

**ATENEO 1
ENCUENTRO N° 3
AÑO 2018**

La experimentación en el aula.

ÁREA CIENCIAS NATURALES

**NIVEL SECUNDARIO
COORDINADOR**

Agenda

Momentos	Actividades
<p>Primer momento La investigación abierta en Ciencias Naturales</p> <p>30 minutos</p>	<p>Actividad 1</p> <p>30 minutos</p> <p>En pequeños grupos</p>
<p>Segundo momento El análisis de variables y su influencia en el fenómeno estudiado</p> <p>60 minutos</p>	<p>Actividad 1</p> <p>60 minutos</p> <p>En pequeños grupos</p>
<p>Tercer momento De los gráficos a los modelos matemáticos</p> <p>60 minutos</p>	<p>Actividad 1</p> <p>60 minutos</p> <p>En pequeños grupos</p>
<p>Cuarto momento Reflexión y acuerdos finales</p> <p>30 minutos</p>	<p>30 minutos</p>

Presentación

El ateneo comenzó en el primer encuentro, con una recorrida por los pasos centrales de la experimentación en el aula, de la mano de un par de investigaciones clásicas. Se analizó un fenómeno e identificaron las posibles variables que influyen en él, se definió una pregunta de investigación eligiendo las variables independiente y dependiente, y se eligió y probó un camino experimental que permitiera controlar las otras variables y producir datos que aproximaran a una respuesta a nuestra pregunta.

En el segundo encuentro se les propuso profundizar en la definición de una pregunta de investigación y la metodología de trabajo que queda definida luego del análisis de variables.

En este último encuentro se utilizarán ejemplos concretos para recorrer dos pasos más que tienen importancia en el proceso de investigación empírica y en los modos de trabajar las investigaciones en el aula: la identificación de variables que inciden en un fenómeno complejo y la construcción de modelos matemáticos que expresan la relación entre dichas variables.

Finalmente, a modo de cierre del ateneo, se dedicará un tiempo a la reflexión sobre los aprendizajes construidos en el marco de los encuentros y se presentará el Trabajo Final.

En este material encontrarán sugerencias para trabajar dentro del aula con estudiantes con discapacidad y/o Dificultades Específicas de Aprendizaje (DEA), con el fin de promover el acceso, el aprendizaje y la participación de todos los alumnos. Estos aportes los encontrarán bajo el destacado *Educación inclusiva*.

Contenidos y capacidades

Contenidos

- Fenómenos multicausales en Ciencias Naturales.
- Gráficos que representan la relación entre variables.
- Modelos matemáticos que expresan relaciones entre variables asociadas a un fenómeno complejo.

- **Cognitivas**
 - Identificar las variables que inciden en un cierto fenómeno multicausal, analizando el efecto de cada una.

- Construir modelos matemáticos que permitan dar cuenta del fenómeno en estudio.
 - Elaborar propuestas de trabajo que permitan a los alumnos recorrer el camino del desarrollo de las ideas y construir modelos que permitan profundizar ese desarrollo.
- **Intrapersonales**
- Desarrollar una mirada estratégica en torno a la planificación de las propuestas de enseñanza.
 - Asumir el propio proceso de formación profesional de manera crítica y reflexiva.
- **Interpersonales**
- Trabajar en equipo con colegas, reflexionando sobre la práctica docente.

Propuesta de trabajo

Actividad 1

La investigación abierta en Ciencias Naturales

Para comenzar, les proponemos retomar la consigna de trabajo dada al final del segundo encuentro de este ateneo. El desafío consistía en implementar una investigación abierta con sus alumnos en la que, en grupos o en forma individual, trabajaran para definir una pregunta de investigación y planificaran cómo responderla, incluyendo qué datos iban a recolectar.

En pequeños grupos de 3 integrantes, compartan esas experiencias. A continuación, algunas preguntas que pueden guiar sus intercambios:

- ¿Pudieron implementar en el aula este trabajo? ¿Percibieron dificultades en los alumnos al momento de hacerse preguntas investigables? ¿Cómo lo resolvieron?
- ¿Qué observaron durante la implementación de las investigaciones? ¿Qué dificultades y logros identificaron? ¿Cómo fueron los intercambios entre los estudiantes?
- ¿Qué harían distinto si volvieran a realizar la misma actividad en otra oportunidad y por qué?
- ¿Qué recomendación le podrían dar a un colega que quisiera incorporar investigaciones abiertas en el trabajo en sus clases de Ciencias Naturales?

