de preguntas, la recopilación de evidencias y la consideración de explicaciones posibles. En cada área se desarrollan diferentes tipos de conocimientos y de comprensión. Lo que distingue a la indagación científica es que conduce al conocimiento y comprensión acerca del mundo físico, tanto natural como artificial. (p. 25)

Para esta autora, entonces, la enseñanza de las ciencias basada en la indagación significa trabajar con las y los estudiantes de la forma como lo hacen los científicos, quienes eligen una idea que será útil para plantear la hipótesis. Dicha idea será puesta a prueba: recogerán y analizarán datos del problema y estos serán las evidencias. Este proceso se puede repetir varias veces (por ejemplo, si quieren pueden poner a prueba varias hipótesis). También a partir de los resultados deben llegar a una conclusión. Si la idea es buena, se confirma la hipótesis inicial y ella se vuelve más poderosa. Sin embargo, en el caso de que no se confirme, es necesario proponer otra hipótesis. Dice la autora que citamos que este tipo de experiencia ayudará a refinar si la hipótesis inicial funciona o no funciona.

Sobre la Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), dice Terbullino (2020):

La enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) es cíclica e interactiva de cuatro etapas en el aprendizaje, entendida como una secuencia recurrente de cuatro fases: focalización, exploración, reflexión y aplicación. En una clase típica, los estudiantes piensan en un problema, comparten sus ideas, se hacen preguntas y predicen resultados (focalización); realizan observaciones, experimentan y registran sus resultados (exploración); analizan la relación entre sus predicciones y los resultados observados (reflexión), y utilizan el aprendizaje recientemente adquirido para resolver un problema nuevo (aplicación). (p. 80)

En la siguiente imagen se pueden observar las cuatro etapas.



Fuente: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18028>

Etapas de focalización

Dice sobre esta etapa Terbullino (2020): “En esta fase el docente acompaña al estudiante a plantear una o varias preguntas investigables, buscando centrar la

atención del estudiante para que pueda plantear la hipótesis. Estas preguntas pueden provenir, por ejemplo, de una clase anterior

Se debe considerar lo siguiente:

- Activar conocimientos o saberes previos.
- Plantear preguntas investigables.
- Incentivar a los estudiantes a plantearse hipótesis sobre la posible respuesta a la pregunta investigable o problema planteado.

Etapas de exploración

Indica al respecto Terbullino (2020): “Esta segunda etapa del ciclo ECBI se caracteriza porque el estudiante explora la situación que ha planteado a través de un experimento”.

Consta de los siguientes aspectos:

- Conducir la investigación. En este paso se prepara a los estudiantes para que puedan diseñar el experimento contando con todos los recursos disponibles, explicando y describiendo detalladamente el uso que les darán a dichos recursos en la experimentación, así como también los procesos para la investigación, tales como la pregunta investigable, la hipótesis y el diseño del experimento, que debe incluir la descripción de las variables a medir, los materiales a utilizar, procedimientos a seguir; la organización, recolección y procesamiento de datos y resultados, así como las conclusiones y recomendaciones.
- Describir y plantear el experimento. Aquí se acompaña a los estudiantes en la elaboración del diseño del procedimiento para demostrar la validez de la hipótesis. Por eso, pueden cuestionar los diseños preguntándose ¿en qué nos puede ayudar este procedimiento? También pueden determinar la forma como van a medir las variables que han seleccionado.
- Hacer observaciones. Aquí se acompaña a los estudiantes para que puedan realizar las observaciones en la exploración que realizarán al experimento, verbalizando sus observaciones para que puedan involucrarse y disfrutar de dicha actividad.
- Medir y registrar datos. Se recomienda el registro y organización de datos en tablas para que puedan realizarse cálculos o gráficos; luego, estos serán útiles como evidencia para respaldar las conclusiones.
- Formular preguntas mientras los estudiantes están trabajando. Se sugiere acompañar a los estudiantes mientras se encuentran experimentando para que puedan plantearse preguntas de mayor profundidad, en función de la pregunta

inicial, y, con base en sus observaciones, originar el rediseño del experimento, si fuera necesario, y así explorar nuevas situaciones o evolucionar en la respuesta planteada (hipótesis), formulando nuevas interpretaciones y vinculaciones con otros conocimientos, con el fin de mantener el interés en el tema.

