

Curso para la enseñanza N°1

Nivel Secundario

Ciclo Básico/Orientado

Ciencias Naturales

Ciencia en llamas: casos y problemas de la Química, la Física y la Biología en torno a la energía

Año 2017

COORDINADOR

Nombre: “Ciencia en llamas: casos y problemas de la Química, la Física y la Biología en torno a la energía”

Autores

Gabriel Gellon, Guadalupe Nogués y Marcela Gleiser

Destinatarios

Docentes y estudiantes de Profesorado de Nivel Secundario de materias relacionadas con las Ciencias Naturales: Biología, Química, Física, Ciencias de la Tierra, Ciencias del Ambiente, etc.

Presentación

¿Cómo podemos saber cuánta agua fría se necesita para enfriar metales en los procesos industriales como la metalurgia? ¿Qué es el fuego? ¿Por qué perdemos peso cuando ejercitamos?

Aunque no siempre resulte evidente, estas preguntas tienen algo en común: hablan de fenómenos relacionados con el calor, la combustión y de alguna manera con la energía, uno de los temas centrales (y al mismo tiempo más escurridizos) del currículum de Ciencias Naturales en el Nivel Secundario.

Estas preguntas son el punto de partida de casos y problemas ricos para la exploración en el aula, que permiten un trabajo integrado de los contenidos conceptuales centrales de cada disciplina (Física, Química y Biología) junto con capacidades cognitivas especialmente relevantes en disciplinas científicas como el trabajo con datos cuantitativos presentados en tablas o gráficos, o el trabajo con narraciones de experimentos.

Desde el punto de vista de los contenidos conceptuales, la propuesta se centrará en algunas ideas fundamentales en torno al calor y la combustión. Se trabajará con temas que puedan enriquecer la enseñanza de todas las asignaturas de las Ciencias Naturales, como el desarrollo de la idea de calor como concepto fundamental de la física, el fuego como un fenómeno químico, y el proceso de respiración. Se utilizarán diversas herramientas que permiten el trabajo con conceptos y capacidades de un modo integrado, como la historia de la ciencia (que permite entender los procesos de construcción de las ideas científicas, identificando las preguntas que guiaron las investigaciones y los debates involucrados) o el trabajo con casos de la realidad.

En cuanto a las capacidades, el foco estará puesto en el análisis de datos, incluyendo la lectura e interpretación de tablas y gráficos de distintos tipos, que constituyen capacidades sumamente relevantes tanto para las asignaturas científicas del Nivel Secundario como para la formación ciudadana.

Las propuestas apuntan a fomentar un diálogo continuo con la práctica. Los y las docentes deberán ensayar actividades y estrategias; recoger y analizar evidencias de los aprendizajes de sus alumnos; y de este modo fortalecer una mirada reflexiva y transformadora de la enseñanza.

Objetivos

En este curso, se espera que los docentes encuentren oportunidades para:

- desarrollar recursos para la enseñanza de contenidos conceptuales centrales de las Ciencias Naturales, relacionados con el tema transversal de la energía;
- reflexionar acerca de la enseñanza de capacidades especialmente relevantes en disciplinas científicas, en particular el trabajo con tablas, gráficos y soportes de información cuantitativa, y que incorporen recursos para su enseñanza;
- fortalecer una mirada curiosa y reflexiva sobre la enseñanza, que tome en cuenta las evidencias de los aprendizajes de los alumnos en pos de revisar la propia práctica.

Contenidos y capacidades

En este curso, los **contenidos** conceptuales se relacionan con la energía y la combustión desde la mirada de distintas asignaturas de Ciencias Naturales del Nivel Secundario.

- Calorimetría: la medición del calor. Efecto de la masa. Efecto de los materiales. Calor específico. Definición de caloría como unidad de medición del calor.
- Reacciones de combustión. Conservación de la masa. Rol de los gases en la combustión. Reactivos y productos en la combustión de hidrocarburos. Calor de reacción; calorimetría básica. Calorímetro de Lavoisier-Laplace. Algunas características moleculares que afectan el calor de reacción.
- Fisiología de la respiración. Rol de la alimentación y de la frecuencia respiratoria. La respiración celular como un tipo de combustión. VO máx y fisiología del ejercicio. Conservación de la masa en el caso de la respiración. Calorimetría de la respiración.

En cuanto a las **capacidades**, el trabajo se centra en la lectura de datos a partir de tablas y gráficos.

- Gráficos cartesianos. Cuándo usarlos. Lectura de valores de x e y . Lectura de cambios en los valores.
- Gráficos cartesianos. Interpretación y medición de la pendiente de gráficos de relaciones lineales.
- Gráficos de barras. Cuándo usarlos. Lectura y presentación.
- Construcción de gráficos con planilla de cálculo: de tablas a gráficos. Trucos de presentación y cómo leer gráficos con astucia.

Metodología

Encuentros presenciales

El curso consta de 8 encuentros semanales presenciales coordinados por un capacitador. Durante los primeros 7 encuentros, los participantes realizarán actividades en grupos de distintos tamaños y composiciones disciplinares. Además, habrá tareas para realizar entre un encuentro y otro. Por último, el octavo encuentro estará reservado exclusivamente para la presentación oral de los Trabajos Finales.

Práctica en el aula

El curso requiere que cada participante implemente una clase con alumnos reales aplicando los recursos para la enseñanza de capacidades exploradas a lo largo de los encuentros (los temas de esta clase son libres y no están atados al tópico de la energía). Esta clase debe ser planificada, implementada y sobre ella debe realizarse una reflexión acerca de su efectividad. Este material constituirá el Trabajo Final.

Trabajo Final

Consta de un informe escrito y una presentación oral. El informe escrito tiene 3 partes: planificación de la clase, evidencias de la implementación de esa clase y reflexión final sobre los resultados obtenidos. El informe escrito se realizará sobre una plantilla de procesador de texto. La presentación oral será extremadamente breve y tendrá lugar en el octavo encuentro.

Distribución del tiempo

- Encuentros presenciales con especialistas y colegas: 40 horas (8 encuentros quincenales de 5 horas de duración).
- Actividades no presenciales: 20 horas.
- Horas totales del curso: 60 horas.

Evaluación

La evaluación del curso se realizará sobre la base del desempeño en el Trabajo Final. Este recibirá la calificación de desaprobado, aprobado o destacado y se evaluará usando una rúbrica (incluida en el material entregado a los participantes). En síntesis, se evaluará cómo la planificación presentada vincula los contenidos conceptuales con las capacidades de trabajo con tablas y gráficos, si se presentan evidencias elocuentes de la implementación en aula, si la reflexión final intenta descubrir espacios de mejora de la propia práctica y si la presentación oral es clara y respeta los tiempos estipulados.

Contenidos de los encuentros

Encuentro 1

Presentación del curso, de la dinámica de trabajo y de la consigna para el Trabajo Final. Trabajo con un ejemplo de uso de gráficos y tablas en el aula del Nivel Secundario.

Bibliografía:

- Consejo Federal de Cultura y Educación (2006). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Tercer Ciclo EGB / Nivel Medio*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Recuperado de <http://www.me.gov.ar/curriform/publica/nap/nap3natura.pdf>.
- Consejo Federal de Educación (2012). *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios. Ciencias Naturales. Biología. Física. Química. Campo de formación general. Ciclo orientado. Secundario superior*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Recuperado de http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res12/180-12_02.pdf.

Encuentro 2

La medición del calor: la relación entre el calor, la masa y el cambio de temperatura en fenómenos térmicos. Lectura de gráficos cartesianos: variables, valores, cambios en los valores.

Bibliografía:

- Gellon, G. (2010). "Esa cosa llamada calor". *Ciencia Hoy*, 20 (116): 40-43. <http://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy116/Cienciaaula.pdf>.

Encuentro 3

La medición del calor: los materiales y el calor específico de las sustancias. Lectura de gráficos cartesianos: cálculo de pendientes, interpretación, tasas de cambio.
Sin bibliografía.

Encuentro 4

Química de la combustión: conservación de la masa y el rol de los gases en la combustión. Lectura de gráficos de barras: representación de cantidades y uso en las leyes de conservación.

Bibliografía:

- Raviolo, A. (2011). "Enseñanza de la química con la hoja de cálculo". *Educación Química*, 22 (4), 357-362. Recuperado de <http://www.educacionquimica.info/include/downloadfile.php?Pdf=pdf1268.pdf>

Encuentro 5

Química de la combustión: calor de reacción. Gráficos de línea y lectura de tendencias. Construcción de gráficos con hoja de cálculo.
Sin bibliografía.

Encuentro 6

Respiración: Rol del oxígeno y de la comida en el metabolismo. Lectura de tablas de datos y de gráficos cartesianos, comparación de varios conjuntos de datos.

Bibliografía:

- Quiñónez, A. (2012). *Matemáticas. Interpretación de tablas y gráficas para hacer inferencias de la vida cotidiana. Sexto grado del Nivel Primario*. Guatemala: Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa, Ministerio de Educación. Recuperado de http://www.mineduc.gob.gt/digeduca/documents/cuadernillosPedagogicos/No.%205/Matematicas/5_sexto_mate.PDF

(Si bien se trata de un material inicialmente orientado al segundo ciclo del Nivel Primario, aporta herramientas útiles para reflexionar sobre el trabajo con tablas y gráficos que les proponemos en este curso.)

Encuentro 7

La respiración como combustión. Calorimetría y energía del metabolismo. Lectura sagaz de gráficos cartesianos, ejes y escalas.

Sin bibliografía.

Encuentro 8

Coloquio Final: presentación breve por parte de cada uno de los participantes de su práctica en el aula. Sin bibliografía.

Encuentro 1

Presentación

En este primer encuentro, el foco está puesto en las presentaciones de los participantes, el capacitador, la propuesta general y el trabajo final del curso. En particular, se utiliza un ejercicio de trabajo con gráficos para discutir a partir de él cómo se puede trabajar a la vez con conceptos y capacidades.

Este encuentro presencial es introductorio del resto del curso. Se presenta la consigna del trabajo final de manera que los docentes participantes conozcan de antemano cuál es la propuesta y cuáles son los requisitos de aprobación. El trabajo se complementa con una tarea individual para el encuentro siguiente. Esta tarea consta de dos partes. Por un lado, se propone releer los NAP para encontrar, en ellos, aquellos temas que se vinculan con la energía y para identificar oportunidades de enseñanza de trabajo con datos a partir de tablas o gráficos. Por otra parte, se ofrece un texto acerca de las representaciones gráficas y el desarrollo de competencias científicas en la escuela secundaria.

Capacidades a desarrollar

- Cognitivas
 - Leer e interpretar un gráfico cartesiano.
 - Identificar capacidades que se ponen en juego cuando los estudiantes realizan las actividades propuestas.
- Intrapersonales
 - Asumir el propio proceso de formación profesional de manera crítica y reflexiva.
 - Contar con una mirada estratégica en torno a la planificación de sus propuestas de enseñanza.
- Interpersonales
 - Trabajar en equipo con colegas, reflexionando sobre la práctica docente.

