

Ficha de cátedra



CIENCIAS NATURALES TECNOLOGIA Y SU DIDÁCTICA

**Instituto de formación docente continua
de Luis Beltrán**

FICHA DE CÁTEDRA

CIENCIA COMO PROCESO



CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA

Una aproximación a los modos de hacer en ciencias que permiten construir un modo de pensar distinto...





contenidos

- 04. INTRODUCCIÓN
- 05. OBSERVAR&DESCRIBIR
- 06. FORMULAR PREGUNTAS INVESTIGABLES
- 08. HIPOTETIZAR&PREDECIR
- 11. INVESTIGAR&PLANIFICAR
- 14. DISEÑAR&EXPERIMENTAR
- 16. DISEÑO EXPERIMENTAL
- 19. RECOLECTAR&INTERPRETAR
- 20. ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS AJENAS
- 22. SIMULACIONES&EXPERIMENTOS SECOS
- 24. OBTENCIÓN DE CONCLUSIONES
- 26. COMUNICACIÓN
- 29. FORMULACIÓN DE EXPLICACIONES TEÓRICAS
- 31. COMPRENSIÓN DE TEXTOS CIENTÍFICOS&
BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN
- 34. ARGUMENTACIÓN
- 36. BIBLIOGRAFÍA



INTRODUCCIÓN

La presente ficha de cátedra está orientada a brindar una aproximación a las actividades de aula que se deberían priorizar en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales para abordar la formación de un modo de pensar propio de la ciencia escolar y cercano al modo de pensar que utilizan las personas que desarrollan sus ideas en el campo de las investigaciones de las ciencias naturales. Según Melina Furman y María E. De Podestá (2009) esta dinámica está enfocada en abordar a **la ciencia como proceso**, es decir "modos de conocer" que priorizamos cuando queremos conocer cómo se comportan los fenómenos naturales. A través del módulo 1 intentamos aproximarnos conceptualmente a qué se entiende por cada uno de estos componentes, en este módulo vamos a profundizar sobre esta idea de **PROCESO** en relación a lo que podemos hacer en el aula contemplando la importancia del aprendizaje no sólo de conceptos, sino de competencias relacionadas con el modo de hacer y pensar la ciencia escolar.

observar & describir

La observación incluye el empleo de los sentidos (adecuadamente y con seguridad) para obtener información relevante para las investigaciones sobre aquello que les rodea. Durante el desarrollo temprano debemos animar a los/as niños/as para que hagan cuantas observaciones puedan, prestando atención a los detalles y no sólo a las características que saltan a la vista. Los/as niños/as pequeños/as de acuerdo a su interés podrán hacer observaciones que pueden ser indistinguibles para los adultos. Formular preguntas como "¿qué diferencias observan entre estos objetos?" podría constituirse en el punto de partida de un juego para los más pequeños o de una investigación para los mayores; o "¿qué semejanzas encuentran?" entre dos objetos donde encontramos muchas diferencias pero los aspectos semejantes ayudan a identificarlos. Es decir, es importante que los/as niños/as hagan gran cantidad de observaciones de las semejanzas y diferencias y presten atención a los detalles tanto como a las características más llamativas.

Ahora bien... **la observación debe permitir relacionar los diferentes factores observados en un marco de conocimiento, construir ideas y plantear nuevos problemas**, así constituye un verdadero ejercicio intelectual y no un simple hecho sensorial. Una buena observación no puede limitarse tan sólo a constatar un hecho aislado, debe potenciar la relación entre lo observado y las ideas que cada uno tiene sobre ello para reformularlas y construir progresivamente un nuevo conocimiento. La capacidad de interpretar observaciones y seleccionar la información relevante es, en efecto, una característica importante y avanzada de la observación.

Pero, al mismo tiempo, es esencial animar a los niños a adquirirla para ayudarles a hacerse conscientes de que hacen una selección y quedan otras informaciones por utilizar. Si no se hace esto, existe el peligro de que las ideas y los modos de ver las cosas vigentes actúen como barreras que impidan ir más allá de lo que esperamos. El nivel de desarrollo desde el que una persona puede reflexionar sobre el proceso de su observación e ir consciente y espontáneamente más allá de los límites de la estructura de sus ideas preexistentes, debe buscarse a través de todo el proceso educativo.

Silvia Veglia (2007) señala que para favorecer este procedimiento el docente debe brindar:

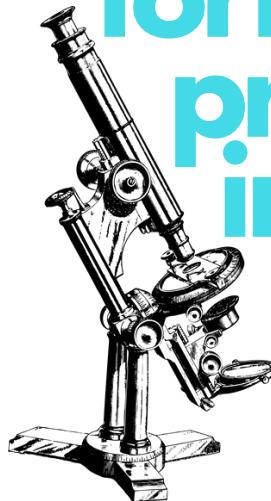
- Materiales y objetos interesantes para observar y elementos auxiliares de la observación (por ej lupas).
- Estímulo a la observación.
- Tiempo suficiente para que reflexionen acerca de lo que están observando.
- Momentos para comentar sobre lo observado, entre ellos y con el docente.

El diálogo desempeña un papel fundamental para animar a la observación en todas las etapas.

El maestro favorece la apropiación por parte de los niños de este procedimiento cuando:

- Proporciona oportunidades (materiales y de tiempo) y estímulo para que los niños practiquen observaciones, tanto centradas en un aspecto como de amplio espectro.
- Permite a los niños que hablen informalmente sobre sus observaciones (con los demás) y con él (discusión).
- Descubre de qué se ha dado cuenta y que interpretación hacen de ello (escuchándolos).
- Dispone observaciones en pequeños grupos para que luego sean expuestas en clase.

formular preguntas investigables



Detrás de la actividad científica, hay siempre una pregunta. Enseñar a formular preguntas implica que podamos identificar y compartir con los alumnos las preguntas detrás de los temas que estamos enseñando.

En la escuela primaria, la curiosidad de los niños y las niñas todavía está a flor de piel, suelen entusiasmarse cuando les presentamos fenómenos nuevos y formulan muchas preguntas. Sin embargo, no todas esas preguntas serán investigables, no todas serán preguntas que se puedan eventualmente responder mediante experimentos u observaciones dentro del período de tiempo escolar. El desafío será entonces no sólo estimular a que el hábito de hacer preguntas no se pierda, sino enseñar paulatinamente, a formular preguntas en relación con los temas que aprenden y, sobre todo, a elaborar preguntas investigables considerando los tiempos, los recursos y las complejidades que puede alcanzar a resolver el grupo. En los primeros años, las preguntas para responder en una investigación escolar suelen ser propuestas por el docente dado que la capacidad de formular una pregunta investigable puede ser demasiado difícil para los niños pequeños. Sin embargo, sea formulada por el docente o por los mismos alumnos/as, para que una pregunta se convierta en objeto de investigación escolar, es fundamental que ellos/as puedan apropiarse de ella. Esto requiere que la pregunta plantee una situación que resulte interesante y tenga sentido para quien realizará la investigación.

En el trabajo con preguntas, será importante registrar todos los interrogantes que surgen ante el fenómeno y, si se tratara de grados superiores, es relevante identificar con los alumnos cuáles de esas preguntas están listas para realizar un experimento o una observación para responderlas y cuáles, no.

Dentro de las preguntas no investigables, habrá muchos subtipos que vale la pena reconocer. En primer lugar, habrá preguntas que necesitan ser refinadas para conducir a una investigación por ser demasiado abstractas o poco claras. Estas preguntas deberán ser reformuladas entre todos para pasar a la categoría de investigables. Otras tendrán que ver con la información fáctica y podrán ser resueltas acudiendo a la bibliografía o a un experto. Habrá preguntas relacionadas con valores o creencias, que exceden el ámbito de las ciencias naturales.

Las nociones referidas a que no todas las preguntas son investigables científicamente y que toda pregunta abre preguntas nuevas son importantes ideas sobre la naturaleza de la ciencia para trabajar en clase.

Otra estrategia interesante para enseñar a los alumnos a hacer preguntas es trabajar con textos, buscando las preguntas escondidas en ellos y para luego debatir en clase y establecer cuáles de ellas son investigables para ese grupo que tiene esos determinados recursos.

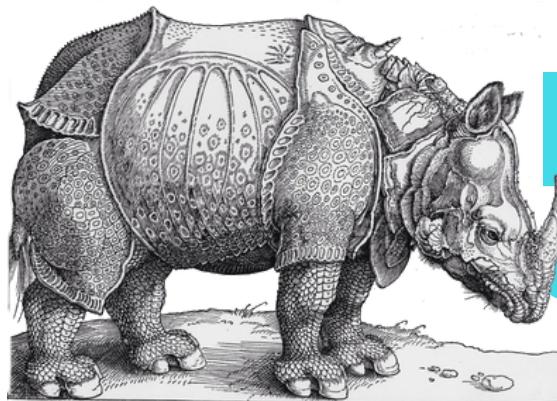


El ejercicio de buscar preguntas dentro de los textos informativos no es tarea fácil y será abordable por los alumnos recién en grados superiores. En la mayoría de los textos (y en las clases de ciencias en general) pareciera existir una idea que indica que el conocimiento se revela de la nada, como si estuviera ahí afuera, listo para ser consumido y disociado del proceso de construcción que le dio origen. Por eso, desarrollar esta competencia en los alumnos es fundamental para que comprendan la naturaleza del conocimiento científico, que siempre está relacionado con preguntas para responder.

Veglia (2007) señala que el objetivo que se pretende lograr al ayudar a los niños a formular preguntas es que identifiquen los tipos de cuestiones que pueden recibir respuesta gracias a la investigación.

Para favorecer la apropiación por parte de los/as niños/as, el/la docente debe:

- Proporcionar oportunidades para que los/as niños/as estudien temas que puedan provocar preguntas y sean utilizados para responder algunas de ellas mediante la investigación.
- Escuchar las preguntas cuidadosamente y estudiarlas para decidir si:
 - requieren una respuesta o un comentario estimulante;
 - si pueden ser contestadas brevemente de manera que el niño pueda entenderlas;
 - si los niños pueden encontrar la respuesta por su cuenta mediante la investigación;
 - si la pregunta puede transformarse en otra que pueda responderse mediante la investigación.
- Comentar las preguntas de los niños y hacer que participen en la decisión de cómo pueden ser contestadas.
- Poner las fuentes de información a disposición de los/as niños/as.



hipotetizar & predecir

Una herramienta para ayudar a los alumnos a organizar este tipo de trabajo es un cuadro como el que sigue,

¿Qué sucede? (Descripción del fenómeno)

Pregunta investigable a abordar (Escritura de la pregunta a tratar)

Hipótesis (Respuesta a la pregunta, explicación posible del fenómeno)

Predicciones (Si mi hipótesis es "cierta" entonces...)

Cuando el hilo no está tirante, no escuchamos el sonido en el otro extremo del teléfono

¿A qué se debe que el sonido no llegue hasta el otro extremo?

Hipótesis 1
El sonido no llega hasta el otro extremo debido a que se cae cuando llega a la mitad del recorrido y no puede volver a subir.

Hipótesis 2
Para que el sonido llegue hasta el otro extremo el hilo debe estar tirante.