Etapas de reflexión: después de realizar el experimento, el docente acompaña a las y los estudiantes a participar activamente de reflexiones sobre los resultados obtenidos y a elaborar las conclusiones.

Etapas de aplicación: en esta etapa el docente acompaña a las y los estudiantes y los induce a aplicar el conocimiento construido, planteando preguntas o problemas que acontecen en su medio. También los impulsa a encontrar nuevas situaciones donde emplear lo aprendido.

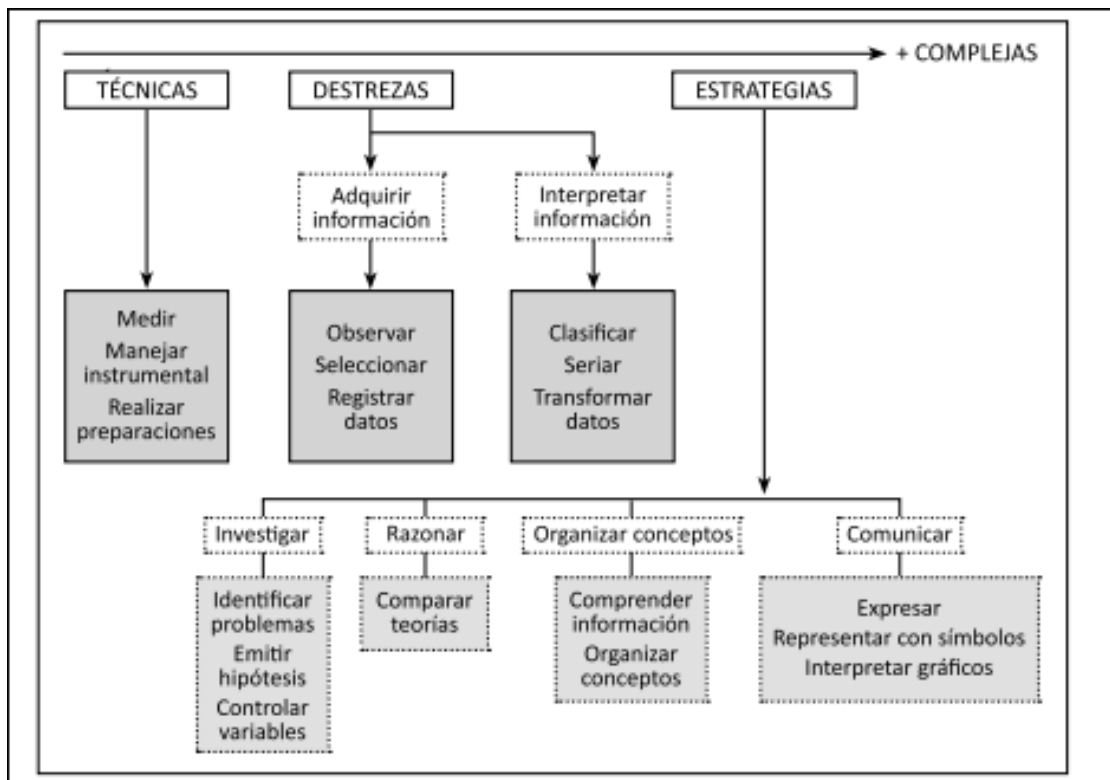
C. Estrategia para el diseño de la indagación a través del aprendizaje basado en proyectos (ABP)

Con respecto al aprendizaje por proyectos, las Rutas de aprendizaje de 1° y 2° grados de secundaria (2015) dicen:

Esta estrategia consiste en proponer a los estudiantes elegir, planificar y elaborar un producto en forma concertada: puede ser un material u objeto o una actividad diseñada y ejecutada por ellos, que responde a un problema o atiende una necesidad. (p. 33)

El ABP es una estrategia que parte de un problema, pregunta o desafío de interés para el estudiante. Estos proyectos pueden ser construidos por los estudiantes o por el docente y están vinculados al Currículo Nacional de la Educación Básica (CNEB). En este proceso, las y los estudiantes se involucran en la elaboración del producto, y en esa interacción aprenden y reflexionan sobre lo que hacen. En algunos casos colaboran con ellos familiares, especialistas en la temática que abordan, en vínculo con otros actores de su comunidad y con el acompañamiento del docente.

