

**ATENEOS 1
ENCUENTRO N° 1
AÑO 2018**

ÁREA CS. NATURALES
La experimentación en el aula

NIVEL SECUNDARIO
CICLO BÁSICO Y CICLO ORIENTADO
COORDINADOR

Agenda

Momentos	Actividades
Primer Momento Presentación 50 minutos Elaboración de una <i>pregunta de investigación</i> y selección de un camino experimental para su respuesta.	Actividad 1 20 minutos Entre todos Actividad 2 En pequeños grupos 30 minutos
Segundo Momento Una experimentación abierta 90 minutos Realización de una experimentación abierta para trabajar sobre la definición de variables.	Actividad 1 En pequeños grupos 90 minutos
Tercer Momento Cierre del encuentro 10 minutos Discusión de algunos elementos teóricos y reflexión final.	Actividades y acuerdos para el próximo encuentro Entre todos 10 minutos

Orientaciones para el coordinador

En el presente documento el coordinador o la coordinadora podrán encontrar orientaciones, sugerencias y recomendaciones para llevar adelante la secuencia de actividades planificadas de este primer encuentro.

Presentación

El tema elegido para trabajar es la formulación de *preguntas de investigación*. Se espera recorrer diferentes propuestas de investigación con el fin de identificar las variables que afectan el proceso de experimentación y, de esta manera, precisar una pregunta que exprese en forma clara qué se busca conocer, y ayude a planificar la investigación en el aula. Por esta razón, en el segundo encuentro, se abordarán diferentes ejemplos en diversas asignaturas

científicas con el propósito de analizar e identificar las variables en juego en un cierto fenómeno. Luego, se escribirá y discutirá acerca de cómo comunicar los pasos necesarios para asegurar que la experimentación pueda ser reproducida y facilite obtener datos que lleven a una conclusión confiable.

Finalmente, en el último encuentro se tomará como eje el procesamiento de datos y la formulación de modelos matemáticos que posibiliten extraer generalizaciones de las experimentaciones realizadas.

El objetivo es destacar el rol de la *experimentación sencilla* en el aula para trabajar con alumnas y alumnos todos los aspectos que hacen a una investigación en ciencias.

Contenidos y capacidades

Contenidos

- Formulación de una *pregunta de investigación*.
- Análisis e identificación de *variables independientes, dependientes y contraladas*.
- Planificación de procedimientos que permitan el acercamiento a una respuesta válida.

Capacidades

➤ Cognitivas

- Analizar y planificar actividades que fomenten el desarrollo de capacidades fundamentales en el aprendizaje de las ciencias naturales (capacidades de comunicación, comprensión, pensamiento crítico, resolución de problemas, aprender a aprender y trabajo con otros).
- Elaborar propuestas de investigación que permitan a los alumnos recorrer el camino de la experimentación para construir respuestas válidas a los interrogantes planteados.

➤ Intrapersonales

- Asumir el propio proceso de formación profesional de manera crítica y reflexiva.
- Fortalecer una mirada curiosa y reflexiva sobre la enseñanza y la evaluación que brinden herramientas para revisar y enriquecer la propia práctica.

➤ Interpersonales

- Desarrollar vínculos entre colegas que permitan compartir concepciones y experiencias de la práctica de cada uno.

Propuesta de trabajo

Momentos	Actividades
Primer momento Presentación 50 minutos	Actividad 1 20 minutos Entre todos Actividad 2 30 minutos En pequeños grupos

Actividad 1

20 minutos
Entre todos

En este primer encuentro les proponemos trabajar sobre la formulación de preguntas de investigación y el análisis de variables. El objetivo es encontrar alternativas para el aula que posibiliten llevar adelante investigaciones. Para ello, apuntaremos a una planificación que ayude a desarrollar las capacidades de formular y refinar una pregunta, y estudiar las variables que influyen en el fenómeno investigado.