Educación Inclusiva

Recuerden que en caso de contar con alumnos con discapacidad y/o dificultades específicas del aprendizaje (DEA), se deben proporcionar los recursos pertinentes para que puedan participar en igualdad de condiciones con los demás, con los ajustes razonables que se requieran, considerando las distintas lenguas y formatos comunicacionales en los que pueden expresarse para promover la accesibilidad de las propuestas, su comprensión y producción.

En el apartado “Materiales de referencia” encontrarán links donde se brindan recursos accesibles, software libre con sus correspondientes tutoriales y secuencias didácticas, así como pautas del Diseño Universal para el Aprendizaje (CAST, 2008) para trabajar en este sentido.

Orientaciones para el coordinador

Durante los dos primeros encuentros, los docentes trabajaron sobre la formulación de preguntas de investigación, el análisis de variables y la recolección y procesamiento de datos. Se esperaba que los docentes llevaran a cabo en el aula alguna planificación, y eventual implementación de una investigación abierta, con sus estudiantes, donde trabajaran en forma individual o grupal, y trajeran al presente encuentro una reflexión sobre la experiencia.

Para comenzar el encuentro, se sugiere proponer a los participantes que compartan sus experiencias de diseño e implementación de las investigaciones abiertas en pequeños grupos de 3 colegas. Si, por alguna razón, no todos los docentes pudieron completar la consigna, se recomienda agruparlos con otros colegas que sí lo pudieron hacer.

Para guiar la conversación, se propone solicitar a los participantes que tengan en cuenta las preguntas incluidas en la consigna:

- ¿Pudieron implementar en el aula este trabajo? ¿Percibieron dificultades en los alumnos al momento de hacerse preguntas investigables? ¿Cómo lo resolvieron?
- ¿Qué observaron durante la implementación de las investigaciones? ¿Qué dificultades y logros identificaron? ¿Cómo fueron los intercambios entre los estudiantes?
- ¿Qué harían distinto si volvieran a realizar la misma actividad en otra oportunidad y por qué?
- ¿Qué recomendación le podrían dar a un colega que quisiera incorporar investigaciones abiertas en el trabajo en la clase de Ciencias Naturales?

Se sugiere invitar a los docentes no solo a compartir sus ideas, sino a realizar el análisis de forma compartida y así establecer relaciones con los aportes de otros colegas (por ejemplo: si están de acuerdo, si les ocurrió algo similar, si su experiencia fue diferente, si encontraron una manera de resolver alguna dificultad manifestada por otro docente, etc.).

Al finalizar el intercambio, se recomienda presentar la agenda para este encuentro y recordar a los participantes que posterior al encuentro deberán entregar, en un formato a acordar al finalizar este taller, un resumen de la implementación áulica de esas planificaciones de investigaciones abiertas.

Actividad 2: El análisis de variables y su influencia en el fenómeno estudiado.

Investigar un fenómeno requiere anticipar qué variables o factores pueden estar interviniendo en él. Por eso, trabajar con los alumnos en la identificación de esas variables y el análisis de sus efectos es fundamental a la hora de ayudarlos a comprender el fenómeno en estudio.

1. Lean la siguiente descripción de una clase en la que se discute la planificación de una investigación y la construcción de un modelo matemático que exprese una relación entre las posibles variables que inciden en un fenómeno complejo (en este caso, el rendimiento académico de un estudiante). Luego, conversen en grupo y trabajen las consignas 2, 3 y 4. planteadas a continuación de la descripción.

Para introducir el tema de selección de variables y construcción de modelos, una docente propone un ejemplo sencillo de la vida real. Les plantea a los y las alumnas hacer un torbellino de ideas sobre la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los factores que afectan el rendimiento académico de un alumno (medido, por ejemplo, a través de la nota que obtiene en un examen integrador del trimestre)? ¿Es posible construir una fórmula para explicarlo?

En ese torbellino de ideas inicial los estudiantes plantean posibles factores: atención en clase, dedicación al estudio, disponibilidad de recursos (libros, computadora), horas de sueño, alimentación, motivación, habilidad docente, uso del celular, cantidad de salidas nocturnas, facilidad para la distracción, etcétera.