Los proyectos de aprendizaje acercan a las y los estudiantes a la comprensión de problemas y temas concretos de acuerdo con sus intereses, de modo que les permiten mayor flexibilidad en el proceso de aprendizaje. Los proyectos de aprendizaje favorecen el trabajo cooperativo y desarrollan la capacidad de resolver problemas. Además, permiten la vinculación entre la teoría y la práctica y la construcción de los procesos cognitivos, como se puede apreciar en la siguiente figura.



Gradación de procedimientos - Tomado de Jiménez (2003).

Los proyectos permiten a las y los estudiantes el aprendizaje interdisciplinario y el uso de capacidades durante el proceso. Se espera, asimismo, que aprendan de forma independiente y autosuficiente, que sus errores les permitan sacar conclusiones, y que sean capaces de enfrentar y superar retos difíciles e inesperados.

El proyecto de aprendizaje consta de las siguientes fases:



Fuente: Minedu (2020). Tutorial para el diseño y gestión de proyectos de aprendizaje - Bloque I: Fascículo introductorio.

Fase de preparación: en esta fase:

Se define el proyecto. Se debe asegurar que la idea del proyecto sea viable, relevante y significativa, para que motive a las y los estudiantes.

Se diseña el proyecto con la participación colegiada de las otras áreas, lo que los estudiantes van a aprender. Se seleccionan las competencias, las actividades por plantear, los plazos y los recursos que se necesitarán. Aquí se buscará poner en práctica experiencias de aprendizaje que permitan desarrollar las competencias y capacidades de las y los estudiantes, previamente consensuadas y negociadas.

El docente formula el problema. Puede hacerlo a partir de cualquier situación de contexto, desde la perspectiva de las y los estudiantes. El problema debe ser próximo a las experiencias e intereses alumnos y alumnas. Se seleccionan las competencias y capacidades en función del propósito del proyecto, y se establecen los criterios de evaluación que tengan relación con el problema y los propósitos.

Fase de formulación: en esta fase:

El docente plantea las preguntas por investigar, a partir de cualquier situación de contexto y cercana a los intereses de las y los estudiantes.

Identifica el producto que se va a elaborar (por ejemplo, un informe o reporte de indagación).

Fase de planificación: en esta fase:

El docente realiza el plan de trabajo en interacción con las y los estudiantes. Para ello, parte de las preguntas de la fase de formulación y atiende la perspectiva de los estudiantes considerando sus ideas. Es posible que en esta práctica el docente realice ajustes a lo ya diseñado en las fases anteriores, para llegar a una construcción conjunta.

Además, en esta fase el docente organiza a los estudiantes para trabajar el proyecto. Esto puede hacerse diseñando el trabajo individual, en pares o en equipos, según las condiciones y canales de acceso a la comunicación de las y los estudiantes.

La fase de planificación se denomina así porque constituye el momento en que se concreta y organiza el proyecto de aprendizaje: a partir de una planificación que se consolida con la participación de las y los estudiantes.

Fase de investigación: recordemos que el desarrollo de las competencias constituye el corazón del proyecto. En esta fase se pone en acción todo lo que se ha planificado, y se facilitan las actividades.

En el caso del área de Ciencia y Tecnología, para movilizar las capacidades de la indagación científica el docente o los estudiantes plantean una pregunta que va a dirigir el proyecto y que debe provocar la necesidad de saber.

Por ejemplo, en la sistematización del proyecto “Ecolaboratorios como escenarios pedagógicos para el fortalecimiento de la indagación científica (2020)”, en esta etapa se propone realizar las siguientes acciones para plantear las preguntas investigables:

Consigna 1: Reunidos en equipos de trabajo discutan sobre la infertilidad de algunos suelos después de recorrer los ecolaboratorios.