Si ponemos el teléfono en posición vertical con el hilo tirante y hablamos desde abajo, el sonido no se va a escuchar del lado de arriba.

El sonido se va a escuchar siempre que el hilo esté tirante (aunque hablemos desde abajo).

Una hipótesis es una explicación de un fenómeno (o dicho de otro modo, la respuesta a una pregunta investigable) basada en el conocimiento previo que tenemos sobre el fenómeno por explicar, en nuestra lógica y nuestra imaginación,

Pero para que una respuesta a una pregunta sea una hipótesis, hace falta algo más: que de ella, se deriven **predicciones** que puedan ser puestas a prueba. Las predicciones son la otra cara de la hipótesis. Toda hipótesis lleva implícita una predicción, al enseñar su formulación es preciso que también enseñemos a escribirla bajo la forma: Sí... entonces...

Para aprender a hacerlo, los alumnos necesitan práctica en ejercitarse en su lógica y su imaginación, pensando en formas de responder a diversas preguntas investigables, es importante asegurarse que tengan el conocimiento necesario en relación con el fenómeno que les pedimos que expliquen. A menudo, las/os docentes cometemos el error de pedir a los alumnos que propongan hipótesis y predicciones de la nada, pensando que no tenemos que dar ninguna información si queremos que los alumnos piensen independientemente. Esto hace que el ejercicio de proponer hipótesis se vacíe de significado, porque hipotetizar se transforma en adivinar sin fundamento. Cuando les pedimos que propongan hipótesis a una pregunta, será fundamental que tengan los elementos para hacerlo.

¿Qué ideas sobre la naturaleza de la ciencia están asociadas a estas competencias? En primer lugar, la idea de que las hipótesis son explicaciones provisorias acerca de lo que sucede, que aventuramos dado lo que conocemos y lo que podemos deducir, que de ellas surgen siempre predicciones que será necesario poner a prueba para poder estar más cerca de poder explicar lo que sucede.

También aparece la idea de que es posible explicar una misma observación de dos o más maneras diferentes (lo que se conoce como hipótesis alternativas). Aquí una estrategia de trabajo que suele dar buenos resultados está dada por votar para decidir cuál de las hipótesis a abordar es la correcta. Esto pone en evidencia que la opinión de las mayorías (el voto) no es suficiente para dirimir en cuestiones y permite discutir entre todos la necesidad de ponerlas a prueba a ambas.

El proceso de formular hipótesis trata de explicar observaciones o relaciones, o de hacer predicciones en relación con un principio o concepto. A veces ese principio o concepto ha sido establecido a partir de la experiencia previa, en cuyo caso el proceso consiste únicamente en aplicar algo ya aprendido en una situación a otra nueva (si la situación es la misma que en el primer caso, se tratará de una repetición más que de una aplicación). En otros casos, el proceso puede aproximarse más a la gestación de un principio nuevo o a la comprobación de un presentimiento. La palabra "nuevo" debe matizarse, pues es nuevo para el sujeto concreto y no necesariamente nuevo en sentido absoluto. La aplicación forma parte de la gestación de un concepto, de forma semejante, una idea "nueva" rara vez surge de la nada; puede ser una conjetura acerca de la existencia de alguna relación, pero normalmente hay claves que relacionan las experiencias pasadas y las actuales que suscitan creatividad.

Veglia (2007) propone a modo de síntesis una serie de acciones que compromete al docente en:

- Seleccionar o preparar fenómenos que los niños traten de explicar a partir de su experiencia anterior.
 - Organizar grupos para discutir las posibles explicaciones.
 - Estimular la comprobación de las posibilidades frente a la evidencia para rechazar las ideas que concuerdan con ella.
 - Proporcionar el acceso a ideas nuevas que los niños puedan sumar a las propias, a partir de libros, revistas, internet videos y otras fuentes.
- La predicción desempeña un papel importante en el modelo de aprendizaje que estamos contemplando y aunque sólo sea por eso, es necesario aclarar su significado. Nuestro objetivo fundamental aquí consiste en distinguirlo del significado de la elaboración de hipótesis y de la adivinación.

A menudo, la predicción mantiene una relación muy íntima con la elaboración de hipótesis, pero no siempre es así. La predicción puede basarse en una hipótesis o en una pauta detectada en las observaciones. Cuando se basa en hipótesis, puede expresarse como si precediera a la hipótesis, aunque, desde el punto de vista lógico, se derive de ella. Por ejemplo, "esta taza será mejor que esa para conservar caliente el café porque es más gruesa" incluye la hipótesis de que las tazas gruesas conservan mejor el calor que las finas y, por tanto, la predicción de que será mejor se deriva de ella, aunque se formule antes.

Cuando la predicción se deduce del descubrimiento de una pauta de asociación de una variable con otra, es posible que no exista una hipótesis que explique la asociación. Por ejemplo, un niño descubre que un juguete mecánico avanza 1 m 20 cm cuando se gira 3 veces la llave, 1 m 50 cm cuando se gira 4 veces y 2 m 20 cm cuando se gira 6 veces. Esto podría ser el resultado de una investigación que llevara a la conclusión de que "cuantas más veces se gire la llave, más lejos llega el juguete". También podrá ser el fundamento de una predicción acerca de la distancia que recorrería el juguete si se girara la llave 2,5 ó 7 veces, que condujera a la comprobación posterior de la relación.

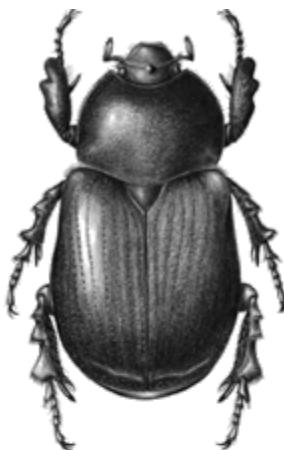


NI LAS HIPÓTESIS NI LAS PREDICCIONES SON ADIVINANZAS.

Como hemos visto, ambas tienen un fundamento racional en una idea o en observaciones y no así la adivinanza. Un buen ejemplo de adivinanza está constituido por las acciones de un profesor con un grupo de niños de reciente ingreso al abrir frutas de distintas clases para ver su interior. Había una fruta de cada clase y, antes de cortar la uva, pidió a los niños que "adivinaran" cuántas pepitas tendría en su interior. Sus respuestas eran adivinanzas aleatorias, porque, aunque hubieran utilizado sus conocimientos previos acerca de las uvas para decir un número, no había manera de estimar cuántas habría en una fruta concreta. No se trataba de predicciones, sino de simples adivinanzas, utilizándolas el profesor para dar mayor animación a la actividad.

Con frecuencia, los niños y las niñas predicen lo que ya saben que es verdad y piensan que una predicción exige cierta seguridad respecto a lo que se manifieste. Hay que ayudarles a darse cuenta de que, aunque tanto la predicción como la adivinación son inseguras, la diferencia radica en que la predicción se basa en una razón. Las preguntas como: "¿por qué dices eso?", cuando se hace una predicción o adivinanza, facilita esa ayuda. Si hay alguna razón (que no tiene por qué ser "correcta", sino sólo coherente con la predicción), el reconocimiento de que se trata de una predicción y no una simple adivinanza ayudará a los niños a hacer la distinción sin intervención externa.

investigar & planificar.



Todas las destrezas de procedimiento pueden considerarse componentes de la investigación, por lo que es preciso delimitar qué queremos decir cuando nos referimos a "la investigación" como destreza independiente.

Cuando hablamos aquí de las investigaciones, nos referimos a lo que sucede después de suscitarse una cuestión investigable, o sea, **del diseño y desarrollo de una investigación y no al descubrimiento de algo que investigar.**

Aunque podamos considerar el diseño como un proceso teórico, diferente de la realización del experimento, en la práctica no tiene por qué preceder o efectuarse aparte de la investigación.

La complejidad de las investigaciones varía, las más sencillas son aquellas en las que es posible separar lo que puede modificarse y cambiar un aspecto con independencia del resto, de manera que el efecto del cambio pueda juzgarse "como si todas las cosas fuesen iguales". De este tipo son las investigaciones en las que deben participar los/as niños/as de primaria, para que comprendan cómo hacer comparaciones apropiadas. Sin embargo, no todos los problemas científicos son de este tipo. Con frecuencia, el cambio de una condición afecta inevitablemente a otra; por ejemplo, si privamos de agua a una planta, inevitablemente la despojamos también de los minerales disueltos en el agua y es fácil que su temperatura ascienda, al no refrigerarse mediante la evaporación del agua.

No obstante, cuando no se suscitan estas cuestiones, los pasos que deben darse para efectuar una investigación "adecuada" (que se exponen con mayor detalle más adelante) son:

- definir el problema en términos operacionales;
- identificar lo que se modificará en la investigación (**la variable independiente**);
- identificar lo que debe mantenerse igual para que pueda observarse o medirse el efecto de la **variable independiente** (las variables que hay que controlar);
- identificar lo que se quiere medir o comparar o las circunstancias que observar cuando se modifique la variable independiente;
- considerar cómo utilizar las medidas, comparaciones u observaciones para resolver el problema original.

Los pasos concretos que deben darse en una investigación determinada varían según la materia de que se trate, pero se aplican los mismos principios. Podemos exemplificar esta cuestión considerando dos tipos de cuestiones, en apariencia muy diferentes: el que se refiere al efecto que producen los cambios realizados, observando lo que ocurre, y el que atañe al efecto de aquellos aspectos que no podemos controlar. Ejemplos del primer tipo son: "¿qué pasa si echamos jabón en escamas en agua del grifo y en agua de manantial?", "¿qué ocurre si utilizamos abonos líquidos de distinta concentración en nuestras plantas?", "¿se disuelve la sal en otros líquidos igual que en el agua?".

Estas cuestiones pueden investigarse de forma experimental porque lo que varía (las variables) puede cambiarse a voluntad. Esto no es posible en el otro tipo de investigación, que se refiere a relaciones entre variables que no pueden someterse al control experimental en las actividades de clase. A este tipo pertenecen las preguntas: "¿influyen en el tiempo meteorológico las fases de la Luna?" y "¿los árboles cuyas hojas nacen al principio de la primavera son los primeros en perderlas en el otoño?" En estos casos, no puede controlarse la variable independiente (la Luna o la aparición de las hojas en los árboles) y hay que diseñar la investigación de manera que se recoja la información en situaciones en las que se ofrece de forma natural en vez de producirla de manera experimental.

Aunque otras partes de la planificación puedan realizarse a medida que se desarrolla la acción, el primer paso consiste en definir operacionalmente la cuestión que se someta a investigación. Esto significa poner de manifiesto los efectos que haya que medir o comparar. Por ejemplo, "¿la sal se disuelve mejor en agua fría o en agua caliente?" no es investigable hasta que se defina "mejor", definir esta palabra es poner en términos operacionales la pregunta investigable. La misma podría formularse así: "¿se disuelve más sal?" o "¿se disuelve más deprisa la sal?" (ya que la cantidad y la velocidad puede medirse). Del mismo modo, la pregunta: "¿qué madera es mejor para hacer un arco con el que lanzar flechas?" puede definirse operacionalmente en el sentido de qué madera es más ligera, más flexible, más fuerte, lanza más lejos la flecha con el mismo esfuerzo o, incluso, más barata.