Agenda del encuentro

Objetivos	Contenidos	Momento	Tiempo sugerido	Actividades y modalidad de trabajo
- Establecer un vínculo entre los docentes y el capacitador que facilite una relación de trabajo para el resto del curso. - Reflexionar acerca de la	Presentación y criterios de aprobación	Primer momento. Presentaciones	45 minutos	Presentación del capacitador y del grupo. Breve introducción de la propuesta del curso y presentación de los temas a abordar en el encuentro.
	Integración de conceptos y capacidades en el	Segundo momento. Trabajo con	120 minutos	Presentación de un ejercicio de trabajo con gráficos y discusión sobre

integración entre contenidos conceptuales y capacidades en la enseñanza de las ciencias naturales en el Nivel Secundario.	trabajo con gráficos a partir de un ejercicio.	gráficos		el trabajo con conceptos y capacidades.
		Tercer momento. Discusión grupal sobre el trabajo con gráficos y tablas en el aula	30 minutos	Discusión grupal sobre la presencia del trabajo con tablas y gráficos en el aula.
		Intervalo	30 minutos	
	Consigna del Trabajo Final	Cuarto momento. ¿Cómo seguimos en el curso?	45 minutos	Consigna de Trabajo Final del curso. Estructura del resto de los encuentros.
	Quinto momento. Tarea y cierre del encuentro	30 minutos	Tarea y lecturas para el próximo encuentro. Cierre.	

Primer momento. Presentaciones (45 minutos)

Orientaciones para el capacitador

Este primer momento está destinado a la presentación del curso, del capacitador y de los participantes. El capacitador o la capacitadora puede optar por leer el texto de la presentación del curso junto con los participantes, y/o hacer un breve comentario que resuma los aspectos más importantes con los que se trabajará a lo largo del curso (la modelización de la enseñanza de capacidades relacionadas con la interpretación de tablas y gráficos, en diálogo con la enseñanza del tema de la energía con una mirada interdisciplinaria entre las distintas asignaturas que suelen conformar el área de Ciencias Naturales del Nivel Secundario). Cabe destacar que no se espera que en este momento se ahonde en la distribución de contenidos de cada encuentro, en la modalidad de trabajo, etc., puesto que eso será desarrollado con profundidad en el cuarto momento.

En cuanto a la presentación de los participantes, el documento propone algunas preguntas. La dinámica para llevar a cabo esta actividad queda a criterio del capacitador. Una opción interesante es proponerles a los participantes que conversen separados de a pares, y que al hacer la presentación general, hablen acerca del compañero o la compañera con los que conversaron (esta estrategia favorece y acelera la interacción entre los participantes). El capacitador puede optar por presentarse de forma separada, o

participar también de la dinámica grupal. No hay que olvidar que este es un momento para conocerse y establecer una relación de trabajo cordial que permita disfrutar del trabajo.

Actividad 1 **Individual**

Para esta actividad se propone:

- Decir cómo se llaman y/o un apodo con el cual les guste que los nombren.
- Contar en qué escuela/s trabajan y en qué año/s.
- Comentar en qué momento de sus vidas decidieron ser docentes. ¿Por qué decidieron ser docentes de Ciencias Naturales/Física/Biología/Química?

Orientaciones para el capacitador

Al concluir con las presentaciones, se espera que el capacitador mencione, a gran escala, los contenidos y las actividades del primer encuentro. Este abarcará un primer abordaje práctico-reflexivo sobre el uso de gráficos en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Segundo momento. Trabajo con un ejercicio de trabajo con gráficos **(120 minutos)**

En pequeños grupos

En el recuadro que se encuentra a continuación se muestra un problema, para estudiantes de Nivel Secundario, que tiene un gráfico.

A partir de la lectura de este problema y de sus preguntas (lo que está dentro del recuadro) les proponemos dos cosas. Primero, los invitamos a que realicen la actividad como si fueran sus propios alumnos. Luego, que utilicen ese material como insumo de un análisis más profundo, con una mirada docente e incorporando toda la experiencia que tienen. Para la primera parte sugerimos 30/45 minutos y, para la segunda, 30 minutos. Por último, se realizará una puesta en común.

Síndrome de despoblamiento de colmenas - Un problema con gráficos

Un fenómeno alarmante amenaza a las colmenas de abejas de todo el mundo. Este fenómeno se conoce como síndrome de despoblamiento de colmenas. El despoblamiento de colmenas se produce cuando las abejas abandonan la colmena. Separadas de la colmena, las abejas mueren, por lo que el problema de despoblamiento de colmenas ha causado la muerte de decenas de miles de millones de abejas. Los expertos creen que el despoblamiento de colmenas está causado por varios factores.

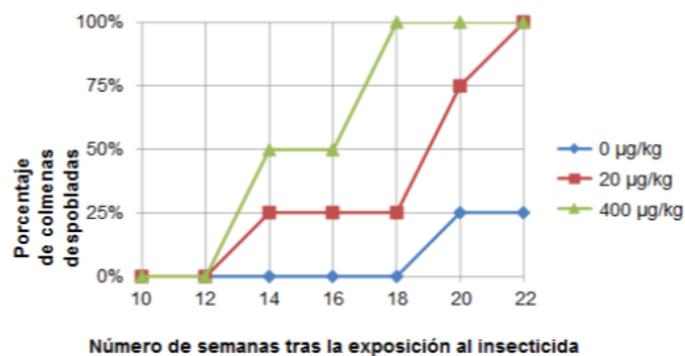


Exposición al imidacloprid

Los científicos creen que el síndrome de despoblamiento de colmenas está causado por diversos factores. Una posible causa es el insecticida imidacloprid, que puede ocasionar que las abejas pierdan el sentido de la orientación cuando están fuera de la colmena.

Los expertos han hecho pruebas para comprobar si la exposición al imidacloprid provoca el despoblamiento de las colmenas. En algunas colmenas se añadió este insecticida al alimento de las abejas durante tres semanas. Se expuso a diversas colmenas a diferentes concentraciones del insecticida, medidas en microgramos de insecticida por kilogramo de alimento ($\mu\text{g}/\text{kg}$). Otras colmenas no fueron expuestas a ningún insecticida.

Ninguna colmena se despobló inmediatamente tras la exposición al insecticida. Sin embargo, al llegar a la semana 14 algunas de las colmenas ya habían sido abandonadas. El gráfico siguiente recoge los resultados observados:



Fuente: Educa Lab (sin fecha) PISA 2015. Síndrome del despoblamiento de colmenas. Disponible en: <http://estaticos.educalab.es/inee/pisa/ciencias/cs600/>

Pregunta 1

Describe el experimento realizado por los expertos completando la siguiente frase (seleccionar 1 de las 3 opciones):

Los investigadores comprobaron el efecto

- a. del despoblamiento de colmenas de abejas.
- b. de la concentración de imidacloprid en alimentos.
- c. de la inmunidad de las abejas al imidacloprid.

Pregunta 2

¿Cuál de las siguientes conclusiones coincide con los resultados que se muestran en el gráfico? (Seleccionar una de las cuatro opciones.)

- a. Las colmenas expuestas a una concentración más alta de imidacloprid tienden a despoblarse antes.
- b. Las colmenas expuestas a imidacloprid tienden a despoblarse en un período de 10 semanas de exposición.
- c. La exposición al imidacloprid en concentraciones inferiores a 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ no daña a las colmenas.
- d. Las colmenas expuestas al imidacloprid no sobreviven más de 14 semanas.

Pregunta 3

Observa el resultado obtenido en la semana 20 en aquellas colmenas que los investigadores no expusieron al imidacloprid (0 $\mu\text{g}/\text{kg}$). ¿Qué indica sobre las causas del despoblamiento de las colmenas estudiadas?

Pregunta 4

Entre las semanas 18 y 20, ¿el grupo con qué tratamiento tiene el mayor porcentaje de despoblamiento? ¿El grupo bajo qué tratamiento experimentó el mayor crecimiento en la proporción de colmenas despobladas?

Actividad 1

Primera parte: 30/45 minutos

Los invitamos a resolver los ejercicios planteados en el recuadro. Al mismo tiempo, les sugerimos que piensen qué dificultades podrían encontrar sus alumnos frente a este tipo de ejercicios (pistas: qué pasa con las unidades, con los ejes, con las tendencias que marcan los gráficos).

Segunda parte: 30 minutos

Les proponemos discutir: ¿Qué está evaluando cada una de las preguntas de este ejercicio? En otras palabras, ¿a qué apunta cada pregunta?

Tercera parte: 45/60 minutos

Para finalizar, realicen una puesta en común.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna de trabajo como inicio del curso?

Se ha decidido comenzar el curso con una actividad práctica de aplicación del uso e interpretación de gráficos, como disparadora de la reflexión acerca de la potencialidad de estos recursos en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Este ejercicio resulta muy interesante por varios motivos:

-es un buen ejemplo de cómo se pueden trabajar capacidades relacionadas con la obtención de información a partir del análisis e interpretación de gráficos, y la formulación de hipótesis a partir de ellos;

-fue pensado para alumnos y alumnas de 15 años, y es parte de un dispositivo de evaluación internacional (las pruebas PISA).

Las evaluaciones PISA (Programme for International Student Assessment o, en castellano, Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) son evaluaciones estandarizadas que se toman a muestras representativas de estudiantes de 15 años de los países que deciden participar, y buscan evaluar cuán hábiles son los chicos y las chicas en diversas áreas del conocimiento. Cabe destacar, no obstante, que no se espera que se desarrolle una discusión en torno a las características de las pruebas PISA, sino que el foco debe estar puesto en por qué este es un buen ejemplo de cómo trabajar las capacidades relacionadas con el uso e interpretación de gráficos, en el marco de contenidos de las Ciencias Naturales.

Análisis del proceso didáctico

Todas las preguntas propuestas aprovechan al máximo el gráfico.

La primera evalúa la comprensión de la pregunta investigada en el experimento. La respuesta correcta (que los investigadores probaron el efecto de la concentración de imidacloprid sobre el despoblamiento de las colmenas) señala que el alumno puede identificar la pregunta que el estudio busca responder y además logró identificar correctamente la variable independiente y la dependiente dentro del experimento.

En la segunda pregunta se espera que alumnos y alumnas puedan leer correctamente valores numéricos del gráfico (la respuesta correcta es la primera opción).

La tercera pregunta busca evidenciar si los estudiantes son capaces de imaginar una hipótesis que pueda explicar el despoblamiento de las colmenas que están en el grupo de control, al que no se le administró el insecticida. Este despoblamiento es mucho menor que en el de las colmenas a las que se les aplica el tratamiento, pero no es nulo. Para que una respuesta pueda ser considerada correcta, debería decir que debe haber otra causa del despoblamiento, o que los panales del grupo control no estaban bien protegidos del exterior, por lo que podrían estar recibiendo insecticida sin que los investigadores lo supieran o simplemente que las colmenas se despueblan como parte natural de su desarrollo.

La cuarta, por último, apunta a que los alumnos puedan diferenciar entre el grupo con máximo despoblamiento (que corresponde a la primera curva), con el que sufre el mayor **cambio** en el despoblamiento (la curva del medio), entre las semanas 18 y la 20. Esto es similar a distinguir entre aceleración y velocidad o entre distancia recorrida y velocidad en cinemática y es fuente frecuente de confusión entre los estudiantes.

Más allá de que esta situación está enmarcada dentro de la Biología, las preguntas apuntan, sobre todo, a evaluar capacidades en relación con la interpretación del gráfico.