1. Vamos a comenzar por la presentación. Los invitamos a realizar una breve mención de la escuela en la que trabajan y la/s materia/s que enseñan. Una vez finalizada esta instancia, tomen un par de minutos para intentar recordar algún experimento que haya resultado particularmente interesante para investigar o útil para trabajar con alumnos en el aula. Luego de esto, compartan ese experimento a partir de las siguientes preguntas: ¿qué características del experimento destacarían? ¿Cómo resumirían el objetivo del experimento?
Antes de plantear una propuesta concreta elijan, de los experimentos mencionados entre todos, el que les parezca más sencillo para responder los interrogantes que se presentan a continuación: ¿pueden resumir el objetivo de ese experimento en forma de pregunta? ¿Qué pregunta intenta responder ese experimento? ¿Qué se quiere averiguar?
2. Las investigaciones en ciencias empiezan, necesariamente, por una pregunta y un contexto. Por esta razón, les solicitamos leer el siguiente texto con el fin de definir el

marco del trabajo experimental que utilizaremos en la consigna 3 de esta actividad.

Traigamos una situación típica de la ciencia; por ejemplo, *la caída de los cuerpos*. Desde siempre, conocer por qué los cuerpos caen es una pregunta presente en el desarrollo científico. Aristóteles llegó a formular incluso una predicción matemática. Este pensador expresaba que los objetos caen a la Tierra con una velocidad directamente proporcional a su masa (Lloyd, 2007). Según Aristóteles, un objeto de 10 kg debía caer 10 veces más rápido que un objeto de 1 kg. Entender por qué Aristóteles no dejó caer 2 objetos de pesos significativamente diferentes para comprobar la inexactitud de su enunciado sería terreno para otro ateneo, pero la puesta a prueba de fenómenos de manera empírica llegaría a la historia de la ciencia mucho más tarde. Newton, inmortalizado en la imagen donde mira la manzana, sentado en el patio de su casa y con la Luna por detrás, intentaba descifrar por qué la manzana caía hacia la Tierra y la Luna no. Hasta que, finalmente, concibió que la Luna caía también hacia la Tierra. Esa fue la solución que encontró y la que hizo que todo cobrara sentido.

3. Un sencillo experimento permitirá acercarnos a un tema central de la currícula tradicional y del desarrollo científico: *la caída libre en presencia de la resistencia del aire*. En el aula, esta es una pregunta que surge a menudo desde docentes y los alumnos.

Imaginemos la siguiente situación.

Tomamos una hoja, digamos de tamaño A4, y la dejamos caer. Lentamente, planeando, la hoja llega al suelo. Si ahora la abollamos, reduciéndola a una pequeña pelota, cae más rápidamente y toma un tiempo similar al de cualquier otro objeto; por ejemplo, un cuaderno o una carpeta. ¿Podemos, a partir de esta descripción sencilla, plantear un experimento realizable con una *pregunta de investigación* clara y una definición de las variables involucradas?

Utilicen 5 minutos para discutirlo y retomamos.

Actividad 2

30 minutos

En pequeños grupos

1. Los invitamos a trabajar en grupos pequeños y llevar adelante el experimento, en base a la siguiente descripción.

Elegimos modificar el área de la hoja en la dirección de la caída, doblándola por la mitad en

cada intento. Desde una altura determinada única, soltaremos primero la hoja entera y luego la dejaremos caer con varios dobleces para tomar el tiempo que tarda en caer. Para este ejercicio, pueden utilizar cronómetros o celulares. Asimismo, les sugerimos trabajar en pequeños grupos de cuatro o cinco docentes.

Las mediciones en ciencias requieren de repeticiones de un mismo paso para disminuir los errores aleatorios. Sin embargo, en este caso, si todos los integrantes toman el tiempo de la caída, pueden limitarse a soltar la hoja una sola vez por doblez. De esta manera, los valores serán suficientes para promediarlos y determinar así el tiempo de caída para cada doblez (o área transversal).