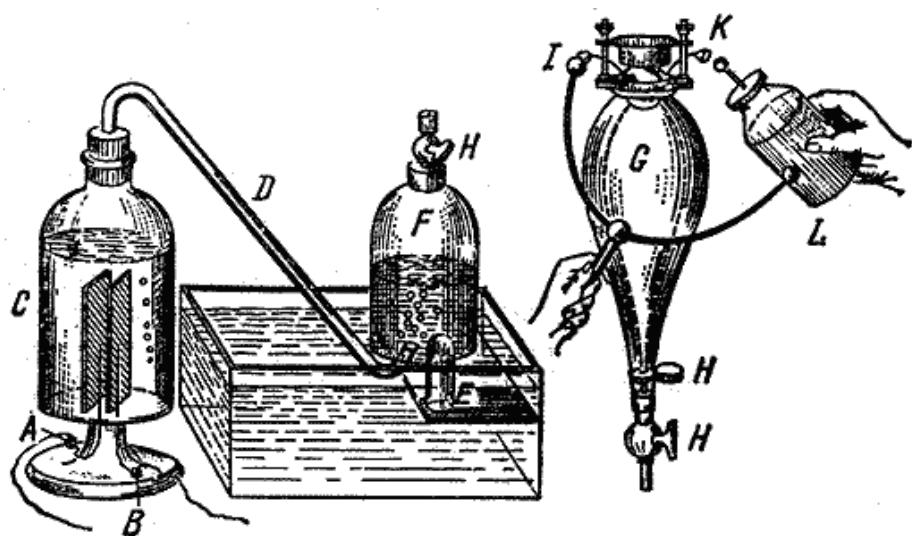
Es evidente que, al dar todos estos pasos desde la planificación general a la específica, no hay que perder de vista el problema original. Todo ello forma parte de la clase de pensamiento esencial para la educación científica. La actividad (hacer cosas) es importante, pero, si los niños sólo hacen cosas, sin pensar por qué lo hacen, es probable que se reduzca considerablemente el valor de la actividad.

En algunas investigaciones, también debemos tener en cuenta el orden de los hechos, con frecuencia, los/as niños/as aprenden esto a través de sus errores. Por ejemplo, es fácil que olviden registrar las condiciones iniciales antes de efectuar los cambios, observando si el horneado modifica el peso de la masa, limitándose a pesar el pan, o el efecto del cambio del agua del acuario en el pez, cambiando primero el agua y observando luego el comportamiento del pez. Es bueno que parte del aprendizaje se consiga a base de errores, pero es probable que la evolución sea más lenta de lo necesario si los niños repiten errores que podrían evitarse con un poco de reflexión y planificación.

La importancia de planificar minuciosamente los procedimientos es mayor en el caso de las investigaciones en las que la variable independiente no está sometida a control experimental. Por ejemplo, para descubrir si los bulbos que se plantan antes florecen también antes, es demasiado tarde recordar que no se anotó el momento de la plantación de cada uno cuando empiezan a florecer: el desarrollo de las plantas no puede repetirse. Lo mismo puede decirse de otros procedimientos para efectuar comparaciones o pruebas con sujetos que no pueden o no deben manipularse experimentalmente. Podríamos investigar el efecto ejercido en las flores silvestres en una zona de un bosque que haya sido talada, pero no hacer esto para realizar esa investigación. En consecuencia hay que planificar minuciosamente esa investigación de manera que pueda hacerse una comparación entre el momento anterior y el posterior. Las destrezas de planificación que pueden desarrollar los niños en otras investigaciones en las que pueden cometer errores de solución más sencilla tienen un valor muy especial en la investigación de fenómenos naturales. Cuando no se aplican, hay pocas oportunidades de investigación en esos contextos, teniendo que limitar la actividad a la observación.

Silvia Veglia (2007) sostiene que el papel del maestro en la enseñanza de este procedimiento consiste en:

- Proporcionar problemas, pero no instrucciones para resolverlos, dando ocasión a los niños para que planifiquen la resolución.
- Proporcionar la estructura de la planificación, adecuada a la experiencia de los niños (cuestiones para conducirlos a través de las etapas de pensamiento acerca de las variables que cambiarán, del control y de la medida)
- Discutir los planes antes de llevarlos a la práctica, considerando ideas diferentes.
- Comentar siempre después de las actividades, para considerar reflexivamente como podría haberse mejorado el método.





diseñar & experimenter

El diseño y la realización de experimentos son, también, competencias que se desarrollan con el tiempo y que deben ser enseñadas. En los primeros grados, bastará con que el/la docente proponga diseños experimentales muy sencillos para resolver un problema o contestar a una pregunta y reflexione con los/as alumnos/as acerca de las razones detrás de cada paso del diseño, modelizando el trabajo que, paulatinamente, se espera que puedan realizar los/as aprendientes de manera más autónoma en años posteriores.

Dedicar tiempo para la explicación de las causas/consecuencias detrás de cada paso de un experimento u observación es fundamental para el éxito de cualquier experiencia. Saltar esta instancia es otra problemática que aparece recurrentemente en muchas clases de ciencias.

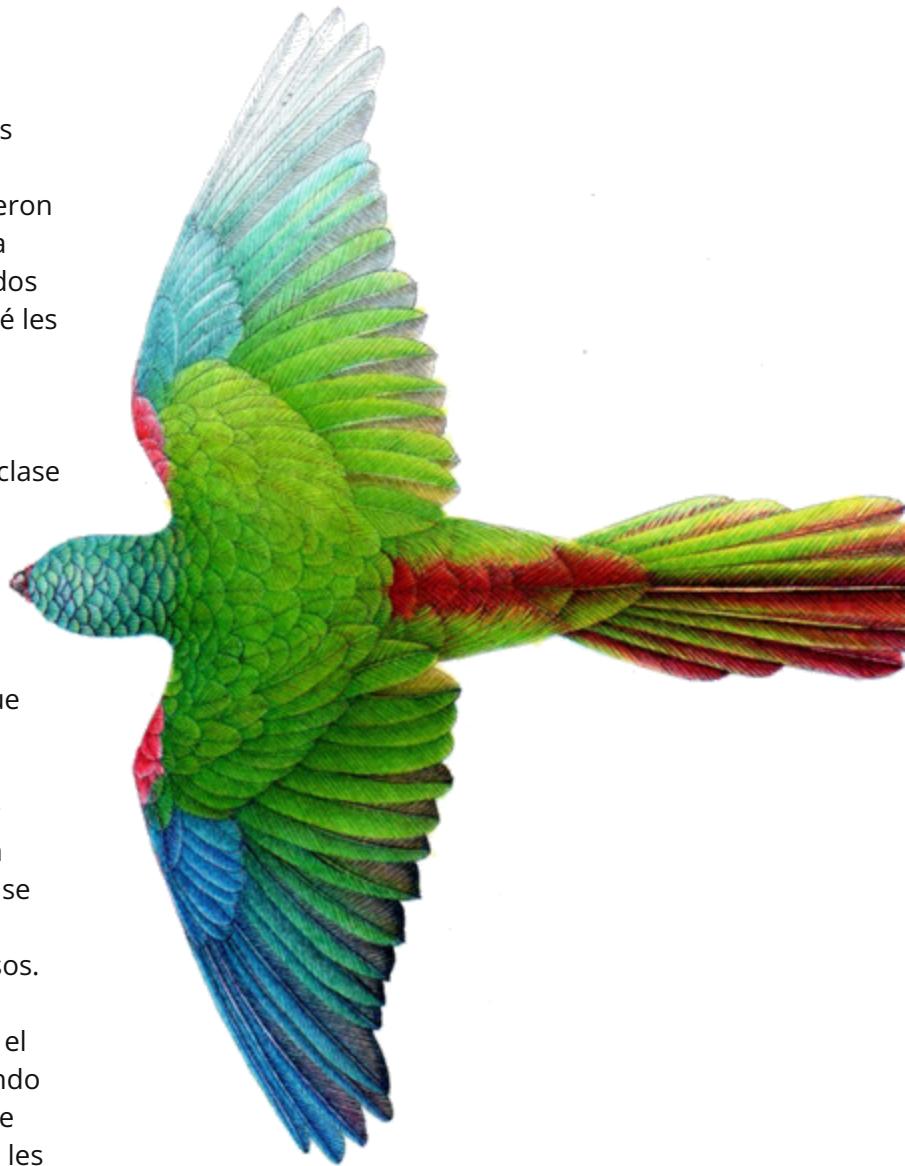
Hacer explícitas las razones detrás de cada etapa de una actividad resulta fundamental para que la lógica con la que pensamos la experiencia resulte evidente.

Si descuidamos esta cuestión, las experiencias se convierten en un mero repetir tareas mecánicas sin una verdadera comprensión o, como dijimos anteriormente, se transforman en simples recetas. Como en toda situación de enseñanza, si los alumnos no comprenden el sentido de lo que están haciendo y los objetivos que persiguen en cada etapa de la tarea, la realización de la experiencia dejara de tener significado para ellos y se convertirá simplemente en un ejercicio que no pone en juego sus ideas ni los involucra personalmente. Esto hace que las actividades experimentales, con toda la preparación y despliegue que requieren, terminen perdiendo su valor como experiencia educativa. Una forma de salvar este obstáculo es recorrer con los alumnos todas las etapas de la experiencia, poniéndose de acuerdo acerca de las razones de cada paso y cuál es en concreto la tarea que deben realizar, antes de comenzar con el trabajo experimental. Esto incluye no solamente el procedimiento sino, y mucho más importante, las hipótesis en juego y los resultados posibles.

Es fundamental lanzarse a la tarea (y repartir los materiales que ellos hayan planificado utilizar) recién después de que los alumnos comprendieron lo que tienen que hacer y lo que se busca con la actividad, después de haber imaginado resultados posibles y de haberse puesto de acuerdo en qué les van a decir los resultados del experimento en relación con sus hipótesis iniciales.

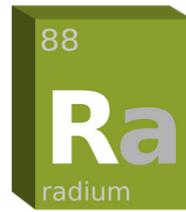
Como hemos dicho, lo verdaderamente valioso cuando hablamos de realizar experimentos en clase es el pensar vinculado con el imaginarse un experimento para poner a prueba las hipótesis en discusión, el aventurar posibles resultados, el analizar la información recogida y el llegar a conclusiones compartidas. A esto habrá que dedicarle una buena cantidad de tiempo, porque es en esta etapa, cuando se construyen los aprendizajes que queremos lograr.

Muchos docentes, cuando comienzan a realizar trabajos experimentales en clase, invierten esta ecuación de tiempo. La mayor parte de la clase se dedica a la preparación de la experiencia y del trabajo con materiales, y al registro de esos pasos. La segunda parte, que es la verdaderamente importante, queda relegada a unos minutos en el cierre. Así, los alumnos experimentan (disfrutando mucho en el proceso), pero sin una idea clara de qué quieren averiguar y cómo ese experimento les dará respuestas a las preguntas iniciales. Esto se refleja en los registros que aparecen en las carpetas, en los que se privilegia siempre la parte del procedimiento y pocas veces aparecen evidencias de las preguntas, las hipótesis, los resultados posibles, los datos recogidos y las conclusiones.