Propuesta de gestión

El capacitador debe organizar a los participantes en grupos de 3 o 4 personas, dentro de lo posible, de disciplinas diferentes. Los participantes trabajarán sobre la actividad, en un comienzo, resolviéndola (como si fueran sus propios alumnos), y luego harán un análisis del proceso didáctico de la propuesta. El capacitador puede sugerirles que presten especial atención a qué aspectos aborda cada pregunta (capacidades en relación con el uso del gráfico). Cada grupo anotará sus conclusiones, y se realizará una puesta en común.

Tercer momento. Discusión grupal sobre el trabajo con gráficos y tablas en el aula (30 minutos)

Modalidad de trabajo: Individual o en parejas; entre todos.

Actividad 1

A partir de las siguientes preguntas disparadoras, les proponemos que se tomen 5 minutos para pensarlas, de manera individual o en pareja con alguien de sus mismas disciplinas, para luego realizar una discusión entre todos. Sugerimos tomar notas de las ideas que surjan.

1. Hagan una lista de temas de sus disciplinas en la que normalmente aparezcan gráficos o tablas. ¿Son indispensables esos gráficos o tablas para la enseñanza de cada uno de esos temas?
2. Propongan temas en los que podrían aparecer tablas o gráficos, aunque normalmente no aparezcan.
3. En líneas generales, ¿se enseñan capacidades en la escuela secundaria? ¿Se enseña a trabajar con datos cuantitativos representados en formatos de tablas o gráficos?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta actividad?

Es interesante que los participantes hagan una reflexión acerca de su propia práctica y sobre la educación dentro del Nivel Secundario en relación con las capacidades con las que se trabajará en el curso (el uso de gráficos y tablas en la enseñanza de las Ciencias Naturales). De este modo, se hará una suerte de “relevamiento” acerca de la situación previa a la cursada (estableciendo una analogía con los experimentos, serán “las condiciones iniciales”): se pondrá en evidencia cuánto usan las tablas y gráficos los docentes, en qué disciplinas y para qué temas, y si consideran que hay algún espacio dentro de la escuela secundaria en el que, además de usar estas herramientas (tablas y gráficos), se explique cómo entenderlas e interpretarlas.

Análisis didáctico

El repertorio de respuestas puede ser muy diverso, dependiendo de los integrantes del curso, las disciplinas y los años en los que trabajan, las instituciones a las que pertenecen, etc. No obstante, será posible determinar en qué temas los docentes ya trabajan con estas herramientas, en cuáles aún no, y qué dificultades se presentan.

Propuesta de gestión

Los participantes deberán realizar la actividad de forma individual o en parejas con alguien de sus propias disciplinas. Luego se hará una puesta en común de las respuestas. El capacitador será quien decida cómo realizar la dinámica de intercambio; como sugerencia se propone elegir “voceros” representantes de las distintas disciplinas (ya que probablemente no alcance el tiempo para que todos expongan sus ideas) y que sobre la base de esas intervenciones, los docentes –ya sean de la misma disciplina o de otra– vayan sumando aportes. Sería bueno que entre todos elaboren un resumen de lo discutido y que quede registrado y/o guardado, de modo de poder retomarlo al finalizar la cursada.

Cuarto momento. ¿Cómo seguimos en el curso?

(45 minutos)

A) Estructura del resto de los encuentros

Este curso consta de 8 encuentros, de los cuales el último estará exclusivamente dedicado al Coloquio Final. A continuación, se muestra esquemáticamente la estructura de los encuentros 2 al 7 inclusive.

Encuentros	Conceptos	Capacidades (tablas/gráficos)
2 y 3: Física	- Calor	- Gráficos de líneas con ejes cartesianos. - Tasas, razones, proporciones, pendientes.
4 y 5: Química	- Combustión	- Gráficos de barras, histogramas. - Elaboración de gráficos.
6 y 7: Biología	- Respiración celular	- Tablas. - Escalas y ejes de gráficos cartesianos.

Orientaciones para el capacitador

En cuanto al esquema de los encuentros, el capacitador puede optar por hacer un comentario o no (de acuerdo con los tiempos de las actividades). Este esquema les permite a los participantes tener una idea esbozada de las disciplinas, conceptos y herramientas con las que se trabajará a lo largo de la cursada.

B) ¿De qué se trata el Trabajo Final?

El Trabajo Final consiste en que ustedes planifiquen una actividad para utilizar con sus estudiantes (de una clase, no más) que incluya el trabajo con uno o más gráficos. Luego, que vayan al aula e implementen esa actividad y que finalmente nos cuenten cómo les fue y qué resultados obtuvieron con los alumnos. El encuentro 8 será un Coloquio Final en el que cada participante contará, muy

brevemente, lo que ocurrió en su clase. Además, deberán entregar un informe escrito que contendrá la planificación, evidencia documental del trabajo en el aula y una reflexión final.

Consigna de trabajo: Lean rápidamente la consigna del Trabajo Final que encontrarán en el Anexo y consulten todas las dudas. Habrá más oportunidades de realizar consultas más adelante, en particular en el encuentro 7.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

Ofrecer la consigna del Trabajo Final desde la primera clase permitirá que los participantes lo vayan preparando con gran antelación, sobre todo teniendo en cuenta que deberán implementar alguna de las herramientas (tablas o gráficos) en el marco de un tema que estén dando en algún año y materia en el transcurso de la cursada (deberán organizar sus clases de modo de poder aplicar estas herramientas en una situación de aula concreta).

Algo importante por señalar es que la temática de la clase en la que implementen las herramientas no necesariamente debe estar relacionada con los contenidos conceptuales que se trabajarán en este curso.

Quinto momento: Tarea y cierre del encuentro.

(30 minutos)

Tarea para el próximo encuentro:

Lean los NAP y respondan las siguientes preguntas.

- 1) ¿Algún fragmento de los NAP menciona el análisis de datos en tablas y/o gráficos, o tiene algún tipo de relación con esta capacidad? Buscar ejemplos.
- 2) ¿Por qué creen que los temas en torno a la energía son troncales en las Ciencias Naturales? Den ejemplos de los NAP que pongan en evidencia el trabajo con dichos contenidos.

Cabe aclarar que se retomará este tema en el comienzo del próximo encuentro.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna de tarea?

La lectura y discusión sobre lo que plantean los NAP, en relación con las capacidades y conceptos que se trabajarán en el curso, aportará un buen marco de inicio. Los participantes podrán reflexionar acerca de lo que las disposiciones oficiales establecen, su propia práctica, las realidades escolares, etc.

Propuesta de gestión

El capacitador moderará una breve discusión en relación con esta tarea al comienzo del segundo encuentro. Esta dinámica se repetirá con todas las tareas.

Actividad de reflexión final (no es para entregar).

Para la siguiente actividad les proponemos:

1. Escribir una idea clara que se lleven de este encuentro.
2. Escribir una idea que no les haya resultado clara, o una pregunta en la que vayan pensando.

Bibliografía para el espacio de estudio

Leer para el próximo encuentro:

Ramírez, S.; Mancini, V.; Lapasta, I. (2014). "Las representaciones gráficas y el desarrollo de competencias científicas en la escuela secundaria". Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactej/715.pdf>

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige este artículo?

Este artículo muestra los resultados de una actividad realizada en relación con el desarrollo de capacidades científicas y las representaciones gráficas. Su lectura y análisis también aporta a la construcción de un marco inicial del presente curso.

Propuesta de gestión

Los participantes leerán este trabajo de forma individual, como tarea para el próximo encuentro. El capacitador podría hacer mención de este artículo en el marco del intercambio sobre la tarea de los NAP, al comienzo del segundo encuentro.

Recursos necesarios

Consejo Federal de Cultura y Educación (2006). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Tercer Ciclo EGB / Nivel Medio*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Recuperado de <http://www.me.gov.ar/curriform/publica/nap/nap3natura.pdf>.

Consejo Federal de Educación (2012). *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios. Ciencias Naturales. Biología. Física. Química. Campo de formación general. Ciclo orientado. Secundario superior*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Recuperado de http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res12/180-12_02.pdf.

Materiales de referencia

Consejo Federal de Cultura y Educación (2006). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Tercer Ciclo EGB / Nivel Medio*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Recuperado de <http://www.me.gov.ar/curriform/publica/nap/nap3natura.pdf>.

Consejo Federal de Educación (2012). *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios. Ciencias Naturales. Biología. Física. Química. Campo de formación general. Ciclo orientado. Secundario superior*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Recuperado de http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res12/180-12_02.pdf.

Educa Lab (sin fecha) Pisa 2015. *Síndrome del despoblamiento de colmenas*. Recuperado de <http://estaticos.educalab.es/inee/pisa/ciencias/cs600/>.

Encuentro 2

Presentación

Este encuentro y el próximo abordan el concepto de calor desde la Física, a través del relato de experimentos en los que se calientan distintas masas de agua. En cuanto a las capacidades, se trabaja aquí con gráficos de líneas con ejes cartesianos. La propuesta, que se repite en encuentros siguientes, consiste en presentar actividades de un docente hipotético para, por un lado, modelizar un posible modo de abordar estos temas en el aula y, por el otro, promover a partir de las mismas una discusión más relacionada con aspectos didácticos y educativos.

Agenda del encuentro

Objetivos	Contenidos	Momento	Tiempo sugerido	Actividades y modalidad de trabajo	
<ul style="list-style-type: none">- Analizar actividades de un docente hipotético desde el punto de vista de un alumno y luego con una mirada docente.- Reflexionar acerca de la enseñanza de contenidos conceptuales relacionados con el calor, desde el punto de vista de la Física, integrados al trabajo con capacidades como la lectura e interpretación de gráficos de líneas con ejes cartesianos.		Primer momento. Acerca del encuentro anterior	15 minutos	Discusión sobre tareas y encuentro anterior.	
	La medición del calor: la relación entre el calor, la masa y el cambio de temperatura en fenómenos térmicos.	Segundo momento. Experimentos con calor y diferentes masas	Tercer momento. Gráficos de líneas	45 minutos	Actividad 1 A partir de los datos de un experimento con calentamiento de distintas masas de agua, discusión sobre trabajo con conceptos y capacidades de lectura de gráficos de ejes cartesianos.
					Actividad 2 Gráficos de líneas.
			Intervalo	30 minutos	
	La caloría como unidad para medir calor.	Cuarto momento. Hacia una unidad para medir el calor		90 minutos	Actividad 3 A partir de los datos de un experimento con calentamiento de distintas masas de agua, introducción de una unidad para medir calor.

		Quinto momento. Tarea y cierre del encuentro	30 minutos	Tarea y lecturas para el próximo encuentro. Cierre.
--	--	--	------------	--

Metodología

Este encuentro presencial y el próximo abordan contenidos conceptuales relacionados con la energía desde el punto de vista de la Física y asignaturas afines, a la vez que se presenta y discute acerca de la enseñanza de capacidades relacionadas con la lectura e interpretación de gráficos de líneas. El trabajo se complementa con una tarea individual para el encuentro siguiente que consiste en la lectura de un texto acerca de qué es el calor.

Capacidades

- Cognitivas.
 - Leer gráficos cartesianos: variables, valores, cambios en los valores.
 - Identificar cuándo es apropiado representar información en un gráfico cartesiano y cuándo no.
- Intrapersonales.
 - Asumir el propio proceso de formación profesional de manera crítica y reflexiva.
 - Contar con una mirada estratégica en torno a la planificación de sus propuestas de enseñanza.
- Interpersonales.
 - Trabajar en equipo con colegas, reflexionando sobre la práctica docente.