Procuren elegir una altura sencilla de alcanzar, pero fácil de controlar. Por ejemplo, sería ideal dejar caer la hoja desde el techo, alguna saliente en la pared o la arista superior del pizarrón. La persona que suelta la hoja deberá de alguna manera “contar en forma regresiva” para facilitar el comienzo del cronometraje de los integrantes del grupo, quienes detendrán el reloj al ver llegar la hoja al suelo.

Como en todo experimento, necesitaremos tener un registro de los datos producidos, para luego, cuando llegue el momento del procesamiento, promediar todos los valores recogidos hasta tener una tabla que muestre el tiempo que tardó la hoja en caer al suelo para cada doblez diferente.

2. Una vez finalizado el experimento, los invitamos a discutir los siguientes interrogantes. ¿Cuál fue la *pregunta de investigación*? ¿La podemos formular sencillamente? De alguna manera buscamos que la pregunta exprese las dos variables fundamentales: la *independiente* y la *dependiente*. Entonces, la pregunta podría ser: ¿cómo afecta al tiempo de caída el área de la hoja de papel?

En este experimento, hemos utilizado como *variable independiente* al área de la hoja –la sección de la hoja en la dirección vertical–. ¿Por qué? ¿Cuál es la característica central que la determina como variable independiente? ¿Cómo podemos definirla para que sea fácilmente identificable y evitar confusión?

La *variable independiente* es la que queremos investigar (¿Influye el área de la hoja en el tiempo de caída?) y, por ende, es la que manipularemos y sobre la que podemos decidir qué valores tomará. ¿Necesitamos medirla? Probablemente, en este caso, es posible asignarle un valor unitario al área inicial, y a partir de ahí las nuevas áreas tendrán un valor de 0,50; 0,25; 0,125; etcétera; pues en cada nuevo paso la hemos reducido a la mitad.

Para cada área diferente hemos medido el tiempo de caída (es decir, la *variable dependiente*). Luego de promediarlo, con el objetivo de reducir los errores aleatorios que puedan aparecer, tenemos aquí como resultado que el tiempo de caída claramente depende del área utilizada.

¿Qué controlamos? Es decir, ¿qué decidimos no variar para que el experimento permita extraer una conclusión válida? ¿Qué condiciones hay que mantener constantes para que el experimento esté bien hecho? ¿Pueden encontrar más de una variable controlada?

Discútanlo en el grupo antes de seguir leyendo.

Para este experimento mantuvimos constante la altura desde donde dejamos caer la hoja pero también su masa, pues los diferentes dobleces nunca modificaron este valor.

Por último, les proponemos trabajar en grupo y resumir lo elaborado hasta ahora. Deberán incluir un breve informe que sintetice la *pregunta de investigación*, la elección y clasificación de las variables, y una tabla con los datos relevados. Les recomendamos utilizar el Anexo 1. *Guía de Indagación*, que presenta un modelo sencillo para resumir y organizar los conceptos y los pasos del experimento. Luego, dicho informe podrá utilizarse con los alumnos como modo de generar una rutina que se repita con las distintas experiencias que llevemos a cabo.

Orientaciones para el coordinador

Al inicio del encuentro será conveniente que el grupo se disponga en forma de círculo para la presentación. Luego, se sugiere leer la descripción inicial de la propuesta de trabajo en la consigna de la actividad 1. Se espera que el coordinador realice una presentación individual e invite a mencionar un experimento que cada docente recuerde. En este primer encuentro, se busca discutir y acordar cómo presentar y llevar adelante la planificación de investigaciones en el aula, incluidas las siguientes acciones.

- Elegir una *pregunta de investigación* que exprese claramente un objetivo concreto para averiguar.
- Analizar las variables que afectan la situación elegida para definir claramente qué puede manipularse (la *variable independiente*; es decir, aquella cuyo efecto se desea investigar), qué se medirá (la *variable dependiente*) y qué se mantendrá constante (las *variables controladas*).
- Decidir qué situaciones se van a comparar y cómo registrar los valores medidos.