Esta situación también se refleja en las opiniones de los alumnos sobre qué es un experimento. Cuando no están familiarizados con este tipo de trabajo, los estudiantes suelen protestar porque la parte de pensar el experimento les resulta “aburrida” y piden ir directamente a la parte del trabajo con materiales. Es necesario un trabajo sostenido a lo largo del año en el que se privilegie el trabajo en el diseño y el análisis del experimento para revertir esa mirada que, con seguridad, ha sido fomentada por el tipo de experiencias que han tenido anteriormente en la escuela. Habrá que enseñarles a disfrutar el proceso de pensar las experiencias.

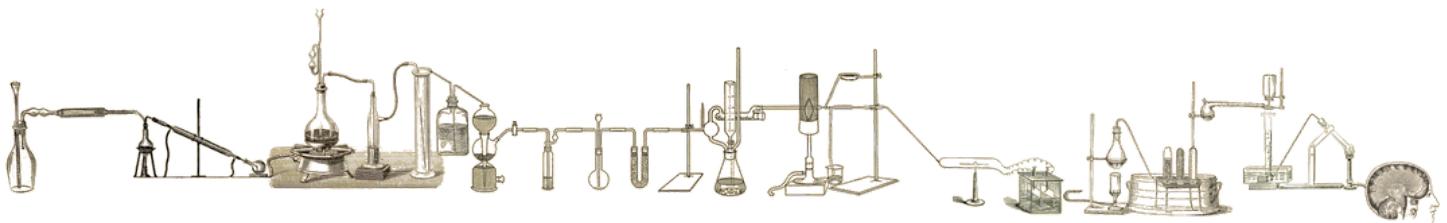
diseño experimental



Una vez identificadas las hipótesis y las predicciones, será momento de comenzar con el trabajo del diseño experimental propiamente dicho. Cuando trabajamos con los alumnos en la elaboración de un diseño experimental, es importante dejar algunas cosas claras: en primer lugar, cuál es el factor que se quiere modificar, cuáles los que hay que dejar constantes y finalmente, cómo se va a medir el efecto esperado. Como mencionamos, parte del diseño experimental incluye también anticipar resultados posibles y explicitar qué nos va a decir cada resultado en relación con la pregunta propuesta.

Para comenzar a diseñar un experimento, hay que pensar en lo que se conoce como el tratamiento por aplicar, o el factor que modificaremos para ver su efecto sobre la variable que se ha de medir. Esto vale tanto para los experimentos planteados por el docente como para los que proponen los/as alumnos/as. A menudo, el factor que uno modifica en una experiencia se conoce como la **variable independiente**, pero pensamos que nombrarla de esta manera confunde a los alumnos. Preferimos entonces referirnos a ella como **el factor que vamos a modificar**.

Seguramente hayan escuchado más de una vez que, en todo experimento: "Todas las condiciones tienen que mantenerse constantes menos una". ¿Qué significa esto? Simplemente que, para entender el efecto de un factor sobre una, es necesario que lo único que se modifique sea ese factor. Los científicos se refieren a esto como la necesidad de controlar las otras variables. ¿Por qué es importante controlar todas las condiciones, menos una? Si se modificaran otras variables además de la que quiero analizar y observáramos un efecto, no podríamos estar seguros de si el efecto tuvo que ver con el factor que interesaba testear. En otras palabras, si se modifica más de una condición, el experimento no es válido y, por lo tanto, no me permite sacar conclusiones confiables. Aprender cómo se diseña un experimento válido es un proceso complejo y, para ello, no alcanza con que les expliquemos a los/as alumnos/as que todas las condiciones experimentales deben mantenerse constantes. Habrá que exponerlos/as a diferentes situaciones en las que la necesidad de mantener todas las condiciones constantes surjan de la propia experiencia (Lawson, 2002).



Una vez que se identificó qué factor se quiere modificar, habrá que pensar cómo se va a medir el efecto esperado, identificando la variable por medir (que se conoce como variable dependiente, pero insistimos en que desistimos de llamarla así) y el método para hacerlo. El cuadro que sigue resulta una herramienta útil para enseñar a los alumnos a diseñar experimentos:

Pregunta que quiero contestar...	
Modifico...	
Dejo igual...	
Variable que mido...	
Resultado esperado si mi hipótesis es correcta	
Resultado esperado si mi hipótesis es incorrecta	

Este cuadro puede ayudarnos a sistematizar el trabajo experimental, nos pone de acuerdo en cuáles son los elementos indispensables que tiene que contemplar todo diseño. Como hemos mencionado, discriminar entre qué factores modifico y cuáles dejo iguales es un elemento fundamental a la hora de diseñar un experimento válido. El cuadro ayuda a que los alumnos puedan proponer la mayor cantidad de factores posibles que podrían influir en el experimento y que deben controlar, qué variable vamos a medir y cómo vamos a hacerlo.

Finalmente, todo diseño experimental tiene que contemplar los resultados que se obtendrían si la hipótesis propuesta fuera correcta, y los que se obtendrían en caso contrario. En la ciencia escolar, es fundamental anticipar los resultados de una experiencia antes de hacerla para que los/as alumnos/as puedan comprender el sentido de la experiencia misma. Si los resultados no nos permiten decidir sobre la validez de nuestra hipótesis inicial, entonces el experimento estará mal diseñado y habrá que modificarlo o proponer otro.

Una práctica que ha dado resultado en muchas escuelas es la llamada revisión entre pares cuando discuten sus experimentos o los trabajos de otros científicos (en el mundo de las publicaciones científicas, esto se conoce como peer review). En la revisión entre pares, cada grupo de alumnos diseña un experimento y, antes de llevarlo a cabo, presenta el diseño a otro grupo de alumnos, que puede estar trabajando en un experimento similar o diferente. El otro grupo debe hacer las preguntas necesarias para que el primer grupo clarifique todos los aspectos de su protocolo y sugerir mejoras al diseño.

Sabemos que enseñar a los/as alumnos/as a criticar mutuamente su trabajo y aprender de ello es un proceso que lleva tiempo y que hay que moderar cuidadosamente. Es importante aquí que poco a poco se acostumbren a evaluar trabajos propios y ajenos sin sentir por ello que están siendo sometidos a juicio como personas. En este sentido, una estrategia útil para levantar la moral del equipo que presenta es pedirle siempre al grupo revisor que señale no solamente las mejoras necesarias, sino también aquellos aspectos del diseño experimental en los que el grupo presentador ha hecho un buen trabajo.

Preguntar sobre las dudas del diseño, indicar los aspectos fuertes de la propuesta y sugerir alternativas es el procedimiento esperado al momento de realizar críticas sobre un diseño presentado. En nuestra experiencia, esto redunda no sólo en una mejora del diseño de todos los grupos, sino también en que los alumnos comienzan a estar atentos a cuáles son los factores que importan en un diseño experimental para sus trabajos futuros.

El diseño de un experimento suele ser un buen punto de partida para fomentar el pensamiento autónomo de los alumnos, a medida que avanzamos en este tipo de trabajo, es importante involucrar a los alumnos cada vez más en las particularidades del diseño. Por ejemplo, si bien en un principio podemos darles un diseño experimental ya armado y explicar su lógica, con el correr del tiempo, podremos pedirles que decidan ellos cuáles son los factores que vamos a dejar constantes para que no haya ninguna otra causa que influya en lo que queremos medir, salvo la que decidimos modificar.

Otras preguntas que podemos hacer para ayudarlos/as a decidir aspectos clave del experimento son: "¿Cuántas repeticiones del experimento son suficientes?, ¿Cuántas personas tienen que hacer la prueba para que los resultados puedan ser considerados válidos?, ¿Cómo asegurarnos de que estamos midiendo nuestra variable siempre de la misma manera?". Nuestra experiencia nos muestra que, paulatinamente, los mismos alumnos comienzan a estar alertas frente a los factores que influyen en que el resultado de una experiencia sea válido.





recolectar & interpretar datos

Hemos visto que el proceso de análisis de los resultados comienza con la misma tarea de proponer una hipótesis e imaginarnos resultados posibles en caso de que la hipótesis sea correcta o no. En este sentido, el proceso de indagación no es lineal, sino que conlleva una serie de idas y vueltas entre las preguntas, hipótesis, puestas a prueba, resultados, nuevas hipótesis, nuevas puestas a prueba y nuevas preguntas. A diferencia de la investigación real, en la ciencia escolar, este proceso es menos caótico porque el docente ha planificado de antemano los conceptos a los que quiere que los alumnos lleguen y los ha guiado en el desarrollo de experiencias que los ayuden a deducir esos conceptos. Pero tanto en una como en otra, luego de obtener una serie de resultados para un experimento, es hora de volver hacia atrás e interpretar qué nos dicen esos resultados acerca de la pregunta original y evaluar si hacen falta nuevos experimentos, si surgen nuevas hipótesis o si aparecen nuevas preguntas.

Desde primer ciclo los/as estudiantes realizan pictogramas para representar datos, usar estas y otras formas de graficar datos (elaborar tablas, gráficos de barra, diagramas circulares) son estrategias de tratamiento de la información valiosas en esta etapa.

Gran parte de la riqueza de la experiencia tiene que ver con la puesta en común de los resultados. Este momento resulta sumamente valioso para que cada grupo pueda poner en claro lo que ha encontrado, presentar sus datos a los demás usando diferentes recursos visuales y las conclusiones a las que se han llegado, comparando los resultados entre diferentes grupos y buscando explicaciones en el caso de que no coincidan. Como mencionamos, frecuentemente cuando se realizan experiencias en las clases de ciencias, los tiempos se extienden más de lo esperado; y no suele quedar tiempo para discutir con los estudiantes qué nos dicen los resultados de las experiencias realizadas. De nuevo, esto tiene una consecuencia muy riesgosa, ya que lo experimental comienza a aparecer desconectado de las cuestiones conceptuales, y la experiencia no se aprovecha para construir nuevas ideas. En este sentido, resulta fundamental tener en cuenta que la puesta en común de los resultados obtenidos y la sistematización de lo aprendido requieren un tiempo propio que debe ser considerado en la planificación.

análisis de experiencias ajenas



Por diferentes razones, no todos los temas del currículo se prestan a la realización de experiencias en el aula. Como hemos dicho, si bien consideramos importante que los alumnos tengan variadas oportunidades durante el año de contactarse con los fenómenos en vivo y en directo, el análisis de experiencias históricas y de resultados de experimentos hechos por otros es una excelente estrategia para enseñar competencias, como analizar diseños experimentales, proponer mejoras, identificar las preguntas que guiaron un determinado experimento, interpretar los datos y formular explicaciones alternativas que den cuenta de ellos. Gellon y otros (2005) sostienen que "una de las capacidades (y a veces, uno de los deleites) de los científicos es poder criticar los resultados de otros, e incluso interpretar su significado". Siempre que se pueda, será valioso presentar los resultados de un experimento (incluso, uno inventado) y tratar de entender qué nos están diciendo esos resultados en relación con las hipótesis que les dieron origen.

El trabajo con experimentos históricos, por su parte, nos ayuda a acercar a los/as alumnos/as otra idea importante sobre la ciencia, en tanto es un proceso llevado a cabo por personas, influidas por el momento histórico en que vivieron. Por ejemplo, las anécdotas sobre diferentes personajes de la ciencia, las ideas que se debatían en cada época y las idas y vueltas que implicó arribar a ciertos acuerdos nos devuelven una imagen de las ciencias como un proceso en crecimiento.