La discusión avanza hacia la forma en que se podría llevar adelante la investigación, hasta que se logra el acuerdo de que la dificultad de realizar esa investigación radica en la complejidad para controlar las variables. ¿Cómo lograr, por ejemplo, comparar el rendimiento académico de distintos alumnos cuando difieren en tantos factores?

Los estudiantes se entusiasman con la tarea. Se imaginan, por ejemplo, lo siguiente: elegir un grupo de alumnos de rendimiento similar y lograr que preparen el mismo examen estudiando con los mismos recursos y el mismo tiempo, pero prestando diferentes grados de atención en clase. Así podrían saber si la atención en clase influye en el rendimiento académico, y en qué medida.

O tal vez podrían elegir otro grupo que prepare un examen en similares condiciones, pero durmiendo diferente cantidad de horas las noches anteriores, y ver qué rendimiento académico tienen. Así podrían saber si la cantidad de horas de sueño influye, y cuánto, en ese rendimiento.

Discuten y son conscientes de lo difícil (imposible, podríamos decir) de encontrar un grupo que tenga todas las características identificadas en común, pero en este momento la intervención docente busca enfatizar que este ejercicio es un modelo que intenta, justamente, que tomen conciencia de esas dificultades y que puedan ver el paralelismo que existe entre una investigación como la propuesta (en la que intervienen muchas

variables) y la metodología de investigación que estuvieron trabajando en clase previamente (en la que se estudiaba el efecto de una sola variable sobre otra).

Una vez que se profundizó en variables y en procedimientos, se lleva la clase a otro objetivo: intentar modelar el fenómeno estudiado con la construcción de una fórmula matemática. ¿Pero cómo hacerlo?

El docente introduce entonces el tema de las variables directas e inversas, e intenta mostrar el proceso de construcción mediante dos ejemplos: la atención en clase y la cantidad de salidas nocturnas. Se acuerda en que la primera, la atención en clase, afecta el rendimiento académico en forma directa, es decir que a mayor atención en clase habrá un mejor rendimiento, y que la segunda lo hace en forma inversa, ya que se espera que a mayor cantidad de salidas nocturnas haya un menor rendimiento.

Además de ver si la variable influye de manera directa o inversa en lo que estamos midiendo (en este caso, rendimiento académico), importa algo más: cuánto influye (es decir, la importancia relativa de cada variable). El docente explica que, en términos matemáticos, esa importancia se expresa en la potencia de la variable en la fórmula. En el caso de la variable directa, una potencia de 1 (uno) significa una relación proporcional, una potencia menor a uno disminuye la importancia de la variable y una potencia mayor a 1 (como por ejemplo sería una potencia de 2) mostraría una gran importancia de la atención en clase en el rendimiento académico.

Lo mismo puede decirse de la variable inversa. Una variable inversa figura en el denominador del modelo, o bien, en términos formales matemáticos, en el numerador con potencia negativa.

Lo sintetiza escribiendo en el pizarrón un modelo posible para este caso:

$$\text{Rendimiento académico} = k \cdot x^n \cdot y^{-m}$$

Donde **x** representa una variable directa, elevada a una potencia positiva, por ejemplo, horas dedicadas al estudio. Por su parte, **y** representa una variable inversa, elevada a una potencia negativa, por ejemplo, número de salidas nocturnas por semana. Podríamos escribir la fórmula de otra manera:

$$\text{Rendimiento académico} = k \cdot \frac{x^n}{y^m}$$

La clase continúa con más discusiones sobre posibles variables y posibles experimentaciones. El docente aclara el rol de la constante **k** introducida, explicando que representa el valor matemático que toma el rendimiento académico cuando las variables investigadas tienen un valor matemático unitario. En otras palabras, si un alumno dedicó 1 hora al estudio, y salió 1 vez en la semana, su rendimiento académico tendría el valor **k**.

Finalmente, la docente reflexiona con los estudiantes sobre el sentido de la actividad: identificar las variables que influyen en un fenómeno que queremos estudiar, y el valor de construir una fórmula matemática que dé cuenta de cómo se relacionan dichas variables entre sí, para aproximarse a la comprensión del fenómeno.

A partir de la fórmula, se puede planificar un proceso de investigación en el que se modifique de a una variable por vez, mientras se mantienen constantes las otras, para así poder conocer el verdadero efecto de esa variable estudiada.