- ¿Qué conocen sobre suelos infértiles?
- ¿Esta problemática afecta las áreas verdes de los ecolaboratorios?
- ¿Qué prácticas conocen para mejorar la fertilidad de los suelos?
- ¿Será de utilidad este tema para ti? ¿Por qué?

Consigna 2: Con la información obtenida en la consigna uno, los estudiantes se plantean preguntas de indagación y seleccionan aquella que les guiará en el proceso, después formulan sus hipótesis.

Consigna 3: Para ayudarse en el proceso de indagación, los estudiantes, en grupos, deberán llenar el siguiente cuadro, con mediación del docente.

Qué conocimientos tenemos (involucra todas las áreas posibles)	Qué nos faltaría saber (involucra todas las áreas posibles)	A quién o a dónde recurrimos (involucra todas las áreas posibles)
Qué sabemos hacer	Qué no sabemos hacer	A quién o a dónde recurrimos

Fuente: <https://www.fondep.gob.pe/wp-content/uploads/2020/12/Sistematizaci%C3%B3n-Bongar%C3%A1-1-DRE-Amazonas-minimo.pdf>

Como se puede observar, se incentiva que los mismos estudiantes planteen las preguntas investigables.

Luego, el docente acompañará a las y los estudiantes:

- A formular las hipótesis.
- En el diseño de los experimentos, actividades para construir los procedimientos, selección de materiales y de instrumentos para recoger los datos obtenidos.
- Organizar, registrar datos en función de las variables.
- Analizar e interpretar los datos obtenidos.
- Elaborar las conclusiones sobre la base de las evidencias recogidas, para comprobar o refutar las hipótesis.
- Evaluar y comunicar el proceso y los resultados de su indagación

Fase de evaluación: en esta fase:

- Se evalúa el proyecto; se informa al estudiante sobre su desempeño desde el inicio del proyecto hasta la culminación.
- Se evalúan las actividades y los procesos propios del proyecto. Al finalizar, el docente reflexiona sobre los aprendizajes y las lecciones aprendidas.
- Se evalúa el producto de acuerdo con los criterios previamente definidos, y en relación con el proceso de elaboración.
- Se evalúan los aprendizajes (autoevaluar, coevaluar y heteroevaluar).

2.3. Estrategias para el análisis de gráficos estadísticos

Estrella y Olfos (2012) indican acerca de la estrategia para el análisis de gráficos estadísticos:

Los procesos fundamentales de describir, organizar, reducir y representar los datos entran en juego cuando comienza el proceso de análisis de datos, quizás el proceso más complejo del pensamiento estadístico. Analizar los datos consiste en identificar las tendencias y hacer inferencias o predicciones a partir de estadísticos, diagramas, tablas, o gráficos. Esto involucra hacer comparaciones dentro o entre conjuntos de datos o representaciones de los datos, y hacer inferencias a partir de un determinado conjunto de datos o representación de datos.

Entonces, para interpretar un gráfico estadístico se sugiere:

1. Leer el título, los ejes, encabezados, leyendas, notas al pie y la fuente, para conocer el contexto y la credibilidad de los datos.
2. Comprender lo que representan todos los números (por ejemplo, cantidad de ceros y porcentajes), buscar los máximos y mínimos en una o más categorías para obtener información de los datos.
3. Observar las diferencias en los valores de los datos en un solo conjunto de datos, la ordenada o la abscisa o en una parte del gráfico, lo que involucra la comparación dentro de una categoría en cualquier momento.
4. Buscar en el gráfico relaciones que conectan las variables; utilizar la información del paso 3 para hacer comparaciones entre dos o más categorías o intervalos de tiempo.
5. Comprender el cambio y las diferencias, y buscar razones de las relaciones en los datos que se han encontrado, teniendo en cuenta lo social, factores ambientales o económicos, entre otros.

Para analizar gráficos estadísticos, la o el docente debe movilizar en los estudiantes las capacidades de la competencia “Indaga”. El estudiante analizará e interpretará datos e información obtenida de dichos gráficos, para lo cual requiere leer una gráfica, es decir, identificar sus elementos, comprender lo que lee, comparar los valores de los datos, buscar relaciones entre las variables, extrapolar datos, inferir a partir de datos implícitos en el gráfico para, finalmente, realizar un análisis del gráfico estadístico y poder contrastar los resultados con su hipótesis con el fin de formular una conclusión que termine comprobando o refutando su hipótesis.