Es pertinente recordar que en todo momento el objetivo es mantener un clima distendido que fortalezca la construcción de vínculos sociales y la reflexión compartida entre profesoras y profesores. La experimentación suele ser ideal para esto. Los grupos deben ser de cuatro o cinco docentes para facilitar esa interacción.

Una vez finalizado el experimento, el coordinador deberá presentar el Anexo 1 para que los docentes escriban lo realizado en la guía de indagación propuesta. No es necesario discutir conclusiones, la idea es que los participantes plasmen en palabras lo que se ha trabajado e incluyan una descripción de la *pregunta de investigación*, un análisis de las variables utilizadas (las *independientes*, las *dependientes* y las controladas) y un sencillo registro de los valores obtenidos.

Momentos	Actividades
<p>Segundo momento Una experimentación abierta</p> <p>90 minutos</p>	<p>Actividad 1 90 minutos</p> <p>En pequeños grupos</p>

Actividad 1

90 minutos

En pequeños grupos

Les proponemos retomar el trabajo en los mismos grupos para emprender una experimentación que permita definir las variables a investigar.

1. La propuesta de esta primera consigna consiste en trabajar con un helicóptero de papel y definir las variables de investigación.

El objetivo es preparar un helicóptero de papel en un rectángulo de aproximadamente 15 cm x 6 cm –para el armado ver Anexo 2, las instrucciones son muy sencillas–. Déjenlo caer un par de veces y obsérvenlo. Debería caer lentamente mientras gira sobre su eje vertical. Si esto no ocurre prueben modificar algunas medidas. Por ejemplo, usar un modelo más angosto o más ancho producirá cambios y modificará la línea central para que las alas sean más largas o más cortas respecto de la base. También un doblez final en la base o la adición de alguna masa (como *clips* de papel) influirá en la caída.

La caída del helicóptero plantea diferentes interrogantes: ¿qué variables influyen en su caída? ¿El largo de sus “alas”, la longitud de su base, sus dimensiones relativas, su masa, su densidad? ¿Y a qué nos referimos por su caída? ¿Al tiempo de vuelo? ¿A la cantidad de giros que da? ¿A su desviación horizontal respecto del punto vertical de caída?

Realicen un listado exhaustivo de las variables y tomen 10 minutos para analizarlas. Piensen que se pueden agregar *clips* a su base –como se muestra en la última página del Anexo 2–, producir más dobleces en el extremo inferior de la base, o bien, como mencionamos previamente, modificar las dimensiones relativas, la longitud de sus alas, etc. Lo importante es elegir una única *variable*

independiente para ser modificada, y que a su vez permita que las otras posibles se mantengan constantes. De esa manera, se perfila nuestra *pregunta de investigación*: “¿Cómo afecta **X** (la *variable independiente* elegida) al vuelo del helicóptero?”.

Nos queda decidir la *variable dependiente*. ¿Qué vamos a medir? ¿Tiempo de vuelo (tiempo de caída), número de giros, desplazamiento horizontal respecto de una caída vertical? Otra vez, solo una, incluso cuando en este caso no necesariamente será posible controlar las otras variables.

2. Al definir las variables ya tenemos una *pregunta de investigación* y podemos encarar la experimentación. Les sugerimos trabajar en pequeños grupos como en la actividad 2 del segundo momento. En la experimentación se pretende recoger valores de nuestra *variable dependiente* elegida para al menos cuatro valores diferentes de nuestra *variable independiente*.
3. Luego de que cada grupo haya relevado los datos, intercambien entre todos sus observaciones. ¿Hubo coincidencias en la elección de la *variable independiente*? ¿Cuán difícil fue modificarla sin afectar otras variables? ¿Qué rango de valores permitió utilizar? ¿Qué midieron? ¿Fue posible medir con cierto grado de precisión? A primera vista, ¿la investigación parece producir valores para extraer alguna conclusión? Sería conveniente que cada grupo pueda explicar brevemente las variables elegidas y las características principales de las mediciones realizadas. Los demás grupos pueden:
 - ofrecer una devolución que oriente a sus colegas a cuestionarse sobre lo realizado y los ayude a pensar modificaciones al experimento;
 - hacer cualquier otro comentario que consideren que enriquezca la evaluación del trabajo. Recuerden que las sugerencias, realizadas con respeto y amabilidad, nunca desmerecen el trabajo del otro. El objetivo es ayudarnos a pensar la planificación experimental y cómo esto puede impactar en nuestros alumnos.
4. Finalmente, les presentamos dos cuestiones teóricas relacionadas con la experimentación realizada. Lean el texto para intentar clarificar algunas dudas que se les pueden haber presentado en las mediciones durante la experimentación.