2. Una vez leída esta clase, propongan un título para ella que capture lo más importante del contenido propuesto. Luego, comparen sus títulos con los que sugirieron otros grupos, y entre todos lleguen a un título en común entre todos.

3. Analicen las otras variables propuestas (dedicación al estudio, disponibilidad de recursos (libros, computadora), horas de sueño, alimentación, motivación intrínseca, habilidad docente, uso del celular, u otras que se les ocurran), en función de si consideran que podrían tener un efecto directo o inverso sobre el rendimiento académico.

4. Discutan otros posibles ejemplos de investigaciones que permitan enumerar una lista significativa de variables. Elijan uno y elaboren una posible fórmula matemática que exprese la relación entre las variables que identificaron como relevantes. Luego, conversen con los colegas acerca de cómo podrían trabajar con sus alumnos una actividad de este tipo.

Algunos ejemplos posibles de investigaciones:

- Los factores que afectan la posibilidad de alguien de obtener un empleo.
- Los factores que afectan la probabilidad de una especie de extinguirse.
- Los factores que inciden en un proceso metabólico (por ejemplo, de producción de una cierta hormona).
- Los factores que inciden en el rendimiento de una reacción química.
- Los factores que inciden en el desplazamiento de un móvil.

Orientaciones para el coordinador

El objetivo de esta actividad es profundizar con los participantes en la construcción de modelos matemáticos que puedan expresar la influencia de distintas variables sobre un fenómeno. Se trata de un abordaje que no se da frecuentemente en las aulas y que tiene profunda importancia para formar el pensamiento de los alumnos, en tanto propone analizar los distintos factores que intervienen en fenómenos complejos.

La consigna número 2, que pide proponer un título para la clase apunta a que los docentes

puedan capturar lo esencial del contenido, y llegar a un acuerdo con sus colegas acerca de este punto.

Luego, la consigna número 3 sugiere que analicen en profundidad el fenómeno del rendimiento académico dado en el ejemplo, para consensuar una lista de variables relevantes y anticipar su posible efecto en dicho rendimiento.

La consigna final busca que los docentes puedan establecer conexiones entre el caso presentado y los temas con los que trabajan en sus materias, identificando fenómenos complejos en los que intervienen múltiples variables. Converse con los docentes acerca de cómo podrían adaptar la estrategia de trabajo con modelos propuesta con sus propios alumnos y sobre el valor educativo que consideran tiene el trabajo con modelos matemáticos para cada una de sus asignaturas.

Actividad 3: De los gráficos a los modelos matemáticos

1. Lean la siguiente descripción de una clase en la que se planifica y lleva adelante una investigación sobre las variables que afectan la actividad de una cierta enzima. Luego, conversen en grupo y trabajen sobre las consignas numeradas 2 a 5 a continuación de la descripción.

Un docente está trabajando con su grupo de alumnos sobre las diferentes variables que intervienen en la actividad de una enzima.

La propuesta es investigar sobre el efecto de ciertos factores en la actividad enzimática presente en las hojas verdes. Luego de discutir las posibles variables involucradas, y de acuerdo a lo que estudiaron sobre las enzimas, deciden investigar tres: la temperatura, la concentración de la enzima y el pH del medio.

El docente sugiere triturar las hojas verdes de una planta (eligen para ello hojas de espinaca) luego de haber agregado una cierta cantidad de agua, y utilizar el líquido sobrenadante, que contendrá la enzima en cuestión.

A este líquido que contiene la enzima le agregarán una cantidad fija de agua oxigenada, ya que saben que el agua oxigenada es descompuesta, por la acción de la enzima que quieren investigar, en agua y oxígeno, y que la producción de oxígeno generará burbujas que podrán observar y medir. Definen llevar a cabo esta reacción en un tubo de ensayo y medir la altura por sobre el líquido de las burbujas producidas como indicador de la cantidad de oxígeno producido. Ese oxígeno será un indicador, a su vez, de la actividad enzimática. Si se produce más oxígeno, entonces querrá decir que hubo mayor actividad de la enzima que estaban estudiando.