Pero la historia de la ciencia nos da mucho más que eso. En palabras de Gabriel Gellon (2008a): "La historia de la ciencia es una ventana por la cual mirar la ciencia misma". Nos permite, por ejemplo, analizar cuáles fueron las preguntas que guiaron a los investigadores, cuáles eran las evidencias que disponían en su momento, qué estrategias usaron para explicar los problemas que tenían ante sus ojos y qué métodos dejaron a un lado. Así, se convierte en un recurso muy valioso para enseñar competencias científicas.

Las experiencias del médico italiano Francesco Redi sobre la generación espontánea son maravillosas para adentrar a los niños en el mundo de las hipótesis y las predicciones. En épocas de Redi, allá por el siglo XV, la gente creía que los seres vivos podían nacer de la materia inanimada. Esta idea no venía de la nada, sino que surgía de muchas observaciones: las ratas aparecían en los sacos de trigo; las cucarachas, de la basura; y las moscas parecían nacer de la carne en putrefacción.

Redi era un detractor de la teoría de la generación espontánea. Para refutar la idea de que las moscas se generaban de la carne podrida, pensó en un experimento: colocó partes de animales muertos en diferentes botellas. Cerró algunas de esas botellas y dejó otras abiertas para estudiar el efecto que tenía la exposición al aire. Y se fijó en cuáles de ellas aparecían moscas.



A partir de la historia anterior, es posible trabajar con los alumnos: "¿Cuáles habrán sido las preguntas que se formuló Redi?, ¿qué hipótesis quería refutar?, ¿cuál era la hipótesis que él tenía sobre la aparición de moscas en la carne podrida?".

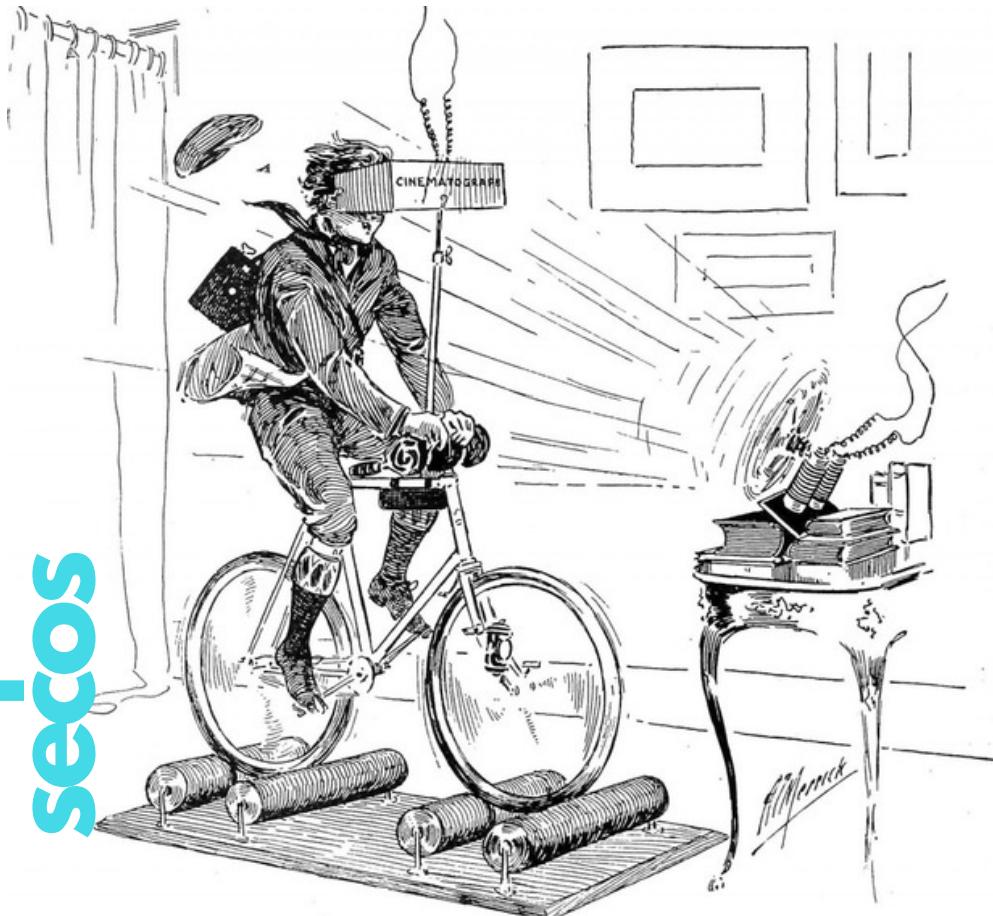
La historia se presta, también, para analizar cuestiones importantes del diseño experimental, como la idea de experimento control: "¿Por qué Redi dejó unas botellas tapadas y otras abiertas?, ¿habría sido suficiente con probar el experimento solamente con las botellas tapadas?".

Luego será posible predecir, entre todos, los resultados que habría obtenido Redi si la teoría de la generación espontánea fuera cierta y en el caso contrario. Y cotejarlo con lo que realmente sucedió, buscando información en diferentes fuentes.

Para culminar, vale la pena profundizar en el tema trabajando otras cuestiones relacionadas con la ciencia como actividad humana enmarcada en una sociedad y un tiempo determinados: "¿Habrá sido suficiente con unos pocos experimentos de Redi para refutar las ideas de sus contemporáneos? ¿Cómo siguió la historia? ¿Qué piensa la gente ahora sobre cómo surge la vida, y cuáles son las evidencias que tenemos?"



simulaciones & experimentos secos



Otra estrategia interesante para trabajar en el aula es el diseño y análisis de experimentos que permitan utilizar simulaciones en la computadora o en el celular. Existen diferentes sitios de Internet y programas que permiten a los alumnos realizar experiencias simuladas en las que pueden cambiar diferentes factores y ver qué sucede. O a la inversa, a partir de los resultados de una experiencia tratar de comprender las causas de lo que sucedió. Así, los alumnos pueden desarrollar competencias fundamentales del trabajo científico, como hipotetizar, predecir, diseñar experimentos e interpretar resultados.

Trabajar con simulaciones puede resultar útil por dos razones principales. Por un lado, porque muchas veces no se cuenta con el tiempo o con los materiales necesarios para hacer las experiencias (aunque obviamente hace falta contar con computadoras/celulares), o bien, las experiencias en cuestión involucran fenómenos o aparatos demasiado sofisticados para que podamos realizarlas en la escuela. Por otro, porque las simulaciones son una herramienta muy utilizada en el trabajo científico profesional, dado que permiten representar y analizar fenómenos complejos y poner a prueba teorías o innovaciones. Por ende, resulta valioso que los alumnos puedan, en el contexto de la escuela, comenzar a familiarizarse con ellas.

A continuación les acercamos algunas simulaciones que pueden utilizar, las pueden descargar desde la siguiente dirección web:

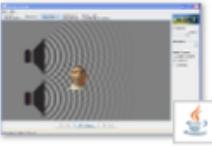


PhET
INTERACTIVE SIMULATIONS
University of Colorado Boulder

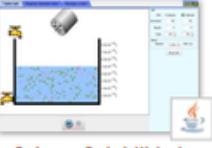
<https://phet.colorado.edu/es/>



[Aterrizaje Lunar](#)



[Concentración](#)



[Gravedad y Órbitas](#)



[Imán y Brújula](#)



[El Hombre Móvil](#)



[Comida y Ejercicio](#)



[Densidad](#)



[Fricción](#)



[Generador](#)



[Propiedades del gas](#)



[Cambios y formas de energías](#)



[El Efecto de Invernadero](#)



[Estados de la Materia: Fundamentos](#)



[Fuerzas y Movimiento: Fundamentos](#)



[Interferencia De la Onda](#)



[PLACE
STAMP
HERE](#)

<http://phet.colorado.edu/es/simulations>



obtención de conclusiones

Lógicamente, esta destreza de procedimiento entra en acción cuando se han recogido los datos, aunque siempre se hacen ciertas previsiones antes de alcanzar el punto final. La extracción sistemática y minuciosa de conclusiones supone reunir diversos elementos de información u observaciones y deducir algo de ellos. Por ejemplo, si el nivel del agua en un recipiente que contiene una planta desciende con mayor rapidez que el de otro recipiente sin ninguna planta, ésta tendrá algo que ver con la desaparición del agua. Uniendo esto a otra observación posterior de que los tallos colocados en una solución teñida de rojo toman una coloración rojiza, es posible extraer la conclusión de que el agua que falta pasa a los tallos. No obstante, no es lo mismo esto que "concluir", a partir de estas pruebas, que el agua se introduce y asciende en todos los tallos y llega a todas las partes de las plantas. Han de evitarse las generalizaciones prematuras: "saltar" a las conclusiones no es lo mismo que extraer conclusiones.

Los niños saltan con demasiada facilidad a conclusiones basadas en pruebas limitadas. Por ejemplo, un niño afirmaba sin ninguna duda: "toda la madera flota" (suponemos que nunca había probado con ébano ni con palo santo). Para ayudarles a ser más críticos con respecto a la justificación de sus conclusiones, conviene distinguir entre las pruebas de las que se dispone y las inferencias que van más allá de ellas. Para empezar, conviene promover la destreza de procedimiento de la búsqueda de pautas regulares en casos en los que exista una pauta evidente. La distancia que recorre un cochecito de juguete desde que se le hace descender por una rampa hasta que se detiene, lanzándolo desde distintas alturas, el tono que de una cuerda tensada cuando se varía su longitud, el tono de las notas emitidas por varias botellas cuando se golpean estando más o menos llenas de agua o la longitud de las sombras a distintas horas del día presentan pautas regulares evidentes.

Hay que utilizar esas pautas para ayudar a los/as niños/as a hacer predicciones que puedan comprobar. ¿Qué longitud de cuerda hace falta para dar determinada nota? ¿A qué altura debe llegar la rampa para que el coche alcance una meta determinada?

Las predicciones que se incluyen en el marco de la información original son **interpolaciones**; las que salen de ese marco son **extrapolaciones**. Cuando utilizan las pautas halladas, los niños se dan cuenta de la finalidad y del valor de descubrirlas. Por otra parte, también tendrán una forma de resumir de manera sistemática sus hallazgos más fiables que el simple salto a las conclusiones.

Por supuesto, no todas las pautas son regulares. Gran parte del trabajo de los científicos tiene que ver con el descubrimiento de tendencias o de relaciones en los números a partir de una aleatoriedad completa (p. ej., ¿el número de fallecimientos de personas a las que se ha suministrado cierto fármaco es mayor que el de quienes no lo han tomado?). No podemos pretender que los niños pequeños realicen pruebas precisas de tendencias, pero hay que hacerles ver que muchas pautas no son exactas por diversas razones. En este proceso de configuración de la destreza de procedimiento, lo importante es que no dejen de lado aquellos datos que no se ajusten a una pauta exacta. Pueden dudar de ella, repetir la medida, si es posible, pero, si sigue sin ajustarse, hay que aceptar la pauta como aproximación. Asimismo, hay que ayudarles a que se den cuenta de que, aunque todos sus datos se ajusten a una pauta, la relación en cuestión sigue siendo provisional, pues nunca pueden asegurar que, si descubrieran más información, parte de ella no se ajustase a la pauta.