¿Para qué interpretar las gráficas estadísticas?

Ayuda a comprender la información estadística sobre diversos temas y evaluarla de forma crítica, a entender la realidad, a discutir o comunicar las opiniones sobre la información que las estadísticas presentan.

Por ejemplo, en el siguiente gráfico:



Fuente: <https://losinformativos.com/semana-16-ciencia-y-tecnologia-1o-secundaria/>

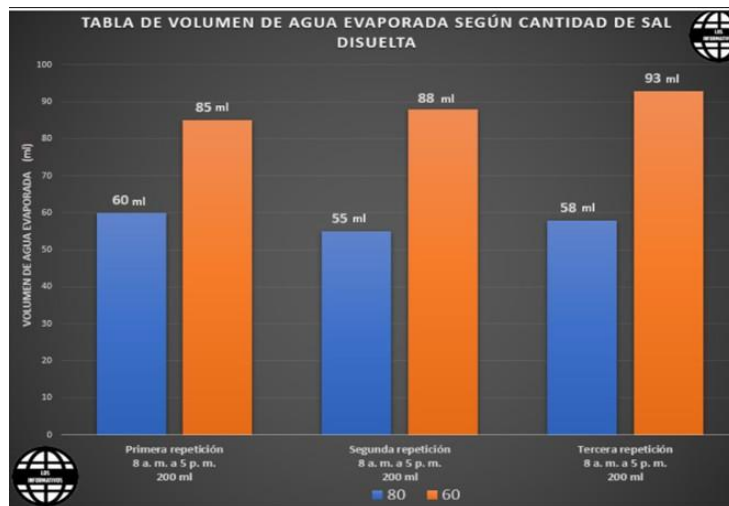
¿Cómo podemos analizar este gráfico?

- » Identificamos el título del gráfico.
- » Reconocemos el tipo de gráfico (lineal, barras o circular) y las unidades empleadas.
- » Identificamos la simbología, en caso aparezca.
- » Observamos los periodos de aumento o disminución de los datos representados, puntos máximos y mínimos.
- » Relacionamos las variaciones observadas.

A partir de ello, puede haber dos tipos de lecturas:

Lectura literal

Se interpreta solo la información que transmite la gráfica. Se identifica el eje en el que se representa el volumen de agua evaporada y se buscan las columnas de las cantidades de agua evaporada. Luego, en el eje vertical se identifica las cantidad de agua que se evaporó de acuerdo con las concentraciones de sal.



Fuente: <https://losinformativos.com/semana-16-ciencia-y-tecnologia-1o-secundaria/>

La lectura literal sería:

En la primera repetición se observa que en el agua que tiene 80 gramos de sal se evaporan 60 mililitros de agua; y en el agua que tiene 60 gramos de sal se evaporan 85 mililitros de agua; y así sucesivamente para la segunda y la tercera repetición.

Lectura interpretada

En este caso se evalúa la información, pero no se buscan nuevas hipótesis.



Fuente: <https://losinformativos.com/semana-16-ciencia-y-tecnologia-1o-secundaria/>

Entonces, a manera de ejemplo, se puede interpretar que existe una tendencia según la cual la cantidad de volumen de agua evaporada aumenta si disminuye la cantidad de sal.

Es importante interpretar los gráficos para discutir o comunicar lo que se ha encontrado a partir de las comparaciones de los datos y, así, poder elaborar conclusiones de la indagación científica.

A partir de estos análisis e interpretaciones se pueden establecer tendencias, inferencias y anunciar hechos futuros. También se pueden formular nuevas hipótesis e inferencias, a partir de las siguientes preguntas:

- ¿Cuál sería la razón por la que hubo mayor evaporación?
- ¿Por qué hubo menor evaporación?

Es importante resaltar que la adecuada construcción de los gráficos permitirá realizar una buena interpretación de la realidad.



Reflexiona

Desde tu práctica pedagógica, ¿qué aspectos debes tener en cuenta al seleccionar una o más estrategias de enseñanza para el desarrollo de la competencia “Indaga”?