Deciden empezar por la primera variable: la temperatura. Colocan 5 cm³ del líquido sobrenadante del triturado de hojas verdes (es decir, la solución que contiene la enzima) en 5

tubos de ensayo diferentes, y calientan cada tubo hasta temperaturas de 10°C, 25°C, 40°C, 55°C y 70°C. Agregan 1 cm³ de agua oxigenada en cada tubo y miden la altura de las burbujas formadas, al cabo de un tiempo determinado.

Para el caso de la segunda variable (la concentración de la enzima) colocan 5, 4, 3, 2 y 1 cm³ del líquido sobrenadante del triturado de hojas verdes en 5 tubos de ensayo, y luego agregan agua en los últimos 4 tubos hasta completar un volumen de 5 cm³ por tubo de ensayo. Continúan como en el caso de la temperatura, agregando la misma cantidad de agua oxigenada a cada tubo y midiendo la producción de burbujas.

Para investigar el efecto del pH del medio, agregan 5 cm³ del líquido sobrenadante del triturado de hojas verdes a cada tubo, en los que luego agregan otros 5 cm³ de soluciones buffer (soluciones que mantienen el pH constante) de valores de pH = 2, 5, 7, 9 y 12.

Con los datos recogidos, realizan los tres gráficos que presentamos a continuación.

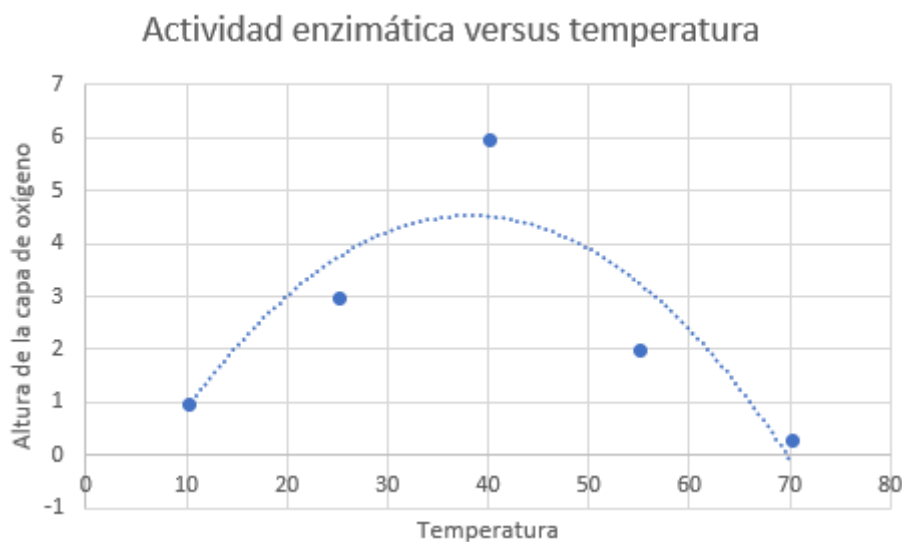


Gráfico 1: Actividad enzimática (indicada por la altura, medida en cm, de la capa de burbujas de oxígeno en el tubo de ensayo) versus temperatura (en grados C).

Actividad enzimática versus concentración

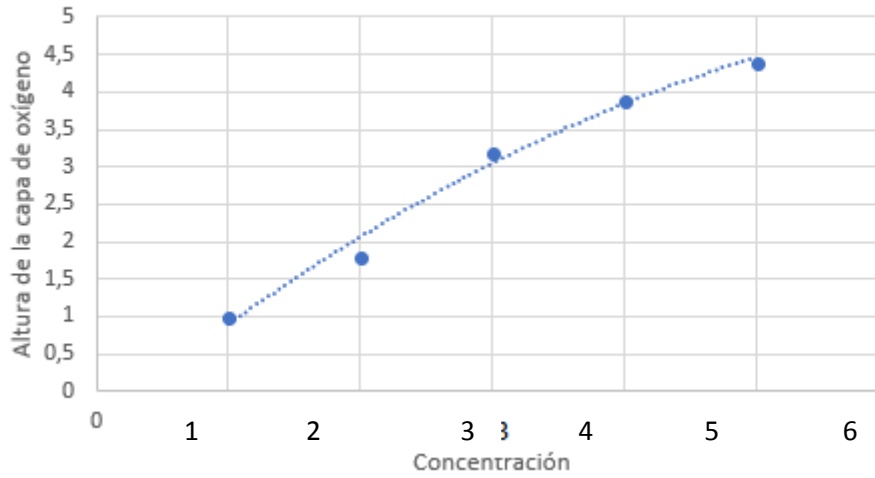


Gráfico 2: Actividad enzimática (indicada por la altura, medida en cm, de la capa de burbujas de oxígeno en el tubo de ensayo) versus concentración de la enzima (cm³ de solución de triturado de hojas verdes).