El asegurarse de que se tengan en cuenta todos los datos en una pauta forma parte de la destreza de interpretación, que adquiere cada vez mayor importancia a medida que se encuentran datos más complejos.

En los casos sencillos, es posible "salir del atolladero" tomando nota sólo de los casos extremos. Si, en casos sencillos, se ayuda a los niños a comprobar que una pauta se ajusta a toda la información, estarán en mejores condiciones para ocuparse más adelante de pautas más complejas.

El procedimiento de inferencia lleva la interpretación más allá de la simple búsqueda de pautas regulares en los números o en otros datos, indicando relaciones que explican la existencia de la pauta. La inferencia trasciende los datos de un modo diferente al de la predicción, porque no necesita más pruebas de este tipo para comprobarlas, sino información de un tipo diferente o una investigación distinta. La inferencia se parece más a una hipótesis, aunque se formula como un elemento de la conclusión y no como una idea que poner a prueba.

Veamos un caso sencillo: una niña hace rodar dos latas, una medio llena de arena y otra con un lastre pesado pegado en su interior. Descubre que una lata rueda de manera uniforme hasta que se detiene, mientras la otra se mueve a sacudidas y oscila antes de detenerse. Despues de estar jugando un rato con ellas, será capaz de predecir algo en relación con el movimiento de las latas: dónde se detendrán y qué lado de la lata quedará hacia arriba al pararse. Esto puede comprobarse haciéndolas rodar de nuevo. Puede inferir también que una de ellas tiene masa sólida pegada en el interior y la otra no. Esta inferencia no se puede comprobar volviendo a hacerlas rodar; sólo puede verificarse haciendo otra cosa: mirando el interior. La extracción de conclusiones es más que un simple "remate" de la actividad práctica. Debe considerarse como la parte más importante, que supone comparar las ideas iniciales con pruebas nuevas y decidir si las ideas se ajustan a los resultados o si hace falta probar otras ideas. Se sitúa en el núcleo central del aprendizaje activo, en el que la actividad mental y la práctica se unen, y debe dársele un tiempo suficiente en la planificación.

comunicación

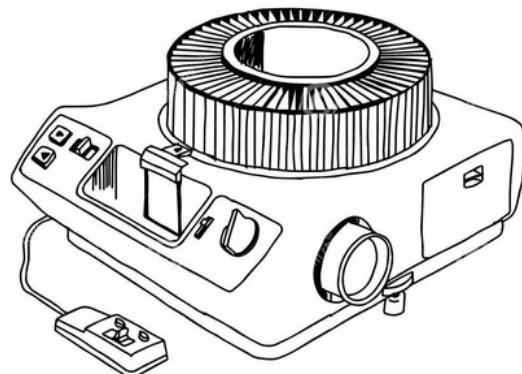


La comunicación constituye una extensión del pensamiento al exterior. Es valiosa para el proceso de recomposición del pensamiento, relacionando una idea con otra y rellenando así algunas lagunas en el entramado de ideas de un sujeto. A menudo la comunicación proporciona el acceso a informaciones o a ideas alternativas que ayudan a la comprensión, como ocurre en un diálogo, al escuchar a otros o al leer un libro. En otros momentos, el acto comunicativo ayuda a superar una dificultad de comprensión sin que aparentemente se haya producido ninguna aportación nueva en la comunicación. La clarificación que puede surgir al escribir es un ejemplo; otro, comúnmente experimentado por los profesores, es el del niño que se acerca a ellos con un problema y, mientras se lo explican, encuentra la solución sin otra ayuda que la atención receptiva que le prestan.

Así como el pensamiento es muy importante para el aprendizaje de las ciencias y la comunicación es esencial para el pensamiento, tanto como proceso como en cuanto medio dirigido a un fin, el desarrollo de la técnica de comunicación es muy importante para la educación científica. Lo mismo puede decirse, por supuesto, en relación con la educación en cualquier área del currículum, pero nos ceñiremos aquí a la comunicación de interés para la ciencia. Incluye tanto la verbal, o sea, el lenguaje hablado y escrito, como la no verbal, mediante símbolos convencionales y modos de representación por dibujos y diagramas, tablas y gráficos. La comunicación tiene aspectos formales e informales, que han de ser considerados en relación con el desarrollo de las técnicas mencionadas.

El objetivo es compartir ideas, estimular el interés, exponer posibles explicaciones, decidir cómo probarlas o comprobarlas de otras formas: a partir de libros, por ejemplo. Este intercambio precisa una estructura que contenga información precisa, sin la cual se convertirá en una charla de la que nada se sacará en limpio. En los coloquios sólo debe hablar una persona cada vez, escuchando los demás y teniendo presente el tema de que se trate. Al/la profesor/a le compete mantener esta estructura, pero sin tratar de dominar el contenido de la conversación. "Tener presente el tema" no debe convertirse en la excusa para censurar la discusión; si alguien hace un comentario no pertinente en el contexto del tema en cuestión, el profesor debe recordarlo para volver a él más tarde. El objetivo consiste en permitir que todo el que tenga algo que decir lo haga y en dar la oportunidad a cada uno para reordenar sus ideas, expresándolas o haciendo preguntas.

El diálogo informal es, por naturaleza, muy diferente. Se caracteriza por los intercambios que los niños hacen en grupos durante los recreos y fuera del colegio. Se interrumpen unos a otros, las frases suelen quedar inacabadas, discuten y contradicen los puntos de vista de los otros. En el contexto del trabajo de grupo en clase, los intercambios se hacen en un tono más pausado, bastante más formal, aunque todavía inestruccurado. A través de estas discusiones, los niños aprenden que las ideas de los otros son diferentes de las suyas, tienen acceso a un conjunto de conceptos mucho más amplio y pueden poner de manifiesto las suyas en una etapa más temprana de su educación. No siempre la persona que lanza una idea la mantiene. Así, el diálogo provoca la aparición de ideas y la actividad de todos los miembros del grupo. Nuevamente, el papel del/la profesor/a consiste en asegurar que suceda esto. Cuando ocurre, el/la docente debe unirse al grupo como un igual para lanzar, sin imposiciones ni obstrucciones, ideas que quizás los alumnos no hayan considerado.



Los niños temen tener que hacer los registros del trabajo si ello implica realizar una labor pesada sin aparente sentido. Cuando el trabajo de ciencias se escribe sólo para el profesor (quien ya lo conoce de todas formas) difícilmente puede incluirse bajo el encabezamiento de "comunicación". El objetivo del registro debe quedar muy claro para todos los implicados, de forma que lo tengan presente cuando lo ejecutan. Es más fácil comenzar recogiendo anotaciones informales, pues a menudo se olvida que los niños necesitan ayuda para hacer este trabajo de manera que puedan apreciar su valor a partir de la experiencia.

Las anotaciones informales son un conjunto de registros personales a base de notas y dibujos que sirven como prolongaciones de la memoria. Se escriben de modo muy personal, puesto que son para uso propio y no van dirigidas a ningún público. Si se permite y anima a los/as niños/as a tomarlas, comprobarán por sí mismos/as el valor de efectuar registros, lo que les conducirá a comprender el valor de confeccionar informes más serios. "Permitir" conservar notas personales significa exactamente eso, que son los niños y no el profesor quienes determinan lo que quieren anotar. El docente puede, no obstante, hacer sugerencias sobre lo que vendría bien anotar informalmente: observaciones y, sobre todo, medidas que pudiesen caer enseguida en el olvido.

Las notas informales nunca deben ser "calificadas" por el profesor, pero es útil discutirlas con los/as estudiantes porque son una importante fuente de información sobre su progreso. Si el/la docente puede captar aspectos en los que ayudar al niño (quizá apuntando una palabra nueva), el cuaderno de notas se convertirá en un valioso medio de comunicación entre ambos, así como en un registro personal para los/as propios estudiantes.

A medida que aumenta la experiencia éstos son capaces de recoger información más compleja y necesitan utilizar gráficos, tablas y otras convenciones que les ayuden a comunicarla. Estos elementos deben introducirse a medida que se presenten las ocasiones. Los diagramas de barras constituyen un método popular de registrar información dado que pueden emplearse cuando se obtienen datos sencillos cuyo alcance y organización pueden anticiparse, formando un registro acumulativo (p. ej.: el número de niños de diferentes estaturas). Para datos más complejos es preciso recogerlos y tabularlos antes de decidir la representación gráfica más adecuada para poner de manifiesto las pautas, o si se necesita un gráfico o no. La tabulación es una técnica que no se enseña de forma generalizada, sorprendentemente, pues es de gran valor para que los niños organicen sus observaciones y las medidas que puedan obtener. Otros métodos de disponer los descubrimientos y de presentarlos deben introducirse cuando puedan ser utilizados: levantar un plano de una zona con símbolos que muestren dónde se encuentran diversos tipos de fábricas y de edificios; dibujar una sección transversal; hacer un mapa meteorológico; construir un diagrama de flujos que muestre cambios secuenciales; mostrar orientaciones en un mapa. Todas ellas son actividades mediante las que los/as niños/as pueden introducirse en el empleo de diversas formas de representar y comunicar información. Al principio las emplearán únicamente cuando lo indique el profesor, pero los niños se irán acostumbrando poco a poco a utilizarlas por su cuenta como la forma más adecuada en cada caso concreto. Este cambio se verá apoyado mediante ejemplos, por la información expuesta de diversas maneras en la clase y al observar el uso adecuado que el profesor haga de las representaciones durante las exposiciones en clase.

Cuando los/as niños/as disponen de diversas formas de comunicación, los informes llegan a constituir más un reto que una rutina. El objetivo de la comunicación, sea un informe de los grupos una exposición para la clase, una exhibición para una audiencia más amplia en la escuela, formará parte de la decisión para escoger las vías adecuadas de comunicación. Teniendo presente la audiencia a la que ésta se dirige y los medios disponibles (el conocimiento de las diferentes formas de presentar la información), los informes pueden tener valor tanto como procesos como en cuanto productos. Para Silvia Veglia, el papel del/la educador/a en el desarrollo de la comunicación debe tender a:

- Organizar la clase de manera que se pueda trabajar y hablar en grupos. Proporcionar una estructura de las tareas que estimule la polémica de grupo y la conservación de las notas informales.
- Introducir un conjunto de técnicas para registrar la información y para comunicar los resultados utilizando formas y símbolos convencionales.
- Analizar la adecuación de las formas de organizar y presentar la información en relación con los objetivos buscados.



formulación de explicaciones teóricas



Las experiencias con los/as alumnos/as, muchas veces, culminan con la presentación de los resultados de los diferentes grupos. En nuestra experiencia, frecuentemente, los/as docentes asumimos que las clases terminaron ahí y nos vamos satisfechos, y dejamos pendiente la enseñanza de una de las competencias científicas más importantes: **la discusión de los resultados y la formulación de explicaciones teóricas**.

Las etapas del análisis de los resultados de una experiencia, la búsqueda de información y la formulación de teorías están íntimamente relacionadas ya que hablan de poder darle sentido a los nuevos aprendizajes y de integrarlos en redes conceptuales más complejas y profundas.