Primer momento. Acerca del encuentro anterior (15 minutos)

El encuentro anterior culminó con una tarea: buscar en los NAP las capacidades relacionadas con la lectura y construcción de tablas y gráficos. Comenten entre todos muy brevemente algunas de las conclusiones de esta búsqueda. Compartan también alguna reflexión acerca de por qué creen que los temas de energía son troncales en las Ciencias Naturales.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué comenzar de este modo el encuentro?

Comenzar con una recapitulación de lo trabajado en el primer encuentro y las actividades realizadas en la tarea permitirá generar una concatenación y percibir el curso como una gran unidad (y no como una suma de encuentros separados). Además, ayuda a construir un punto de partida homogéneo del nuevo encuentro.

Propuesta de gestión

La modalidad de intercambio queda a criterio del capacitador. Se sugiere que busque estimular la participación de los docentes cursantes y que durante la discusión se puntualicen los aspectos más importantes, de modo que los participantes puedan tomar nota.

Segundo momento. Experimentos con calor y diferentes masas
(90 minutos)

Modalidad de trabajo: En pequeños grupos.

CONSIGNA DE TRABAJO:

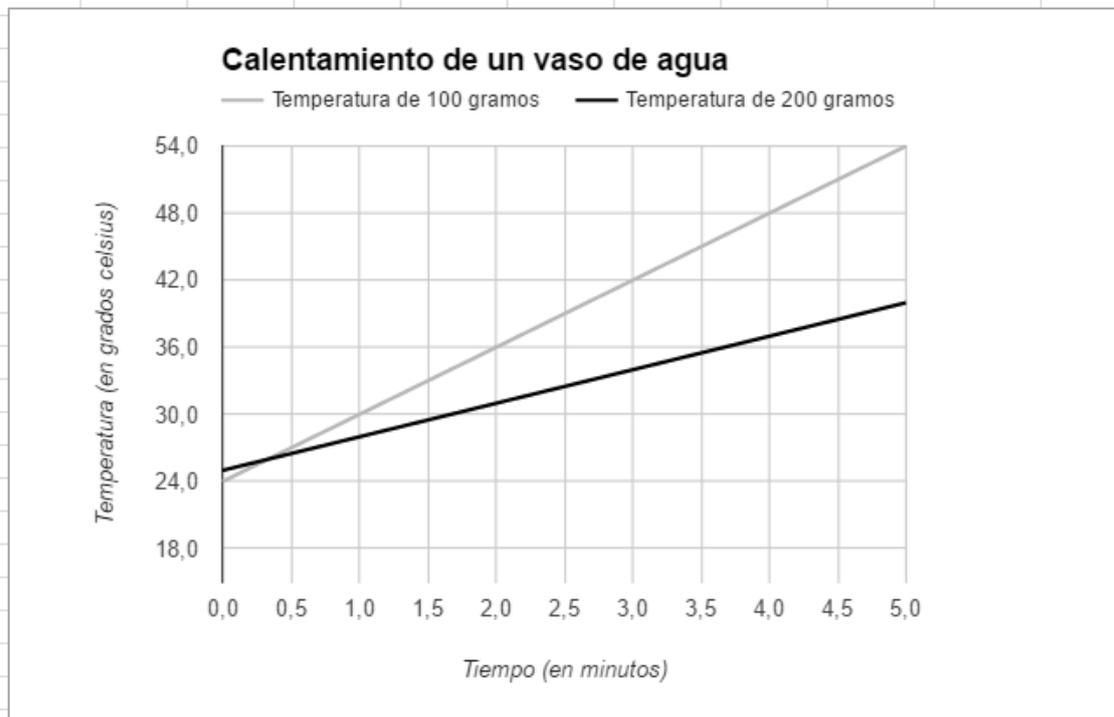
Lean atentamente el material y luego realicen las actividades propuestas más abajo. La propuesta se divide en 2 partes. Sugerimos primero revisar la actividad con “ojos de alumno”, para tratar de apreciar los detalles de comprensión, y luego poner atención a las cuestiones educativas como relevancia, nivel de dificultad, correlatividad de temas. Por último, se realizará una breve puesta en común.

En el recuadro a continuación encontrarán un ejemplo de un material presentado por un docente ficticio a sus alumnos.

Experimento: calentar cantidades diferentes

Imaginemos una fuente de calor que permanece sin cambios por un tiempo apreciable, es decir, no se vuelve más fuerte ni más débil. Puede ser una hornalla o un mechero con mucho combustible. Sobre esta fuente de calor colocamos un recipiente, por ejemplo, un vaso de acero inoxidable, que contenga en su interior 100 gramos de agua. Registramos la temperatura del agua con un termómetro de laboratorio cada 30 o 60 segundos durante 5 minutos, teniendo cuidado de agitar (revolver) antes de medir. Luego repetimos el procedimiento con la misma fuente de calor, el mismo vaso y el mismo termómetro, pero esta vez usamos 200 gramos de agua.

Los resultados se muestran en el siguiente gráfico:



(Gráfico elaborado por los autores del curso).

PREGUNTAS

1. ¿Cuál es la temperatura inicial del agua en el vaso que contiene 100 gramos de agua?
2. ¿Cuál es la temperatura en ese vaso 3,5 minutos después de haber empezado a medir la temperatura?
3. ¿Cuánto subió la temperatura en ese vaso en el primer minuto?
4. ¿Cuánto es el aumento de temperatura en el segundo minuto en ese vaso?
5. ¿Cuántos grados esperás que aumente la temperatura del agua en el vaso entre el minuto 5 y el minuto 6? ¿Por qué?
6. Completá la frase con una de las palabras entre paréntesis: “En una recta, a intervalos de tiempo _____ (iguales, distintos, parecidos, inversos), los incrementos de temperatura son _____ (iguales, distintos, parecidos, muy grandes)”.
7. ¿Por qué te parece que hay que revolver el líquido todo el tiempo? ¿Qué pasaría si no revolvemos?
8. ¿Cómo describirías la diferencia entre una recta y la otra en tus propias palabras?
9. ¿Cuál fue el incremento de temperatura para el vaso de 100 gramos de agua? ¿Cuál fue el incremento de temperatura en el mismo período de tiempo para el vaso con 200 gramos de agua?

10. ¿Cuál tuvo un incremento mayor de temperatura: la masa más grande o la masa más chica? ¿Es lo que esperabas? ¿Por qué?
11. Basado en esto, ¿cuál debería ser el incremento de temperatura usando el mismo mechero sobre una masa de 400 gramos? ¿Y sobre una de 50 gramos?
12. Escribí en palabras cuál es la relación entre la masa y el cambio de temperatura en un tiempo dado cuando la fuente de calor es siempre la misma.
13. ¿Cuál recta corresponde a una masa más pequeña de agua: la más empinada o la más chata?

Actividad 1

En pequeños grupos discutan las siguientes preguntas. Se sugiere tomar notas de las ideas que surjan.

1. ¿Qué contenidos conceptuales se trabajaron en el material presentado en el recuadro?
2. ¿Qué capacidades se trabajaron en este material?
3. A la hora de leer gráficos cartesianos correctamente es importante que los alumnos puedan identificar un valor de “y” asociado a un valor de “x” dado. ¿En qué parte del material se le pide a los alumnos que hagan uso de esa capacidad específica? ¿Cómo hacen ustedes normalmente para enseñar a un alumno a desarrollar esta capacidad? ¿Qué problemas presentan más frecuentemente los alumnos a la hora de aplicar este tipo de capacidades?
4. Otra capacidad específica importante es la de poder calcular cambios de y para un determinado rango de x. ¿En qué parte de la actividad se realizan este tipo de cálculos? ¿Cómo hacen ustedes normalmente para enseñar a un alumno a desarrollar esta capacidad? ¿Qué problemas presentan más frecuentemente los alumnos a la hora de aplicarla? ¿Usan la terminología Δ (*delta*) para denotar diferencias?
5. ¿En qué parte de la actividad se articula explícitamente el significado físico de un gráfico que se ajusta a una relación lineal entre 2 variables? ¿Cómo hacen ustedes normalmente para enseñar a un alumno a desarrollarlas? ¿Qué problemas presentan más frecuentemente los alumnos a la hora de la aplicación? ¿Encuentran que los alumnos confunden proporcionalidad (la recta pasa por el doble 0) con relación lineal (la recta no pasa por el doble cero y hay una ordenada al origen)? ¿Cómo se podría resolver este problema?
6. Una forma de ver si los alumnos han incorporado una regla o idea general es hacerles preguntas que apliquen esa regla o idea general a una situación particular. ¿Cuál de las preguntas del material en el recuadro funciona de esa manera?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

En esta consigna los participantes podrán analizar una actividad docente basada en la obtención de información, interpretación y formulación de predicciones a partir de un gráfico de líneas. En cuanto a los contenidos conceptuales, representa el primer paso para la construcción de una definición operacional del calor basada en la forma de medirlo. La definición es progresiva y no está completa hasta

que no se aborda el tema del calor específico (en el encuentro siguiente). Aquí se ve únicamente la relación entre el aumento de la temperatura de diferentes masas de una misma sustancia cuando el calor entregado es el mismo.

Esta es una forma muy común de estudiar fenómenos térmicos, desarrollada en el siglo XVIII, y que se denomina “fuente de calor constante”. Quien la utilizó con mayor éxito fue el médico escocés Joseph Black y las líneas de razonamiento de las actividades de este encuentro y el siguiente siguen muy de cerca el desarrollo de pensamiento de Black.

Marco histórico-conceptual de la consigna

Joseph Black determinó que cuando hay objetos o sistemas a diferentes temperaturas en contacto físico, las temperaturas tienden a igualarse: los objetos calientes se enfrían y los fríos se calientan hasta encontrar un equilibrio. Esto hoy se conoce como *la ley cero de la termodinámica*. En estas condiciones, el calor que un objeto pierde es igual al que ganan los objetos a su alrededor, lo que sugiere que el calor es una entidad o estado que no se crea ni se destruye, sino que fluye de un objeto a otro.

Black realizó experimentos para ver qué pasaba con los intercambios de calor entre objetos de diferentes masas y objetos de diferentes materiales, estableciendo los fundamentos teóricos de la Calometría, es decir, la ciencia de la medición del calor. Notó que el cambio de temperatura de un objeto no depende solamente de cuánto calor le demos (o le quitemos) sino también de su masa y del material del que está hecho.

Análisis didáctico

A través de las preguntas, el/la docente va guiando a los alumnos para extraer información del gráfico, interpretarla, hacer cálculos y predicciones.

- Las preguntas 1 y 2 apuntan a que los estudiantes lean correctamente el gráfico (es decir, que para cada x den valores correctos de y).

- En las preguntas 3 y 4 se leen no solo valores sino **cambios** en los valores (hay que simplemente restar el valor inicial del valor final). Pero además los estudiantes también notan que el aumento de temperatura es el mismo en el primer minuto que en el segundo minuto o el tercero. Esto es lo que sucede cuando el gráfico es una recta.

- La pregunta 5 implica la realización de una predicción a partir de lo realizado en las preguntas 3 y 4, y la pregunta 6 guía al alumnado a explicar “en palabras” lo concluido a partir de las preguntas 3, 4 y 5.

De este modo, el estudiantado van llegando de manera progresiva a advertir qué pasa con los valores cuando el gráfico es una recta y a interpretar el significado físico de este tipo de comportamiento matemático.