Actividad enzimática versus pH

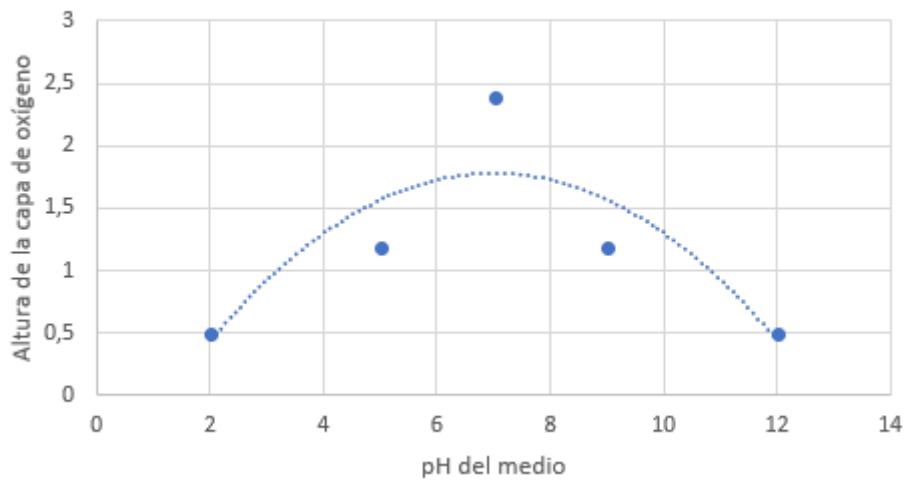


Gráfico 3: Actividad enzimática (indicada por la altura, medida en cm, de la capa de burbujas de oxígeno en el tubo de ensayo) versus pH del medio.

2. Una vez leída la clase, como ya hicieron en la actividad anterior, propongan un título para esta clase que capture lo más importante del contenido. Luego, comparen sus títulos con los que sugirieron otros grupos, y entre todos lleguen a un título en común entre todos.
3. Utilicen los gráficos para discutir y enunciar conclusiones sencillas que les parezcan válidas.
 - ¿Cuál es el efecto de la temperatura sobre la actividad de esta enzima? ¿Es el mismo en todo el rango de temperatura estudiado?
 - ¿Cuál es el efecto de la concentración de la enzima sobre su actividad? ¿Es el mismo en todo el rango de concentración estudiado?
 - ¿Cuál el del pH del medio? ¿Es el mismo en todo el rango de pH estudiado?
4. A partir de los gráficos anteriores, elaboren una fórmula matemática que permita expresar la actividad de la enzima de estudio en relación con los factores investigados.
5. ¿Cómo podrían trabajar esta actividad (u otra similar en la que se investigue el efecto de distintas variables) con sus alumnos? ¿Qué modificaciones le harían? ¿Qué actividad harían antes? ¿Qué harían después? ¿Cómo se puede utilizar la teoría existente y los recursos disponibles para comparar los resultados obtenidos?

Orientaciones para el coordinador

Este trabajo apunta a que los docentes profundicen en el análisis de fenómenos en los cuales inciden diferentes variables (en este caso, la actividad de una enzima) y puedan construir una fórmula matemática que contemple los efectos de las distintas variables.

En los casos de la temperatura y el pH, los profesores encontrarán que el efecto de cada variable es distinto en diferentes rangos de dicha variable. Así, podrán por ejemplo proponer dos fórmulas diferentes para modelizar la actividad enzimática de acuerdo a si la temperatura es mayor o menor a 40 grados C, o mayor o menor a un pH de 7.

Por otra parte, se sugiere que converse con los profesores sobre la necesidad de repetir las mediciones para verificar su repetibilidad y ver si es posible incrementar las mediciones en la zona de mayor sensibilidad del experimento, por ejemplo, cerca de la temperatura de 40°C o del pH = 7 en los casos presentados. También puede enfatizar sobre la importancia de una lectura de la teoría del tema para contrastar los datos obtenidos con lo que se conoce sobre el fenómeno que se está estudiando, de modo de contrastar y complementar el trabajo empírico.