<p>a. El rango de valores de la <i>variable independiente</i>. Tanto en el cambio del área de la</p>

hoja A4, como en la manipulación de la variable elegida en el experimento del helicóptero de papel, la variable independiente modificó su valor dentro de un rango determinado. ¿Es necesario producir cambios a intervalos regulares? Podemos pensar el gráfico que necesitaremos para observar la relación entre las variables investigadas. La variable independiente –la que graficaremos en el eje horizontal– producirá puntos en el gráfico que no necesitan estar separados –en ese eje– a intervalos regulares. Usualmente, es la conveniencia o la rutina la que lleva a pensar que esto produce una ventaja. Sin embargo, “afinar” las mediciones en algún extremo del intervalo (es decir, hacer mediciones más seguidas) puede ser conveniente.

- b. La precisión y la exactitud de las mediciones, y su influencia en la conclusión a la que podemos llegar.** Para esto, queremos recordar que el término precisión se relaciona con el rango de las mediciones de la variable dependiente. Es decir, qué diferencias se producen entre las mediciones de un mismo valor, si lo medimos muchas veces. Este segundo aspecto está relacionado con un tema que veremos en próximos encuentros.

Con respecto al primer experimento, si todos los integrantes del equipo tomaron el tiempo de caída, seguramente esos valores no fueron coincidentes. La diferencia entre el más alejado de ellos con el promedio de las mediciones es la que, en una primera aproximación sencilla, define el rango de la precisión. Por ejemplo, si los tiempos fueron 88, 92, 97, 102 y 107 centésimas de segundo, el promedio determinará que el valor a graficar sea el de 97 centésimas de segundo (0,97 s) y su precisión será de 10 centésimas, por lo que el valor final será de $(0,97 \text{ s} \pm 0,10 \text{ s})$.

La precisión se relaciona con el rango de valores dentro del cual creemos que cae el valor real. La exactitud es, justamente, la coincidencia de este valor real –si lo conocemos– con el intervalo encontrado. Si estuviéramos determinando una constante de valor 9,8, podríamos llegar a la conclusión de que nuestro valor encontrado es de $9,2 \pm 0,3$, en cuyo caso el experimento, aunque si bien es preciso, habrá sido inexacto. Por el contrario, podría ser que nuestro valor final fuera de 9 ± 3 , en cuyo caso la precisión sería mucho menor pero el resultado sería exacto, pues contiene en su intervalo el valor real. Sin embargo, en la gran mayoría de los experimentos, una pregunta abierta no permitirá una conclusión definitiva, sino que será una aproximación a la respuesta que estamos intentando construir.

Orientaciones para el coordinador

El objetivo de este segundo momento debe estar dado por la discusión grupal de las posibilidades de las *variables independientes*. Un posible formato de una *pregunta de investigación* se puede resumir en cómo una variable **X** afecta una variable **Y**, y suele requerir una discusión que lleva a entender el fenómeno analizado. En este caso, podría ser: “¿Cómo afecta el largo de las alas al tiempo de caída?”.