- La pregunta 7 no está relacionada con la interpretación del gráfico (aunque establece una condición necesaria: el revolver homogeniza la temperatura, de modo que los resultados de la medición, representados en el experimento, son confiables).

- En las siguientes preguntas, el docente introduce, sin nombrarlo, el concepto de *linealidad*: el comportamiento matemático de variables relacionadas linealmente, es decir, cuyo gráfico es una recta. Para ver si los chicos están comprendiendo, la pregunta 11 les pide que predigan un resultado que el docente puede chequear. Nótese que se usan diferentes modos de ver el mismo problema: verbalización de las relaciones (preguntas 8 y 12), cálculo matemático a partir del gráfico (preguntas 9 y 10) y uso cualitativo del gráfico sin apelar a los números (pregunta 13). Es importante que los estudiantes puedan

moverse de un modo de expresión al otro para profundizar su comprensión de la herramienta y su aplicación a situaciones físicas concretas.

Propuesta de gestión

Los participantes deberán trabajar en grupos de 3 o 4 personas. Se espera que no sean los mismos integrantes que en el primer encuentro, sino que trabajen con otros, para enriquecer el intercambio. La idea es que, a lo largo de los encuentros, todos los participantes hayan interactuado entre sí. El capacitador será el encargado de ir organizando las distribuciones en equipo en la cursada.

Si el capacitador lo considera necesario, puede hacer una breve introducción a la actividad, para generar un marco histórico-conceptual.

Cabe destacar que no se espera que respondan las preguntas de la actividad del docente ficticio (aunque pueden responderlas si desean), sino que el énfasis debe estar puesto en el análisis de las actividades en relación con el uso del gráfico de líneas.

Los últimos 15 minutos se deben destinar a una puesta en común.

Quizás sea necesario realizar 2 aclaraciones respecto de las preguntas dirigidas a los participantes.

Respuestas a las preguntas del material del docente ficticio

A continuación, se explicitan las respuestas esperadas en las preguntas del material que el docente ficticio presenta a sus estudiantes de Nivel Secundario.

1. La línea que representa al vaso con 100 gramos es la gris clara. En el momento cero, esa línea corresponde a una temperatura de 24 °C. Hay que notar que una respuesta completa no da solamente el valor numérico sino las unidades correctas también. Y eso se obtiene de leer correctamente el gráfico.
2. Entre 45 °C y 46 °C.
3. La temperatura del agua subió unos 6 °C (de 24 °C a 30 °C).
4. También fue de aproximadamente 6 °C.
5. Se espera que aumente unos 6 °C porque eso es lo que aumenta en un minuto y como la fuente de calor es constante, cada minuto deberá aumentar la misma cantidad de grados.
6. “En una recta, a intervalos de tiempo iguales, los incrementos de temperatura son iguales”.
7. Hay que revolver todo el tiempo para mezclar el agua y que se homogenice la temperatura. Si no revolviésemos, habría partes más calientes y partes más frías y no podríamos saber si lo que dice el termómetro es la temperatura de toda la masa de agua o de solamente una parte. El fondo va a estar más caliente. Esta es una técnica básica e indispensable de la Calorimetría.
8. Una de las rectas es más empinada que otra. Dicho más técnicamente, la recta correspondiente al vaso con 100 gramos de agua tiene una pendiente más pronunciada.
9. Para los 100 gramos de agua el incremento fue de 18 °C (entre 30 °C y 48 °C). Para los 200 gramos de agua el incremento fue de unos 10 °C (entre 28 °C y 38 °C).
10. El incremento mayor fue para la masa más chica. Es natural pensar que una masa más chica es más fácil de calentar. Se pueden poner ejemplos extremos: con una misma llama caliente una taza y una pileta de natación.
11. Para una masa de 400 gramos el incremento debería ser de unos 4 o 5 °C. Para una masa de 50 gramos debería ser a de unos 36 °C.

12. Si multiplico la masa por dos, el cambio de temperatura se divide por dos. Si multiplico la masa por un número, tengo que dividir la temperatura por ese número.
13. La más empinada corresponde a la masa menor.

Tercer momento: Gráficos de líneas (45 minutos)

¿Para qué usamos gráficos de líneas? ¿Cómo se puede enseñar a los alumnos a extraer información a partir de este tipo de gráficos?

Modalidad de trabajo: En pequeños grupos (5 o 6 personas); entre todos.

Consigna de trabajo: En grupos de 5 o 6 (diferentes de los anteriores), lean el texto que se encuentra en el recuadro y discutan las preguntas que se encuentran a continuación (30 minutos). Se sugiere tomar nota de las respuestas.

Por último, realicen una puesta en común (15 minutos).

¿Cuándo usar gráficos de líneas?

Este tipo de gráficos permite mostrar datos puntuales que luego son unidos por una línea. Por lo general, se usan cuando las dos variables graficadas son *continuas*, como el tiempo, la temperatura, la altura o la concentración. Cabe destacar que, como lo que se suelen graficar son magnitudes, es indispensable indicar con claridad las unidades que fueron consideradas para realizar el gráfico (minutos, grados Celsius, centímetros, molaridad, etc.). Cuando las variables son *discretas* (como la cantidad de habitantes de las ciudades más grandes de Argentina o la provincia en la que vive una persona), es conveniente usar otro tipo de gráficos; en estos casos, unir los puntos de datos con una línea puede llegar a conducir a una idea equivocada. Cabe destacar, no obstante, que en ciertas ocasiones se usan gráficos de líneas con variables discretas, si lo que se desea destacar es una tendencia. Más adelante discutiremos modos de representar este tipo de variables.

Los gráficos de líneas tienen algunas ventajas respecto de las palabras al momento de mostrar información:

- la *tendencia* de los datos es de fácil visualización (a medida que aumenta x , ¿qué pasa con la variable mostrada en el eje y ?);
- permite ver a la vez varias series de datos independientes, y así poder compararlos;
- un solo gráfico puede contener mucha información y de modo compacto que, de tener que escribirla, llevaría muchísimas palabras.

Actividad 2

Les proponemos contestarlas siguientes preguntas.

1. ¿Cómo podemos los docentes ayudar al alumnado a aprender a leer, interpretar y generar gráficos de líneas?
2. ¿Cuáles son las dificultades con las que, en su experiencia, los alumnos tropiezan a la hora de desarrollar este tipo de capacidades?
3. ¿Qué otras ventajas (además de las que se mencionan en el recuadro anterior) puede tener el uso de gráficos de líneas? ¿Se les ocurre alguna desventaja?
4. ¿Qué tipos de gráficos se deberían usar para representar variables discretas, es decir, que tienen valores determinados?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

Este texto breve formaliza y describe las características de los gráficos de líneas y sus aplicaciones. Por un lado, permite hacer una generalización luego de haber trabajado con el caso particular en la consigna anterior. Por otro lado, sirve como disparador para la reflexión didáctica sobre la propia práctica.

Análisis didáctico

Las respuestas y comentarios serán muy diversos. No obstante, luego de esta actividad quedarán en evidencia el modo en el que los docentes trabajan con estas herramientas, las dificultades que tienen, las ventajas que encuentran, etc. Sería conveniente sugerirles que también den ejemplos de los temas en los que usan este tipo de representaciones gráficas y para qué años de la escuela secundaria.

Respecto de las variables discretas, se espera que hablen de otro tipo de representaciones gráficas, como los gráficos de barra. Esta pregunta anticipa temas que se trabajarán más adelante en el curso.

Propuesta de gestión

Aquí se espera que trabajen en grupos diferentes, y de mayor cantidad de integrantes. Luego de la discusión por grupos, se deberá realizar una puesta en común. Si fuera posible, sería conveniente tomar nota de algunas cuestiones comunes que hayan aparecido en todos los grupos.

Cuarto momento: Hacia una unidad para medir el calor

(90 minutos)

Modalidad de trabajo: En pequeños grupos; entre todos.

Consigna de trabajo:

En el recuadro encontrarán la continuación del material presentado por un docente ficticio a sus alumnos. Lean atentamente el material y luego realicen las actividades propuestas más abajo. Sugerimos tomar nota de lo discutido. Disponen de 90 minutos para todo este momento, que incluye la revisión del material presentado por el docente ficticio, la realización de la actividad 3 en grupos y una puesta en común.

Experimento: calentar cantidades diferentes (segunda parte)

Si uno repite este tipo de experimentos con diferentes masas de agua, advierte que existe un patrón. Dicho con palabras sencillas: si se utiliza la misma cantidad de calor, cuanto mayor es la cantidad de materia que se caliente, menor es el cambio de temperatura, y lo mismo vale cuando la enfriamos. Este patrón se puede expresar matemáticamente con mayor precisión. Analicemos la información que aporta la siguiente tabla.

Masa de agua (g)	Incremento de temperatura en cinco minutos (°C)	Producto del incremento de temperatura por la masa de agua (g.°C)
50 g	85,0 °C	
100 g	42,5 °C	
200 g	21,3 °C	
400 g	10,6 °C	
800 g	5,3 °C	

PREGUNTAS

1. Multipliquen el incremento de temperatura por la masa de agua correspondiente y completen la tercera columna de la tabla. ¿Cómo son los valores obtenidos?
2. ¿Por qué es importante que todos estos experimentos se hagan en el mismo tipo de vaso y siempre sobre la misma llama?
3. ¿Por qué es importante que se realice por la misma cantidad de tiempo?

Esto sí que es un descubrimiento cuantitativo importante. ¿Por qué? Porque nosotros sabíamos de antemano que todas esas muestras de agua estaban recibiendo la misma cantidad de calor – exactamente la misma– aunque no sabíamos cuánto calor era. Ahora sabemos que, en este proceso, si multiplicamos el incremento de temperatura por la masa, siempre nos da el mismo número, o sea que ese número es un indicativo de la cantidad de calor.

De hecho, esta es la base de una de nuestras formas actuales de medir el calor.

La caloría se define como el calor que se necesita para aumentar la temperatura de 1 gramo de agua en 1 °C.

4. ¿Cuántas calorías recibió el vaso con 100 gramos de agua del primer experimento?
5. ¿Cuántas calorías recibió el vaso con 200 gramos de agua del primer experimento?

6. Supongamos que un vaso sobre una vela con 120 gramos de agua experimenta en cierto tiempo un aumento de la temperatura de 10 °C. ¿Cuál sería el aumento de temperatura si con la misma vela, y durante el mismo período de tiempo, calentáramos un vaso idéntico al anterior con 90 gramos de agua?

Actividad 1

Para la siguiente actividad les sugerimos realizar las preguntas que se presentan a continuación.