Actividad 3: Reflexión y acuerdos finales

Como propuesta de cierre del ateneo, los invitamos a reflexionar sobre todas las actividades realizadas a lo largo de los tres encuentros y responder individualmente las siguientes consignas:

- escribir una idea clara que se lleven de este ateneo;
- escribir algo en lo que cambiaron de idea luego de este encuentro;
- escribir una pregunta o idea en la que se vayan pensando.

Luego, los invitamos a realizar una puesta en común.

Asimismo, les proponemos releer la consigna para la realización del Trabajo Final y realizar todas las consultas que consideren necesarias.

Orientaciones para el coordinador

Se sugiere que organice una puesta en común para compartir las respuestas de los docentes a la actividad de reflexión final.

Se recomienda que oriente la reflexión sobre la importancia de incluir oportunidades en sus clases para llevar adelante investigaciones abiertas en las que los estudiantes se planteen sus propias preguntas de investigación y discutan posibles formas de trabajo que les permitan recoger datos para arribar a posibles respuestas a las preguntas. Aquí vale la pena retomar las actividades que los docentes realizaron entre encuentro y encuentro del ateneo, para reflexionar sobre cómo estas ideas se plasman en las aulas, y qué oportunidades y desafíos se generan.

Para finalizar se propone que retome la consigna para la realización del Trabajo Final y dedique un tiempo para que puedan realizar consultas al respecto y establecer acuerdos sobre los modos y plazos de entrega.

Consigna para la realización del Trabajo Final

El Trabajo Final se realizará luego del Encuentro 3 y consta de cuatro partes.

1. La implementación de una clase, considerando la secuencia didáctica propuesta en el ateneo. En su trabajo deberán incluir, entonces, a) una copia de la clase elegida con las notas sobre las modificaciones que hayan realizado para la adaptación a su grupo de alumnos o b) la planificación de dicha clase (en el formato que consideren más conveniente) en caso de haber optado por desarrollar una clase propia.
2. El registro de evidencias de la implementación en el aula. Podrán incluir producciones individuales de los alumnos (en ese caso, incluyan tres ejemplos que den cuenta de la diversidad de producciones realizadas), producciones colectivas (por ejemplo, afiches elaborados grupalmente o por toda la clase) o un fragmento en video o un audio de la clase (de un máximo de 3 minutos).
3. Una reflexión sobre los resultados de la implementación de la clase. Deberán agregar un texto de, máximo, una carilla en el que describan sus impresiones y análisis personal, que incluya cuáles fueron los objetivos de aprendizaje que se proponían para la clase y señalen en qué medida dichos objetivos, y cuáles consideran que se cumplieron y por qué. Analicen, también, cuáles fueron las dificultades que se presentaron en la clase y a qué las atribuyen, y qué modificaciones harían si implementaran la clase en el futuro.
4. Una reflexión final sobre los aportes del ateneo didáctico para su fortalecimiento profesional, considerando tanto los aportes teóricos como las estrategias que les hayan resultado más valiosas para el enriquecimiento de su tarea docente. Se dedicará un tiempo durante el tercer encuentro para la elaboración de este texto de, máximo, una carilla.

Presentación del trabajo

- Debe ser entregado al coordinador del ateneo didáctico en la fecha que se acordará oportunamente.
- Deberá entregarse impreso en formato Word y vía mail, y podrá incluir anexos como archivos de audio, video, o fotocopias de la secuencia implementada y producciones individuales y colectivas de alumnos.

Recursos necesarios

Recursos accesibles, software libre con sus correspondientes tutoriales y secuencias didácticas, se encuentran en la página de Conectar Igualdad Educación Especial. Disponible en: <http://conectareducacion.educ.ar/educacionespecial/mod/page/view.php?id=550>

CAST (2008). Universal design for learning guidelines version 1.0. Wakefield, MA: Author. Disponible en: http://www.udlcenter.org/sites/udlcenter.org/files/UDL_Guidelines_v2.0-Organizer_espanol.pdf

Créditos

Coordinador: Melina Furman y María Eugenia Podestá

Autor: Fabián Cherny

Equipo de Ciencias Naturales: Fabián Cherny, Inés Taylor y Mariana Luzuriaga