- ▶ Fomentar en las y los estudiantes actitudes cuestionadoras e indagatorias no es suficiente: es necesario profundizarlas. Para ello, las y los docentes debemos acompañarlos en ese proceso, para que puedan ser indagadores.
- ▶ Acompañar a las y los estudiantes a reconocer los factores que afectan a un determinado fenómeno en una situación problemática, utilizando lluvia de ideas, discusiones en grupo, preguntas directas y otras estrategias.
- ▶ Toda pregunta investigable debe ser clara y precisa; y, lo más importante, debe permitir generar datos, plantear hipótesis y considerar la variable dependiente y la independiente.
- ▶ Para formular una pregunta investigable es importante identificar y elegir las variables, y establecer una relación causa-efecto.
- ▶ El control de las variables intervinientes permite que los resultados de la variable dependiente provengan de los efectos de manipular la variable independiente y no de otros factores que no se han controlado; y facilitará el análisis posterior y la evaluación de los resultados.



Después de haber leído y reflexionado sobre lo presentado en esta primera sesión, te invitamos a resolver el cuestionario de autoevaluación.



1. En una reunión virtual colegiada, algunos docentes conversan sobre el rol de las preguntas investigables en la indagación científica. Carlos menciona que cuando acompaña a los estudiantes en este proceso busca que estas sean difíciles.

Por otro lado, Elena cuenta que acompaña a las y los estudiantes a que planteen aquellas que son concretas y fáciles. El coordinador del área también interviene y comenta que las preguntas investigables tienen un papel clave en la indagación científica, porque guían todo el proceso de la indagación.

Desde tu práctica pedagógica, ¿cuál de los profesores tiene razón?

- a) Ninguno de los docentes
- b) Solo Carlos
- c) Solo Elena
- d) Solo el coordinador



2. En el año 2019, Johana cursaba el 5.º grado de secundaria en la IE ABC del distrito de San Juan de Lurigancho, y tenía como profesor de ciencias al maestro Mario Vidal. Johana notó que este había empezado a toser durante sus clases. Ella sabía que el profesor no fumaba. Se acercó y le preguntó muy respetuosamente si se sentía bien de la garganta. El profesor, luego de agradecer la deferencia de su alumna, le respondió que sí, pero que creía que el polvo de tiza le generaba la tos. Johana vio en esta situación la posibilidad de plantearse una pregunta investigable.

Según tu criterio, ¿con qué pregunta investigable podría Johana haber empezado su indagación?

- a) ¿Cuántos profesores tienen tos?
- b) ¿Cuántos profesores fuman y tienen tos?
- c) ¿Cuál es la prevalencia de tos en profesores de secundaria no fumadores que usan tizas en pizarras de la IE ABC del distrito de San Juan de Lurigancho en el año 1990?
- d) ¿Cuántos profesores usan tiza y tienen tos?



3. Johana ha notado que cuando el profesor Mario usa tizas, empieza a toser durante la clase. Conoce que el profesor no fuma y quiere saber por qué tose. Ella tiene una hipótesis al respecto: que el polvo de tiza de las pizarras produce tos a los profesores no fumadores.

Desde tu punto de vista, ¿qué alternativa es la correcta con respecto al tipo de variables presentes en el enunciado?

- a) Dos variables independientes, una dependiente y dos intervinientes.
- b) Una variable independiente, una dependiente y dos intervinientes.
- c) Una variable independiente, una dependiente y una interviniente.
- d) Una variable independiente y una dependiente.