1. ¿Qué contenidos conceptuales se trabajaron en el material que el docente ficticio entregó a sus alumnos? ¿Qué capacidades?
2. Fíjense que los números de la tercera columna no son exactamente iguales, sino que son solo muy parecidos. Esto sucede siempre que trabajamos con cantidades medidas experimentalmente y es una característica propia de las ciencias empíricas. Saber si los números son en realidad iguales pero difieren por pequeñas variaciones en la medición, o si se trata de diferencias reales, es parte del trabajo del investigador. Los alumnos del secundario no disponen de las herramientas para resolver este problema, pero sí es importante que aprecien que los números obtenidos empíricamente pueden variar y hay que ser tolerante con ciertas diferencias pequeñas en pos de ver un patrón interesante como en este caso. ¿Cómo podemos hacer para que los estudiantes aprecien los patrones que emergen de los números aun cuando el error experimental no lo hace absolutamente exacto?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

A través de esta nueva actividad (que en algún punto es la continuación de la anterior) se introduce otra herramienta: las tablas de datos. En cuanto a los contenidos conceptuales, la actividad generaliza lo estudiado en la actividad anterior y conduce a la definición de una unidad para el calor. Si bien se sigue trabajando con la relación entre la masa y el aumento de temperatura, se considera un único lapso (5 minutos). La lectura de los datos de la tabla y los cálculos para completarla permiten trabajar con el concepto de patrón (y su interpretación en torno a los contenidos conceptuales de este experimento). También vemos las dificultades que pueden surgir al intentar encontrar patrones matemáticos en números que son el resultado de mediciones y que por lo tanto conllevan incertezas y desviaciones de los valores ideales.

Análisis didáctico

A partir del análisis de la actividad, se espera que los participantes noten que:

- la primera pregunta del docente ficticio apunta a que el alumnado use los datos de la tabla para hacer cálculos, y luego interpreten los resultados;
- una vez que se define el concepto de *caloría*, las preguntas 4 y 5 apuntan a la obtención e interpretación de valores de la tabla de acuerdo con esta definición;
- la pregunta 6 lleva a aplicar el concepto de *patrón obtenido* (el producto entre la masa y el incremento de temperatura);

Cabe aclarar que las preguntas 2 y 3 aclaran cuáles son las condiciones que se mantienen fijas en el experimento, e invita a los alumnos a elaborar hipótesis al respecto (para analizar la relación entre 2 variables, las otras deben permanecer fijas).

Propuesta de gestión

Debido a que, en algún punto, esta actividad se conecta con la realizada en el segundo momento, sería conveniente que se agruparan los mismos participantes. Vale aclarar que es necesario que los participantes hagan los cálculos de la pregunta 1 de los alumnos, pero que no es imprescindible que respondan las preguntas restantes. Luego de un tiempo de elaboración grupal, se debe hacer una puesta en común.

Respuestas a las preguntas del material del docente ficticio

A continuación se explicitan las respuestas esperadas en las preguntas del material que el docente ficticio presenta a sus estudiantes de Nivel Secundario:

1. 4250 g.°C; 4250 g.°C; 4260 g.°C; 4240 g.°C; 4240 g.°C
2. Es importante que todos los experimentos se hagan en el mismo vaso y con la misma llama para que los resultados sean comparables. Si se hacen con diferentes vasos y vemos una diferencia en el cambio de temperatura, no podemos atribuir con certeza la causa de esa diferencia a la masa o al mechero o el tipo de vaso.
3. En el caso del tiempo es más patente la importancia de mantener las variables iguales: si dejamos un vaso sobre la llama más tiempo recibirá más calor y toda esta comparación se basa justamente en el supuesto de que todas las muestras de agua reciben exactamente la misma cantidad de calor.
4. El vaso con 100 gramos recibió, de acuerdo a los datos de la tabla, 4250 calorías (viene de multiplicar la masa por el cambio de temperatura).
5. El vaso con 200 gramos recibió, de acuerdo a los datos de la tabla, 4260 calorías. La lógica indica que recibió la misma cantidad de calor que el vaso con 100 gramos. La discrepancia puede deberse a errores de medición en la temperatura, la masa o el tiempo.
6. La vela en ese tiempo entrega 1200 calorías. Aplicadas a 90 gramos, esas calorías deberían producir un cambio de temperatura de $1200/90$, o sea, $13,3$ °C.

Quinto momento: Tarea y cierre del encuentro

(30 minutos)

A lo largo de este encuentro han explorado una muestra de actividades basadas en la lectura de gráficos y tablas. Las actividades apuntan a desarrollar la idea de calor como algo medible, una tarea que fue originalmente emprendida por Joseph Black a fines del siglo XVIII. Black realizó numerosos experimentos y reflexiones acerca del calor y estas actividades no pretenden ser exhaustivas sino indicativas de ciertas formas de trabajo. La idea de calor no está completa sin estudiar lo que sucede en cambios de estado y especialmente cuando hay intercambios de calor entre objetos de materiales diferentes. Esto último será abordado en el encuentro siguiente, al mismo tiempo que seguimos explorando cómo usar gráficos en el aula de ciencias.

Actividad de reflexión final (no es para entregar)

1. Les proponemos pensar en sus alumnos y en su capacidad de lectura de gráficos cartesianos. Identifiquen una fortaleza y una debilidad de sus alumnos respecto de esta capacidad en particular.
2. Identificar una idea pequeña de aplicación en sus aulas (un pequeño cambio al explicar un tema, una actividad posible, una manera de guiar, una pista o sugerencia) que creen que podría ayudar a sus alumnos a extraer información de un gráfico cartesiano.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta actividad de reflexión al final del encuentro?

Estas 2 preguntas llevan a los participantes a que, de forma individual, reflexionen sobre su propia práctica en relación con el uso de las herramientas analizadas en este encuentro, y que vayan pensando ejemplos de cómo podrían aplicarse en el aula, en miras del Trabajo Final.

Bibliografía para el espacio de estudio

Leer para el próximo encuentro:

Gellon, G. (2010). "Esa cosa llamada calor". *Ciencia Hoy*, 20 (116): 40-43. Recuperado de <http://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy116/Cienciaaula.pdf>.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige este artículo?

Este artículo, por un lado, completa el marco histórico respecto del estudio del calor y, por otro, lleva a reflexionar el modo en el que se trabaja en el aula (con este tema y con otros), respecto de la historia de la ciencia. Su lectura ayudará a preparar las ideas para el encuentro siguiente.

Propuesta de gestión

Los participantes leerán este trabajo de forma individual, como tarea para el próximo encuentro. El capacitador podrá gestionar una pequeña discusión al respecto al comienzo del tercer encuentro.

Recursos necesarios

Gellon, G. (2010). "Esa cosa llamada calor". *Ciencia Hoy*, 20 (116): 40-43. <http://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy116/Cienciaaula.pdf>.

Materiales de referencia

Expedición Ciencia (2013). *¿Cómo medir el calor?* Recuperado de <http://expedicionciencia.org.ar/wp-content/uploads/2015/04/Cómo-medir-el-calor.pdf>.

Pessoa de Carvalho, A. M. y Castro, R. S. (1992). "La historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura". *Enseñanza de las ciencias*,

10 (3), 289-294. Recuperado de

<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v10n3/02124521v10n3p289.pdf>.

Ramírez, S., Mancini, V. y Lapasta, I. (2014). "Las representaciones gráficas y el desarrollo de competencias científicas en la escuela secundaria". En *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Buenos Aires: OEI. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/715.pdf>.

Encuentro 3

Presentación

Este es el segundo y último encuentro dedicado a abordar el concepto de calor desde la Física a través del relato de experimentos en los que se calientan distintos materiales. En cuanto a las capacidades, se introducen aquí las tasas y pendientes, y cómo calcularlas a partir de los gráficos cartesianos. Como en el encuentro anterior y en los próximos, la propuesta consiste en presentar actividades de un docente hipotético para, por un lado, modelizar un posible modo de abordar estos temas en el aula y, por el otro, promover a partir de las mismas una discusión más relacionada con aspectos didácticos y educativos.

Agenda del encuentro

Objetivos	Contenidos	Momento y actividad	Tiempo sugerido	Actividades y modalidades de trabajo
<ul style="list-style-type: none">- Analizar actividades de un docente hipotético desde el punto de vista de un alumno y luego con una mirada docente.- Reflexionar acerca de la enseñanza de contenidos conceptuales relacionados con el calor, desde el punto de vista de la Física, integrados al trabajo con capacidades como la interpretación y cálculo de tasas y pendientes a partir de gráficos de líneas con ejes cartesianos.	La medición del calor: los materiales y el calor específico de las sustancias.	Primer momento. Acerca del encuentro anterior	15 minutos	Discusión sobre tareas y encuentro anterior.
		Segundo momento. Experimentos con calor y diferentes materiales	75 minutos	Actividad 1 A partir de los datos de un experimento con calentamiento de distintos materiales, introducción a tasas y pendientes.
		Tercer momento. Tasas y pendientes	60 minutos	Actividad 2 Tasas y pendientes. Discusión sobre cálculo de tasas de cambio en gráficos de ejes cartesianos.
		Intervalo	30 minutos	
		Cuarto momento. Calor específico	60 minutos	Actividad 3 A partir de los datos del experimento anterior, introducción de la idea de calor específico.
		Quinto	60 minutos	Tarea y lecturas para el

		momento. Tarea para el próximo encuentro		próximo encuentro. Cierre.
--	--	---	--	----------------------------

Metodología

Este encuentro presencial y el anterior abordan contenidos conceptuales relacionados con la energía desde el punto de vista de la Física y asignaturas afines, a la vez que se presenta y discute acerca de la enseñanza de capacidades relacionadas con la interpretación y cálculo de tasas, razones, proporciones y pendientes. El trabajo se complementa con una tarea individual para el encuentro siguiente que consiste en reflexionar acerca del uso de los gráficos en la enseñanza de las respectivas asignaturas científicas de los docentes participantes.

Capacidades

- Cognitivas
 - Leer e interpretar gráficos cartesianos: cálculo de pendientes, tasas de cambio.
 - Identificar cuándo es apropiado representar información en un gráfico cartesiano y cuándo no.
- Intrapersonales
 - Asumir el propio proceso de formación profesional de manera crítica y reflexiva.
 - Contar con una mirada estratégica en torno a la planificación de sus propuestas de enseñanza.
- Interpersonales
 - Trabajar en equipo con colegas, reflexionando sobre la práctica docente.

Primer momento: Acerca del encuentro anterior

(15 minutos)

En el encuentro anterior quedó una lectura pendiente acerca del rol de la idea de calórico en la enseñanza y los modos en que la historia de la ciencia puede constituir un recurso para la enseñanza de las disciplinas científicas. ¿Quieren compartir alguna reflexión, crítica, duda o comentario respecto de este material? Escriban alguna de estas ideas para compartir con los demás.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué comenzar de este modo el encuentro?

El tercer encuentro está íntimamente ligado con el anterior, tanto en los contenidos conceptuales como en las herramientas sobre las cuales se trabaja. Es por eso que es conveniente hacer una recapitulación de lo trabajado en el encuentro anterior, y discutir algunas ideas del texto que debían leer los participantes.

Propuesta de gestión

La modalidad de intercambio queda a criterio del capacitador. Se sugiere que se estimule la participación de los docentes y se abra un espacio de discusión entre pares que permita puntualizar los aspectos más importantes. El espacio para tomar nota queda a disposición de los que deseen anotar allí alguna idea que les parezca relevante.

Segundo momento: Experimentos con calor y diferentes materiales (75 minutos)

Modalidad de trabajo: En pequeños grupos (de 3 o 4 personas), entre todos.

Consigna de trabajo

Lean atentamente el material y luego realicen las actividades propuestas más abajo. Se presenta primero un material que un docente ficticio presenta a sus alumnos. Luego, se propone una actividad para que ustedes realicen en grupo y, por último, se discute con los demás grupos lo trabajado, en una breve puesta en común.