Hemos sostenido cuando hablamos de observación que diferenciar el QUÉ (las evidencias empíricas) del POR QUÉ (su explicación) es una competencia que hay que comenzar a enseñar desde los primeros años de la escuela. Entender la diferencia entre los datos y sus explicaciones, y la relación entre ambos va de lleno al corazón de la realización de una explicación teórica, propia de la naturaleza de la ciencia.

Directamente asociada a la competencia de formular explicaciones teóricas, aparece una de las ideas más importantes sobre la naturaleza de la ciencia: comprender que las ideas científicas son explicaciones que pueden ser revisadas a la luz de nuevas evidencias o, cuando las predicciones no coinciden con lo observado, esa idea es clave para que los7as alumnos/as puedan ir dándose una idea cabal de la naturaleza del conocimiento científico: **una construcción humana que está en permanente revisión**.

En palabras de Gellon y otros (2005), las explicaciones teóricas --los PORQUES-- son "ideas inventadas" que los científicos (y en nuestro caso, los/as alumnos/as) crean para dar sentido a evidencias empíricas. Arons (1990) expresaba esta idea diciendo que los alumnos deben aprender a "reconocer que los conceptos científicos (ejemplo: velocidad, aceleración, fuerza, energía) son inventados (o creados) por actos de imaginación e inteligencia humana y no son objetos tangibles o sustancias descubiertas accidentalmente, como un fósil o una planta o mineral nuevos".

Destacamos su carácter inventado porque, justamente, estas ideas no provienen directamente de los datos. Hace falta un salto imaginativo para explicar esos datos. De hecho, es muy posible pensar en dos explicaciones lógicas para una misma serie de datos. Sin embargo, que sean inventadas no quiere decir que no sean rigurosas. No cualquier idea puede dar cuenta de los datos de una manera razonable. Ni mucho menos, predecir nuevas observaciones.

Una metáfora que nos resulta útil para comprender la relación entre los datos empíricos y las teorías que los explican es la del diálogo. Podemos pensar que los datos y las teorías dialogan unos con otros, dándose sentido mutuamente. En palabras de Howard Gardner (2000): "Esta dialéctica entre los datos procedentes de observaciones y los marcos teóricos es esencial para la actividad científica. Si un científico sólo hace observaciones podrá ser un buen observador o un naturalista, pero no se habrá introducido plenamente en la práctica científica (...). De hecho, todos hacemos observaciones constantemente, pero pocos somos científicos en acción".

Gardner remarca que, si bien las observaciones no alcanzan, tampoco son suficientes las ideas teóricas para dar cuenta de cómo funciona la realidad.

"Tampoco son científicos los que se interesan únicamente por cuestiones teóricas. Podrán ser filósofos o teólogos, pero sus afirmaciones carecerán de una base en la realidad concreta".

En un ejemplo de la transferencia de calor que citamos en la introducción del libro ("El calor sale por la ventana"), la docente guió a los alumnos para que, utilizando los datos que había obtenido, elaboraran la teoría de que existe una entidad ("algo") que pasa de un recipiente al otro y de que, cuando existe la misma cantidad de ese "algo" en los dos cuerpos, deja de pasar. Y nombraron calor a esa entidad.

Esta explicación teórica es, justamente, una de las ideas inventadas a las que nos referimos, porque explica de manera coherente los resultados obtenidos y permite hacer predicciones.

Lo importante no es la explicación creada, sino el ejercicio de unir evidencias de manera coherente. La validez de la explicación estará dada por su grado de ajuste a las evidencias que se han encontrado y por su utilidad para realizar nuevas predicciones que se confirmen.

Al igual que otras competencias, la formulación de explicaciones teóricas puede empezar con ejemplos simples e ir avanzando hacia la invención de explicaciones más sofisticadas a medida que los alumnos tengan más experiencia. El objetivo del proceso es que los alumnos ejerciten su imaginación en base a las evidencias obtenidas. Un trabajo interesante es pedirles a los estudiantes que den dos explicaciones alternativas, ambas razonables, ante una misma observación; por ejemplo, las dos hipótesis alternativas que se dieron en el caso de la actividad con los teléfonos para explicar por qué los sonidos no llegaban al otro lado si el hilo estaba flojo. Además, para probar la validez de una explicación teórica, es necesario recorrer el camino inverso. A partir de una explicación, habrá que pensar en qué nuevas observaciones se pueden predecir. Si la explicación es válida, deberá servirnos para explicar nuevas observaciones. En caso contrario, habrá que revisarla.



comprensión de textos científicos & búsqueda de información

En ciencias naturales, los textos son considerados herramientas culturales de gran importancia para acceder al conocimiento científico dentro y fuera de la escuela. Sin embargo, si bien buena parte del tiempo de enseñanza suele dedicarse al trabajo con textos, no siempre este trabajo está organizado de manera de lograr que los alumnos comprendan genuinamente la información que se presenta, ni tampoco está organizado de modo que lleve a aprovechar todo el potencial que los mismos proporcionan.

Una primera cuestión para tener en cuenta es que la lectura debe tener objetivos de aprendizaje específicos, al igual que toda situación de enseñanza. En relación con la dimensión de ciencia como producto, habrá que preguntarse: "¿Qué conceptos busco que los alumnos aprendan?". En relación con la ciencia como proceso, será necesario preguntarse: "¿Qué competencias científicas quiero que desarrolle?". En este sentido, es importante pensar la lectura como integrante de una secuencia de enseñanza más larga, en la que se articule con otras actividades que le den sentido y que permitan establecer relaciones entre los conocimientos trabajados en otros momentos de la misma secuencia o en otras (Espinoza, 2003).

¿Cómo acercarse a un texto en la clase de Ciencias Naturales?

Una práctica muy frecuente es pedirles a los/as alumnos/as que subrayen las ideas principales o que respondan a preguntas cuyas respuestas se pueden copiar casi directamente del texto. En nuestra experiencia, esta estrategia resulta poco fructífera porque ellos/as pueden resolver las consignas sin necesariamente haber comprendido el texto en profundidad. En cambio, otros modos de acercarse a los textos resultan estrategias que ayudan a poner el foco en la comprensión de lo que han leído y a poder apropiarse de esa nueva información; por ejemplo, se puede proponer que transformen el texto en un mapa conceptual, o que piensen preguntas para hacerle al texto que relacionen su contenido con la indagación escolar que están llevando adelante... la pregunta qué puede acompañar este momento es: "¿Cómo se relaciona la información que aparece aquí con la/as hipótesis que estamos indagando?"

Trabajar con textos en la clase de ciencias implica planificar situaciones de lectura específicas (Lacreu y Serafini, 2008). Por ejemplo, organizar una situación de lectura implicará dedicar tiempo para enseñar a comprender un diagrama o para ponerse de acuerdo sobre los propósitos que existen detrás de cada paso de una experiencia. Otra situación de lectura podrá estar organizada a través de preguntas que el/la docente formula para relevar, en un texto, los diferentes puntos de vista en relación con un determinado fenómeno.

Al leer un texto con los/as alumnos/as, es fundamental completar la lectura con aquello que el texto no dice (Espinoza, 2003). Por ejemplo, contextualizando cómo llegaron a conocerse las ideas que el texto presenta, o dando ejemplos de cómo una teoría explica fenómenos observables en la vida cotidiana. Las intervenciones del docente serán clave para que los alumnos comiencen a leer, dentro de un texto, algunas ideas importantes sobre la naturaleza de la ciencia, como la diferencia entre las inferencias y las observaciones, el carácter provisorio del conocimiento científico o la construcción social de las ideas.

Por otra parte, cuando leemos un texto de ciencias naturales, aparecen numerosos términos que los alumnos no conocen. Es importante que el vocabulario científico sea también un contenido de enseñanza, pues a través de él se acercan al modo en que los científicos construyen sus explicaciones sobre el mundo. El problema que se da a menudo es que la terminología científica suele desplazar el eje de la comprensión conceptual. Como hemos sugerido para toda situación de enseñanza, habrá que tener en mente también, cuando se trabaja con textos, la secuencia fenómeno-idea-terminología, organizando la clase de manera que los/as estudiantes les pongan nombres a los conceptos una vez que los han comprendido, y no a la inversa.

Además de la comprensión de textos, otra competencia muy relevante para el aprendizaje de las ciencias es la búsqueda de información relevante en distintas fuentes, como Internet, libros, revistas o películas.

La búsqueda de información es una práctica muy extendida en las clases de Ciencias Naturales.

Muy a menudo, los/as docentes les pedimos a nuestros alumnos que investiguen sobre un cierto tema, sin embargo, esto suele traducirse en que salgan a buscar información a ciegas, sin una guía demasiado clara de qué buscar, en dónde, cómo darse cuenta de si la fuente es confiable o cómo identificar los aspectos relevantes del tema en cuestión. Como consecuencia de esta práctica, la búsqueda puede perder sentido. En diferentes escuelas, hemos observado que los/as estudiantes traen textos que no han comprendido ni leído en profundidad, o que en la puesta en común no se aprovecha genuinamente la información que proviene de la consulta del material bibliográfico.

¿Por qué pedirles a los alumnos que busquen información? Hay varias razones que se pueden esgrimir al respecto:

- Para complementar las experiencias prácticas y extenderlas..
- Para aprender nuevos conceptos sobre un determinado tema.
- Para aprender otras competencias científicas, entre ellas, el análisis de los resultados (como en el caso de los experimentos de Redi).
- Para aprender a buscar información, clasificarla e interpretarla en relación con las hipótesis. Cada uno de estos propósitos implica estrategias de enseñanza particulares, por eso es fundamental tener muy presente cuál es nuestro objetivo a la hora de trabajar con textos. En algunos casos, será más recomendable que el mismo docente seleccione los textos para la lectura, en particular en los primeros grados, o cuando el objetivo sea que los alumnos complementen los aprendizajes de una experiencia práctica, aprendan conceptos nuevos sobre un tema determinado o competencias. Esto es importante porque la selección de textos que resulten claros e interesantes para los alumnos no es una tarea sencilla. Dejar esto librado a lo que los alumnos encuentren puede ser riesgoso porque muchos textos son confusos, ponen el acento en temas que no son los que planificamos o, simplemente, tienen errores conceptuales.

Cuando el objetivo está puesto en que los/as alumnos/as aprendan a buscar y seleccionar información, en ese caso, sí valdrá la pena que ellos consulten diferentes fuentes (como los libros de texto, de divulgación; las noticias periodísticas; el material que circula en Internet; las fuentes audiovisuales, etc.) y puedan trabajar sobre lo que han encontrado. La búsqueda de información implica un conjunto de competencias que los alumnos irán aprendiendo progresivamente; entre ellas: ubicar las fuentes, seleccionarlas, localizar la información que se busca, interpretar la encontrada (Lacreu y Serafini, 2008). ¿Cómo enseñar estas competencias?