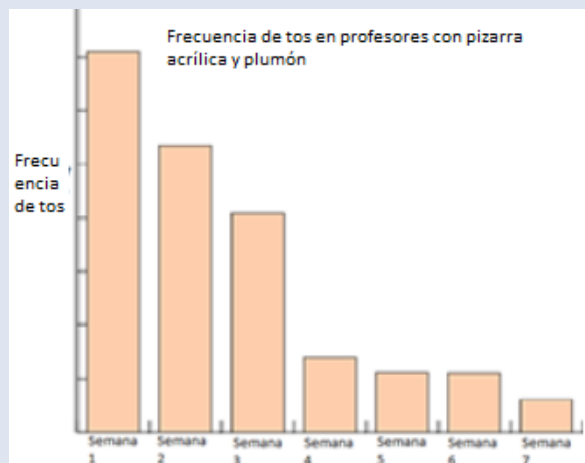
4. El profesor Samuel ha logrado conseguir una visita a un centro de neonatología y posparto para las alumnas y alumnos de la clase de Ciencia y Tecnología. Al final de la visita, el médico guía les muestra las incubadoras, donde se coloca a los bebés recién nacidos, prematuros o que requieren cuidados especiales. Estas incubadoras se usan mucho, porque hay varios partos que atender; por eso reciben mantenimiento constantemente, lo que disminuye su efectividad y provoca problemas como vibración, ruidos, fugas de oxígeno, temperatura desigual, etc. Ya de vuelta en la clase de Ciencia y Tecnología, el profesor Samuel invita a las alumnas y los alumnos a experimentar la resonancia que siente el bebé dentro de la incubadora colocándose un balde en la cabeza y dándole pequeños golpes con los dedos por fuera. A partir de esta experiencia, el docente acompaña a los alumnos a plantearse preguntas investigables sobre cómo solucionar la vibración y el ruido en las incubadoras.

Según tu criterio, ¿qué estrategia está usando el docente para el diseño de la indagación?

- a) Estrategia para el diseño de la indagación a través del aprendizaje basado en proyectos (ABP).
- b) Estrategia para el diseño de la indagación a través de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI).
- c) Estrategia para el diseño de la indagación a través de la metodología de la investigación científica.
- d) Combina dos estrategias: ABP y ECBI.



5. Uno de los estudiantes de Samuel ha obtenido el siguiente gráfico:



¿Qué estrategia podría utilizar Samuel para acompañar al estudiante en el análisis de este gráfico?

- a) Puedes preguntar ¿cómo analizar este gráfico? y, a partir de ello, mencionar que tienen que identificar el título del gráfico, observar los periodos de aumento o disminución de los datos y relacionar las variables observadas.
- b) Puede preguntar ¿cuál es tu inferencia?
- c) Pedir que analice literalmente la información que trasmite la gráfica.
- d) Que mire la pregunta y compare con los resultados del gráfico.

Bibliografía

Alberico, P., Florio, A., Gleiser, M. Joselevich, M., Martínez, S., Taddei, F., Toum Terrones, L. y Venero, R. (2012). Ciencias Naturales 1. Estrada.

Blanco, C. (2014). Lógica, ciencia y creatividad. Dykinson.

Bunge, M. (2004). La investigación científica, sus estrategias y su filosofía. Ediciones Siglo Veintiuno.

Estrella, S. y Olfos, R. (2012). La taxonomía de comprensión gráfica de Curcio a través del gráfico de Minard: una clase en séptimo grado. Educación Matemática, 24(2). <http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v24n2/v24n2a6.pdf>

García, G. y Ladino, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. Studiositas, 3(3), 7-16.

García, S. y Furman, M. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. <https://www.redalyc.org/pdf/4772/477247214005.pdf>

Jiménez, M. P. (coord.) (2003). Enseñar ciencias. Graó.

Ministerio de Educación del Perú. (2015). Rutas del Aprendizaje: ¿qué y cómo aprenden nuestros estudiantes? VI Ciclo área curricular Ciencia, Tecnología y Ambiente.

Ministerio de Educación del Perú. (2020). Tutorial para el diseño y gestión de proyectos de aprendizaje bloque II: Fase de evaluación. Fascículo N.º 5.

Sanmartí, N y Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. Alambique. Didáctica de Ciencias Experimentales. <https://gent.uab.cat/conxitamarquez/sites/gent.uab.cat/conxitamarquez/files/Ense%20a%20plantear%20preguntas%20investigables.pdf>

Terbullino, R. (2020). Propuesta de una guía metodológica basada en el método de indagación para la enseñanza del tema de enlaces químicos en el curso de Química de segundo año de secundaria. http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18028/TERBULLINO_FERNANDEZ_ROXANA_JUSTINA%20281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y