Orientaciones para el capacitador

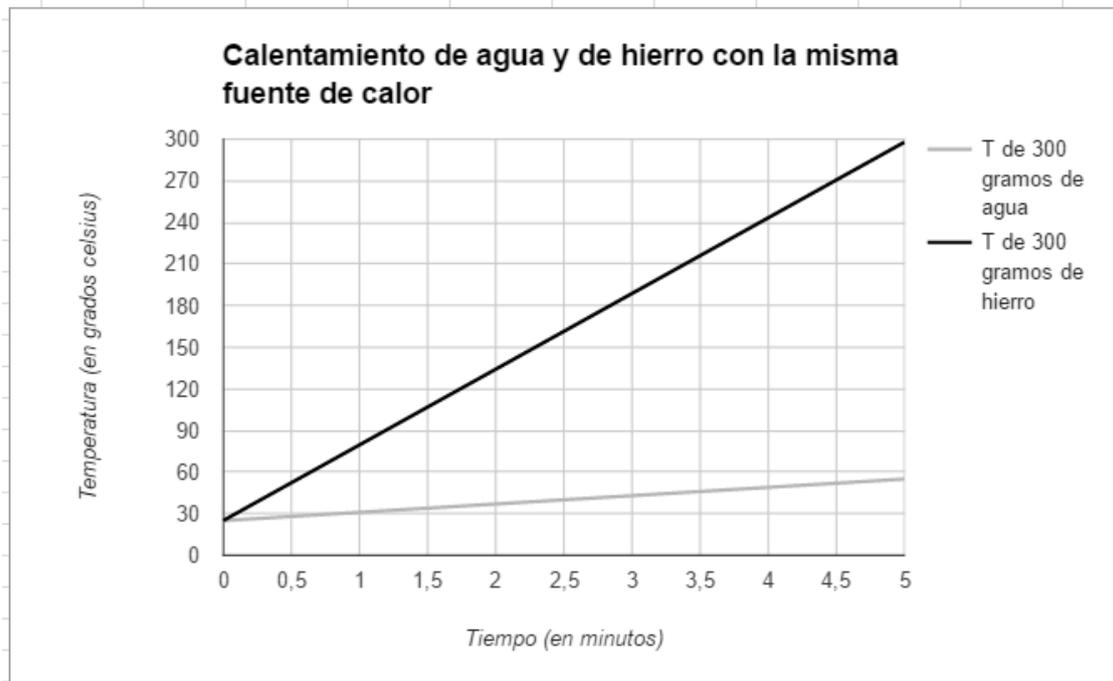
El segundo momento podría comenzar con una introducción oral por parte del capacitador para dar parte del contexto del trabajo en relación con lo trabajado en el encuentro anterior.

En las actividades del docente ficticio del segundo encuentro se vio cómo analizar el efecto del calor sobre diferentes masas de agua. Aquí se trabaja sobre experimentos que miden el efecto de una misma cantidad de calor sobre dos materiales diferentes. La idea central no es muy diferente de la de la clase 2: se pone la misma cantidad (en gramos) de 2 sustancias diferentes en vasos idénticos, asegurándose de entregarles la misma cantidad de calor.

Experimento: calentar materiales diferentes

El científico escocés Joseph Black notó hace varios siglos que los materiales responden de manera diferente al calor. Para poder *cuantificar* el efecto de la composición de un objeto, hay que hacer experimentos. Una posibilidad es tomar 2 cantidades iguales de 2 materiales diferentes y entregarles exactamente la misma cantidad de calor para observar qué sucede con la temperatura en cada caso. El gráfico adjunto fue producido con los datos de un experimento en el que se calentaron 2 masas iguales de agua y de hierro respectivamente usando la misma llama y condiciones lo más parecidas posibles entre las 2 muestras.

Observen, analicen el gráfico, y luego respondan las preguntas a continuación.



(Gráfico elaborado por los autores del curso).

PREGUNTAS

1. ¿Por qué se usan en el experimento la misma cantidad de hierro y de agua?
2. ¿Qué vaso recibió más calor?
3. ¿Cuál tuvo mayor aumento de temperatura en el tiempo del experimento?

Ahora bien, lo más útil sería poder comparar numéricamente la respuesta de cada material al calor, no simplemente diciendo cuál se calentó más, sino cuánto más.

4. ¿Cuál es el aumento de temperatura del agua en una unidad de tiempo (1 minuto)?
5. ¿Cuál es el aumento de temperatura del hierro en 1 minuto?
6. ¿Cuántas veces más grande es el aumento de temperatura en 1 minuto de un material que el otro?

Actividad 1

En grupos de 3 o 4 participantes discutan las siguientes preguntas. Les sugerimos tomar notas de las ideas que surjan.

1. ¿En qué parte del material se le pide a los alumnos que analicen, a partir de ese gráfico, cuán rápidamente ocurre un cambio en la temperatura? ¿Cómo hacen ustedes normalmente para enseñar a

un alumno a desarrollar esta destreza? ¿Qué problemas presentan más frecuentemente los estudiantes a la hora de aplicar este tipo de destrezas?

2. ¿En qué parte del material se pueden trabajar otras capacidades más allá de la lectura e interpretación de gráficos?

3. Propongan una o dos preguntas que podrían hacer para *guiar* a un alumno ficticio que, para calcular la tasa de incremento del hierro dice que es de 300 °C en 5 minutos, o sea de 60 °C/min y no comprende que debe restar la temperatura inicial del hierro (28 °C aproximadamente). La idea es guiarlo: ni darle la respuesta, ni dejarlo solo para que se dé cuenta.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

Esta consigna está relacionada con las consignas del segundo y cuarto momento del encuentro anterior, tanto en relación con los contenidos conceptuales, como en las herramientas. En este caso se trabaja con otro experimento hipotético (también similar a los experimentos históricos realizados por Joseph Black).

Análisis didáctico

El cuestionario del docente ficticio en esta actividad está relacionado con las actividades del encuentro anterior. La tarea principal de los alumnos consiste en calcular cuán rápidamente se están elevando las temperaturas en cada uno de los vasos (preguntas 4 y 5, que más adelante en este encuentro verán que se trata de una tasa, en este caso, la tasa de incremento de la temperatura). La comparación de los incrementos de temperatura en un mismo lapso (1 minuto) da una idea de cuán más rápidamente sube la temperatura en el contenido de un vaso frente al otro (pregunta 6).

Cabe destacar que este ejercicio requiere herramientas matemáticas y gráficas que no son muy diferentes de las usadas en las actividades del encuentro anterior, pero sí representan un uso más sofisticado (en este caso, son actividades que llevan al desarrollo del concepto de pendiente, y su interpretación en el marco del gráfico).

La pregunta 1 no apunta a obtener información del gráfico, aunque establece condiciones necesarias para que el gráfico pueda ser interpretado correctamente (tanto el calor que reciban las sustancias como la masa deben ser iguales; la única diferencia debe ser el tipo de material). La pregunta 2, en cambio, es capciosa, y también se relaciona con las condiciones fijas: ningún vaso recibe más calor que otro; ambos reciben la misma cantidad, y por este motivo, las diferencias en la variación de la temperatura dependen solamente del material.

La pregunta 3 dirigida a los docentes es interesante en esta instancia, ya que luego de los análisis de los otros 2 encuentros, se les pide que confeccionen preguntas que completan la actividad del docente ficticio.

Propuesta de gestión

Como en casos anteriores, se pide que los participantes realicen un análisis de la actividad propuesta desde el punto de vista educativo, pero se sugiere que resuelvan los ejercicios ellos mismos como si fueran sus propios estudiantes para evocar con mayor precisión la respuesta que suponen que tendrán

los alumnos frente a este tipo de material. Los últimos 15 minutos se deben destinar a una puesta en común.

Respuestas a las preguntas del material del docente ficticio

A continuación se explicitan las respuestas esperadas en las preguntas del material que el docente ficticio presenta a sus estudiantes de Nivel Secundario.

1. Se usan las mismas cantidades para que los resultados de los diferentes experimentos sean comparables. Si se variara la masa, por ejemplo, no podríamos atribuir una diferencia de resultados al tipo de material o a la cantidad.
2. Reciben la misma cantidad de calor. Es una pregunta tramposa, pero que sirve para ver si los alumnos están pensando las cosas o respondiendo automáticamente.
3. El hierro.
4. En el lapso mostrado en el gráfico (5 minutos) el aumento de la temperatura del agua fue de unos 27-28 °C a unos 57-58 °C. O sea un incremento de 30 °C en 5 minutos, lo cual da un aumento de 6 °C por minuto.
5. Para el hierro se observa que el incremento total de temperatura va de 27-28 °C a 300 °C, es decir, unos 272-273 °C en 5 minutos. Esto corresponde a un incremento de unos 54,5 °C por minuto.
6. El aumento del hierro es unas 9 veces más grande que la del agua ($54,5 \div 6 = 9,1$).

Tercer momento: Tasas y pendientes

(60 minutos)

¿Cómo hacemos para comparar magnitudes entre sí? ¿Cómo podemos obtener esa información a partir de gráficos cartesianos? ¿Cómo enseñar esta habilidad a los alumnos?

Modalidad de trabajo: En grupos (5 o 6 personas); entre todos.

Consigna de trabajo:

Lean el texto que se encuentra en el recuadro y discutan las preguntas que se encuentran a continuación. Tomar nota de las respuestas. Por último, realicen una puesta en común.

Tasas, razones y proporciones

En las ciencias, muchas veces se quieren comparar números o incluso generar magnitudes compuestas que se valen de otras magnitudes (como la velocidad, la densidad o la concentración). Las tasas, razones y proporciones son todas formas ligeramente diferentes de comparar magnitudes, simplemente dividiendo una por otra. Una *razón* es el cociente (la división) entre dos números, generalmente en unidades diferentes. Por ejemplo, la razón de hombres versus mujeres nos dice cuántos hombres hay por cada mujer. Una *proporción* es el cociente que compara una parte con el todo. Por ejemplo, la proporción de personas en edad de votar sobre la cantidad total de personas.

Las *tasas* son quizá más usadas y más interesantes. La *tasa* es una medida de cambio de una variable con respecto al cambio de otra variable. El caso más común es la velocidad, que es la tasa de la posición de un objeto respecto del tiempo (o sea, el cambio de posición de un objeto dividido por el cambio en el tiempo). Muchas *tasas* miden cambios en función del tiempo, pero no tiene que ser así con todas.

El cálculo de una tasa se hace en 3 partes. Si se efectúa a partir de un gráfico, primero hay que determinar un cambio en el eje de las x (variable independiente). Si se trata del tiempo, esto equivale a determinar un intervalo de tiempo. Este cambio se denota usualmente como Δx . Segundo, se calcula el cambio de y (variable dependiente) asociado al cambio de x ; se lo llama Δy . Tercero, se calcula el cociente $\Delta y/\Delta x$.

Técnicamente esta es la *tasa promedio* y es diferente de la *tasa instantánea* que se calcula usando *cálculo diferencial* y está por lo tanto fuera del alcance de la mayoría de los estudiantes secundarios (debido a que suele exceder los contenidos que se trabajan en matemática). Para una recta, sin embargo, la tasa promedio y la tasa instantánea son iguales.

La pendiente de una recta

Matemáticamente, la pendiente de una recta en un gráfico cartesiano se define exactamente igual que la tasa entre las 2 variables ($\Delta y/\Delta x$). De modo que cuán empinada sea una recta nos dice con qué “rapidez” una variable varía respecto de la otra o, en otras palabras, cuán grande es la tasa.