Asimismo, el coordinador puede pensar un ejemplo para tener a mano y clarificar el tema:

“El primer reloj necesitó un péndulo que oscilara exactamente con 2 segundos como período. De esta manera, podía tomar 1 segundo en cada media oscilación y permitir contar el tiempo. La pregunta sobre los factores que afectaban el período del péndulo necesitaba una traducción clara para ser investigada: la observación de los posibles factores eran la masa del objeto que pendulaba, la longitud del péndulo desde el punto de oscilación y del ángulo inicial desde el que era liberado. Es decir, era necesario conocer la relación entre el período y todas estas variables. Cada una da lugar a una investigación distinta, donde la pregunta se reduce a investigar cómo la longitud del péndulo (o su masa, o el ángulo inicial) afecta el período. Las *posibles variables independientes* dan lugar a diferentes investigaciones, donde las no investigadas pasan a ser controladas para esa investigación específica”.

Para iniciar la actividad, será necesario utilizar el Anexo 2 para confeccionar el helicóptero. Una vez terminado, se puede ayudar a los docentes a familiarizarse con el experimento, pidiéndoles que dejen caer el helicóptero unas veces. Esto permite ver e incluso intentar una primera manipulación de alguna variable (como el largo de las alas, el largo de la base u otra), para ver si efectivamente afecta el resultado del experimento (el tiempo de caída). En ese caso, el coordinador puede elegirla como *variable independiente* para pensar el procedimiento a seguir y las mediciones a tomar. De esa manera, la investigación se va definiendo, la pregunta se determina y se podrá focalizar en la toma de datos que permitan empezar a responder esa pregunta formulada.

Momentos	Actividades
<p>Tercer momento Cierre del encuentro</p> <p>10 minutos</p>	<p>Acuerdos y actividades para el próximo encuentro</p> <p>10 minutos Entre todos</p>

Acuerdos y actividades para el próximo encuentro

10 minutos
Entre todos

En este primer encuentro nos centraremos en la formulación de preguntas de investigación (en referencia a la investigación empírica, no bibliográfica). Buscamos una formulación que exprese las variables involucradas, a partir de un procedimiento que permita su manipulación, medición y control. A modo de cierre, los invitamos a hacer una reflexión individual: ¿qué se llevan de este encuentro? ¿Qué expectativas tienen para el próximo?

Como tarea, traigan una lista de preguntas de investigación que hayan elaborado o que podrían desarrollar con sus estudiantes. En el próximo encuentro abordaremos sus preguntas

de investigación y otras que les propondremos para profundizar el análisis de variables, y trabajar sobre la recolección y el procesamiento de los datos tomados.

Orientaciones para el coordinador

Luego de la lectura del tercer momento, se sugiere invitar a los docentes a reflexionar sobre las actividades y aprendizajes del encuentro, con el fin de que compartan sus reflexiones individuales.

El coordinador deberá recordarles que se llevan una tarea: traer para el segundo encuentro una lista de dos o tres *preguntas de investigación* que hayan propuesto o quieran proponerles a sus alumnos, para realizar un análisis de sus variables y una discusión del posible procedimiento.

Consigna para la realización del Trabajo Final**Formación Docente Situada****Año 2018**

El trabajo 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

- Documento para el coordinador *La experimentación en el aula*. Ateneo Didáctico 1. Encuentro 1. Nivel Secundario. Área Ciencias Naturales.
- Documento para el participante *La experimentación en el aula*. Ateneo Didáctico 1. Encuentro 1. Nivel Secundario. Área Ciencias Naturales.
- Anexo 1. *Guía de indagación* y Anexo 2. *Helicóptero de papel*. Preparar una copia extra cada tres docentes para poder utilizarlos durante el trabajo. Deberán escribir en el Anexo 1 y recortar el Anexo 2.
- Recursos accesibles, software libre con sus correspondientes tutoriales y secuencias didácticas según tipo de discapacidad y disciplina, pueden encontrarse en: <http://conectareducacion.educ.ar/educacionespecial/mod/page/view.php?id=492>

Materiales de referencia

- Lloyd, G. (2007). *Aristóteles*. Buenos Aires: Prometeo Libros Editorial.