En primer lugar, será importante dedicar tiempo y esfuerzo para enseñar a los alumnos qué deben buscar, con qué propósito y cómo identificar las fuentes de información más confiables. Nuestro desafío, entonces, será diseñar situaciones de enseñanza que los ayuden a comparar esas fuentes y comprender los propósitos de cada una (no será lo mismo el objetivo de un texto periodístico que uno de una enciclopedia, por ejemplo). Parte del trabajo implicará también enseñar a seleccionar la información relevante de cada material y a discernir qué hace que una información científica sea confiable. Aquí, las intervenciones docentes resultan clave para fomentar el análisis colectivo, señalar ventajas y desventajas de las distintas opciones y detectar dificultades particulares para ayudar a superarlas.

Una estrategia de trabajo muy interesante es la de la enseñanza recíproca, diseñada por los investigadores Ann Brown y Joseph Campione que, durante varias décadas, han trabajado en la búsqueda de estrategias innovadoras de enseñanza. Los/as alumnos/as, en grupos, buscan información sobre un aspecto de un tema que les ha sido asignado por el/la docente y luego son responsables de enseñarles a otros alumnos, y asegurarse de que lo comprendan, ofreciéndoles ayuda extra si es necesario.



Los resultados de estas investigaciones muestran lo fructífero que resulta combinar la responsabilidad individual (que los alumnos tengan el rol de expertos sobre una porción del tema) con la necesidad de relatar a los demás para que todos/as puedan aprender el tema completo. De la tarea de enseñar a otros grupos, surge la necesidad genuina de encontrar material relevante, de comprender qué es lo importante del tema y de buscar formas claras y atractivas de comunicarlo a otros/as.



argumentación.

Si bien existen muchas actividades donde se busca consenso (en política, por ejemplo, o en la gestión de cualquier proyecto), en la investigación científica, el consenso pasa por un ámbito muy específico: por describir la realidad lo más adecuadamente posible. En este debate, entonces, existe la expectativa de intentar comprender cómo funciona el mundo natural. En palabras de Newton, según Driver y Osborne (2000): **"La observación y los experimentos no son el lecho sobre el cual se construye la ciencia. Más bien, son herramientas a mano para la actividad racional de construcción del conocimiento a través de la argumentación"**. En la escuela, parte de la tarea docente es enseñar a generar ese consenso sobre la realidad. De lo que se trata, en suma, es que los/as alumnos/as aprendan a ponerse de acuerdo sobre lo que observan, sobre cómo explicarlo y sobre qué conclusiones sacan de lo que han investigado. El objetivo último, sin embargo, va más allá de generar consenso sobre el resultado de una experiencia determinada. Tiene que ver con que los/as estudiantes aprendan a dar razones o evidencias que sustenten sus afirmaciones y, también, con que aprendan a buscar razones detrás de lo que dicen otros. Esto nos remite a nuestra meta relacionada con la alfabetización científica, porque ella consiste en que los alumnos construyan herramientas para tomar decisiones basadas en razones, en evidencias y en información relevante. En este sentido, la argumentación es una competencia clave de los estudiantes científicamente alfabetizados. Argumentar es una competencia muy compleja, y aprender a hacerlo lleva años de trabajo sostenido. Para ello es importante que los docentes construyan en sus clases una cultura que promueva que los/as alumnos/as hagan explícitos sus puntos de vista e intercambien sus ideas con otros, pidiéndoles que fundamenten lo que dicen con evidencias. Al mismo tiempo, generar esta cultura de aula implica que nosotros, como docentes, podamos modelizar la argumentación, fundamentando nuestras propias afirmaciones con evidencias.

Otra estrategia que ha resultado fructífera en nuestras escuelas es sugerirles a los/as estudiantes una idea contraria a la que el docente sabe que ellos tienen respecto de un fenómeno. Por ejemplo, podemos defender la idea de que los bichos bolita prefieren la luz a la oscuridad. Seguramente, los alumnos digan que no tenemos razón. Será cuestión de ayudarlos a que nos expliquen por qué, y en qué evidencias basan la idea de que lo que decimos no es correcto.

Preguntas del estilo "¿Cómo te das cuenta de que pasa eso?" o "¿Cómo lo sabes?" son fundamentales para crear el hábito en la clase de ciencias de buscar (y dar) evidencias en relación con lo que uno propone, de ese modo, podrá defenderse esa idea frente a otras diferentes. Con el tiempo, los propios alumnos comienzan a hacerse mutuamente esas preguntas, y a hacérselas al/la docente.

En suma, se trata de generar una cultura de aula en la que la argumentación sea una competencia que se trabaja continuamente. Esto, por supuesto, es un trabajo que lleva mucho tiempo, a veces, años. Con ese fin, resulta importante fomentar que se verbalicen ideas, y puedan confrontar sus puntos de vista con sus compañeros, con los textos y con el/la docente. Pero para que eso pase, el diseño tiene que ser bienvenido, y el/la docente tiene que estimular a los/as aprendientes a que puedan explicar por qué dicen lo que dicen. En paralelo, también resulta fundamental que el/la docente pueda dar explicaciones de sus propias afirmaciones, haciendo un esfuerzo por no recurrir al principio de autoridad ("Esto es así por- que yo lo digo", o "Esto es así porque lo dice el libro"), que da por tierra con todos los intentos de generar un clima de indagación en el aula.

Asociada a la competencia de argumentación, aparece una idea clave sobre la naturaleza de la ciencia: la importancia de **convencer a otros de nuestras afirmaciones a partir de evidencias, y de buscar las evidencias detrás de las afirmaciones ajenas**. Retomando la lista de Arons (1990), los/as estudiantes científicamente alfabetizados deben ser capaces de "discriminar, por un lado, entre la aceptación de resultados, modelos y conclusiones no verificados y, por el otro, entender su base y origen; esto es, reconocer cuándo preguntas del tipo ¿Cómo sabemos ...?, ¿Por qué afirmamos que ...?, ¿Cuál es la evidencia para ...? han sido formuladas, contestadas y entendidas y cuándo algo es aceptado como cuestión de fe".

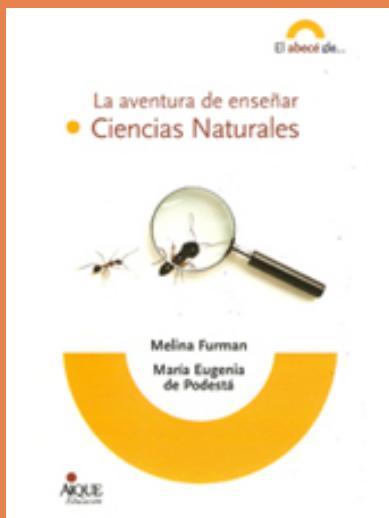
Los debates son excelentes oportunidades para que alumnos que tienen una participación más periférica en las clases de ciencias asuman un rol más protagónico. Hemos visto más de una vez cómo niños y niñas que descollaron por su talento artístico en el debate (cuando representaban a los panelistas, por ejemplo), a partir de entonces, comenzaron a participar más activamente en las clases de ciencias y cambiaron su actitud hacia la materia. Los debates son una oportunidad de capitalizar habilidades que los niños han desarrollado fuera de la escuela --¿qué alumno no sabe defender una idea cuando quiere conseguir algo?-- dentro de un marco escolar, en función del aprendizaje de unos determinados contenidos.

LA PRESENTE FICHA DE CÁTEDRA
FUE REALIZADA A PARTIR
DE LA SIGUIENTE

BIBLIOGRAFÍA

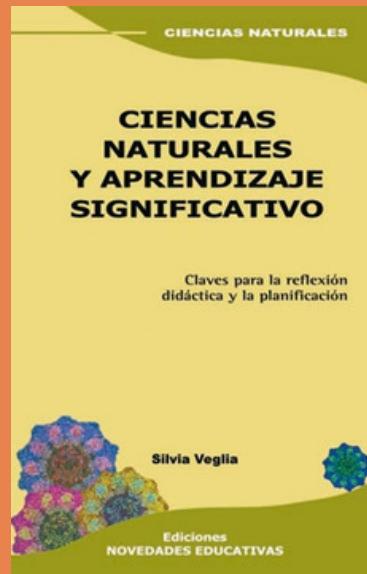
Furman M. -De Podestá M.E.

(2009). La aventura de enseñar Ciencias Naturales. 1º ed. Buenos Aires. Grupo Editor.



Veglia, Silvia

(2007). Ciencias Naturales y aprendizaje significativo: claves para la reflexión didáctica y la planificación. 1º ed. Buenos Aires: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico



García Barros, S.-Losada, C.

(2014). La importancia de las habilidades cognitivo-lingüísticas asociadas al estudio de la Astronomía desde la perspectiva del profesorado. Rev. Enseñanza de las ciencias. Núm 32.1.

La importancia de las habilidades cognitivo-lingüísticas asociadas al estudio de la Astronomía desde la perspectiva del profesorado

The importance of the cognitive-linguistic skills related to the study of the Astronomy from the teacher's view

García Barros, Cristina Martínez Losada
Departamento de Pedagogía e Didáctica
Universidad de Costa Rica
cimgarcia@ucr.ac.cr, cmartinez@ucr.ac.cr

RESUMEN • El trabajo pretende conocer cuáles valora el profesorado de Primaria y Secundaria en ejercicio y formación una serie de habilidades cognitivo-lingüísticas (descripción de hechos/fácticos, de modelos, definiciones,...). También se pretende comprobar si los docentes establecen diferencias entre las habilidades expresadas genéricamente y en términos astronómicos, y si existen diferencias entre los grupos de docentes. Así mismo se analiza si los profesores identifican y valoran estas habilidades en actividades concretas. Los resultados muestran que los docentes valoran positivamente las habilidades, apreciando diferencias entre las enunciadas genéricamente y en términos astronómicos y entre grupos de profesores. Los participantes tienen dificultades para identificar la habilidad cognitivo-lingüística exigida en las actividades.

PALABRAS CLAVE: habilidades cognitivo-lingüísticas; Astronomía; ideas de los profesores; Primaria; Secundaria.

ABSTRACT • The aim of this study is to find out how teachers of the last years of Primary and the first years of Secondary evaluate and what difficulties they find in relation to a series of cognitive-linguistic skills (description of facts,...). It also aims to find out whether teachers establish differences when the skills are expressed in a general sense or when they are associated to the subject of astronomy. Furthermore it analyzes if teachers identify and value these skills in specific activities. The results show that the teachers evaluate the skills positively and with changes being seen in terms of generic vs. astronomical expressions. Differences between groups of teachers also were found. Participants have difficulties for identifying the cognitive-linguistic skill that is demanded in the shown activities.

KEYWORDS: cognitive-linguistic skills; Astronomy; Primary; Secondary; teacher's ideas.

Fecha de recepción: enero 2012 • Aceptación: agosto 2012

García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2014). La importancia de las habilidades cognitivo-lingüísticas asociadas al estudio de la Astronomía desde la perspectiva del profesorado. Enseñanza de las Ciencias, 32 (1), pp. 179-197

179



¡GRACIAS!

POR HABER COMPARTIDO ESTA LECTURA

Esperamos que este material haya sido de ayuda, estamos en proceso de elaborar otros textos que acompañen al presente, por ahora les proponemos hacer una pausa, tomar un café y reflexionar sobre las ideas aquí plasmadas para retomar el camino que nos lleve, juntos, a construir una nueva mirada sobre el abordaje de la ciencia como proceso y los modos de pensar en ciencias.

ÁREA CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍAS
IFDC LUIS BELTRÁN



Ciclo 2018