Para una recta muy empinada, $\Delta y/\Delta x$ es un número grande (tiene una pendiente grande) o *sube* mucho en un intervalo de x . Para una recta chata, en cambio, $\Delta y/\Delta x$ es un número chico (la pendiente es pequeña). Para una recta horizontal, la pendiente es 0, o sea no hay cambio alguno de y ($\Delta y = 0$).

Actividad 2

Se propone discutir a partir de las siguientes preguntas.

1. Pensar en los temas que dan en sus asignaturas. ¿En qué temas identifican que se podría trabajar la capacidad de calcular tasas o pendientes de gráficos?
2. ¿En qué temas es necesario o importante que los alumnos sepan cómo trabajar con tasas y pendientes de gráficos?
3. ¿Qué dificultades consideran en su experiencia que los alumnos encuentran a la hora de trabajar con *tasas* y *pendientes*?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

Este texto breve define y muestra 3 formas de comparar magnitudes: las *tasas*, las *razones* y las *proporciones*. Por un lado, permite hacer una generalización luego de haber trabajado con el caso particular en la consigna anterior, y por otro establece una situación disparadora para revisar, en la propia práctica, las aplicaciones de estas formas de comparar magnitudes.

En cuanto a las *tasas*, se discute la forma de calcularlas en forma algebraica y extrayendo la información de un gráfico. Finalmente se define el concepto de pendiente, se lo relaciona con el de tasa, y se resalta el hecho de que la pendiente puede usarse de manera cualitativa para mirar “a ojo” tasas a partir de un gráfico.

Análisis didáctico

Las respuestas y comentarios serán muy diversos. No obstante, luego de esta actividad se pondrán en evidencia los temas para los cuales los docentes trabajan (o podrían trabajar) con gráficos de funciones lineales, hallar su pendiente e interpretarla en el marco de los contenidos conceptuales, así como las dificultades que suelen presentarse.

Cabe destacar que esta actividad puede ser muy útil en miras del Trabajo Final.

Propuesta de gestión

Aquí se espera que trabajen en grupos diferentes, y de mayor cantidad de integrantes. Luego de la discusión por grupos, se deberá realizar una puesta en común. Si fuera posible, sería conveniente tomar nota de algunas cuestiones comunes que hayan aparecido en todos los grupos.

Cuarto momento: Calor específico

(60 minutos)

Modalidad de trabajo: en pequeños grupos (los mismos del momento 2); entre todos.

Consigna de trabajo:

Disponen de 60 minutos para todo este momento, que incluye la revisión del material presentado por el docente ficticio, la realización de la actividad 3 en grupos y una puesta en común.

Experimento: calentar materiales diferentes (segunda parte)

A partir del gráfico anterior, se puede observar algo sorprendente. Si se le entrega la misma cantidad de calor a una misma cantidad de hierro y de agua, la temperatura del hierro sube mucho más. De hecho, a partir de la información que se extrae del gráfico, se puede calcular que sube una 9 veces más. ¿Qué está ocurriendo? Podemos pensarlo así: es como si, desde el punto de vista del calor, el hierro pesara menos. Los 300 gramos de hierro *valen* mucho menos que los 300 gramos de agua, y por eso se calientan más rápidamente.

El hierro se comporta frente al calor como si fuera una cantidad de agua equivalente a 0,11 veces la masa del hierro. Pero eso no es todo. Cada sustancia tiene su propio *equivalente* a cantidad de agua. El cobre equivale a 0,09 veces, el alcohol puro a 0,65, el aluminio a 0,22.

Preguntas

1. Estos valores son menores que 1. ¿Qué podemos concluir respecto de cómo se calentarán el cobre, el alcohol o el aluminio respecto del agua?
2. Imaginá que se realiza un experimento como el del hierro y del agua, pero ahora se incluyen también el cobre, el alcohol y el aluminio. Dibujá cómo esperás, a grandes rasgos, que sea el gráfico.
3. Retomando la definición de caloría, ¿cuántas calorías es necesario entregarle a un gramo de hierro para que aumente en 1 °C su temperatura?

Para indicar cuánto se calienta un material respecto del agua, presentamos una nueva definición: *el calor específico*.

El calor específico es una propiedad de cada sustancia y se puede definir como la cantidad de calor que se necesita para aumentar la temperatura de 1 gramo de esa sustancia en 1 °C.

Debido a que el hierro tiene un calor específico mucho menor que el agua, su temperatura aumenta más rápidamente. En el gráfico del experimento esta característica se pone de manifiesto en las *pendientes* o inclinaciones de las dos rectas. Cuanto mayor es la pendiente, más varía la temperatura de la sustancia en el mismo tiempo; por este motivo, el hierro tiene una recta de mayor pendiente que la del agua.

Actividad 3

- a) ¿Qué contenidos conceptuales se trabajaron en el material que el docente ficticio entregó a sus alumnos? ¿Qué capacidades?
- b) Fíjense en qué momento de la actividad del recuadro aparece la definición de calor específico y el tema de las pendientes. Esta es una estrategia que suele favorecer la comprensión por parte de los alumnos, además de respetar más el modo en el que se *hace* ciencia: primero se presentan los fenómenos, luego se genera una idea alrededor de ellos y, solo cuando esto fue cabalmente comprendido, se indica la terminología, las definiciones. A esto solemos llamarlo "secuencia fenómeno - idea - terminología". ¿Cuáles serían los fenómenos, las ideas y la terminología en la actividad del recuadro? ¿Ocurre esto solo en relación con los conceptos o también respecto de las competencias?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

A través de esta nueva actividad (que es la continuación de la anterior) se completa la interpretación de las *tasas* en el marco de los contenidos conceptuales, lo que lleva a la definición de un concepto, con su terminología específica: el *calor específico*.

Análisis didáctico

En cuanto a las preguntas del docente ficticio, se puede advertir que tienen un nivel de complejidad mayor que las de las actividades anteriores (de este encuentro y del anterior), ya que implican la realización de inferencias e integración de contenidos. Esto es consistente en tanto la actividad sería la última en la secuencia de trabajo.

- Respecto de las preguntas de análisis para los participantes, en esta actividad (en conjunto con la anterior) se trabaja con el *calor específico* como contenido conceptual y con el cálculo de la pendiente de una recta y su interpretación en cuanto al desarrollo de capacidades.

- Las definiciones de calor específico y de pendiente se introducen una vez que se observaron fenómenos, se los interpretó y se comprendió su concepto (aún sin haberle asignado un nombre específico). Este modo no solo intenta reproducir el modo en el que se hace ciencia, sino que favorece la comprensión real, evita el riesgo de caer en definiciones que se repitan de forma memorística y vacía de contenido (una discusión más profunda de esta secuencia puede encontrarse en *La Ciencia en el Aula* de Gellon y otros). En el caso de los conceptos, el fenómeno observado sería el hecho de que los materiales se calientan de un modo diferente, la idea sería que cada material tiene una capacidad diferente de calentarse, y la terminología sería que esa capacidad diferente se llama calor específico. En el caso de las capacidades, es más difícil porque se trata de herramientas matemáticas en las que una “fenomenología” es más difícil de argumentar, pero podría decirse que la inclinación de las diferentes rectas son el fenómeno básico, el cálculo del incremento de y por unidad de x es la idea y la terminología incluye las palabras *tasa* y *pendiente*.

Propuesta de gestión

Debido a que esta actividad se conecta con la realizada en el segundo momento, sería conveniente que se agruparan los mismos participantes. Como en las otras actividades propuestas a partir de una tarea de un docente ficticio, los participantes pueden optar por contestar o no las preguntas dirigidas a los alumnos, pero sí deben analizar a qué apuntan, y luego de un tiempo de elaboración grupal, hacer una puesta en común.

Respuestas a las preguntas del docente ficticio

1. El alcohol, el cobre y el aluminio, al igual que el hierro, se calentarán más que el agua (al entregarle igual cantidad de calor a una misma masa).
2. La recta más inclinada será la que corresponda al menor *calor específico*. En un mismo gráfico, se vería más inclinada la recta que corresponde al calentamiento del cobre, luego el hierro, el alcohol y, por último, la recta correspondiente al agua.
3. Son 0,11 calorías.

Quinto momento. Tarea para el encuentro

(60 minutos)

Orientaciones para el capacitador

Marco de cierre

Antes de dar las pautas para la tarea, el capacitador puede considerar el realizar un cierre de los últimos 2 encuentros, que conforman una unidad temática respecto de los contenidos conceptuales (el calor), y ambas podrían estar incluidas dentro de la gran temática de la energía.

Hay diversas maneras de abordar la enseñanza de la energía y probablemente todas tienen problemas importantes. En estas clases hemos iniciado lo que podría ser un camino hacia la idea de energía, comenzando por los problemas de la medición del calor. Históricamente el concepto de energía comenzó a madurar cuando se descubrió que existía una equivalencia matemática entre el calor y el trabajo mecánico. Desde el punto de vista educativo puede ser muy provechoso estudiar el calor como una forma de energía (desde el punto de vista científicamente más riguroso, el calor es en realidad una forma de transferir energía de un sistema a otro.) En ocasiones se introduce la idea de calor después de haber explorado en parte la idea de energía, pero aquí se ha operado al revés. En este sentido, estas clases pueden entenderse como ideas necesarias pero no suficientes para desarrollar todas las nociones en relación con la energía. Estaría faltando un tratamiento de la idea de trabajo mecánico para desembocar en la noción de cantidad conservada.

Esta tarea apunta a reflexionar acerca del uso de los gráficos en la enseñanza de sus asignaturas científicas. En el comienzo del próximo encuentro se retomará esto de forma oral.

1. Elijan algún gráfico que hayan visto en el contexto de su trabajo como docentes (no importa si lo han usado o no, y puede ser de cualquier tema) en algún libro de texto, cuadernillo o filmina. Formulen una pregunta para alumnos que los conduzca a leer el gráfico de alguna manera. Se sugiere traer el gráfico impreso para el próximo encuentro.
2. Elijan algún gráfico que hayan visto en algún medio gráfico. Formulen una pregunta para estudiantes que los conduzca a leer el gráfico de alguna manera. Se sugiere traer el gráfico impreso para el próximo encuentro.
3. Hasta aquí se ha enfatizado el uso de gráficos cartesianos y, en particular, la lectura de valores de y y de Δy , además del cálculo de pendientes (*tasas*). ¿Qué otras herramientas les parece que es importante que nuestros alumnos manejen de la lectura de gráficos cartesianos? Den ejemplos lo más concretos posibles.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta actividad de tarea?

Esta actividad es una buena oportunidad para hacer una integración de las capacidades trabajadas en los encuentros 2 y 3. Además, propone que los participantes busquen ejemplos de cómo trabajar dichas capacidades en el marco de las materias que dictan, lo que resulta un buen ejercicio para ir pensando en la elaboración del trabajo final, y una actividad que seguramente tendrá un impacto en su práctica

docente. Buscar material en medios gráficos nos recuerda que la alfabetización científica no es solamente cuestión de lectura del material estrictamente escolar.

Propuesta de gestión

Los participantes harán esta actividad de forma individual como tarea en sus hogares. Sería conveniente que para el encuentro siguiente trajeran los gráficos impresos y/o en algún formato virtual (si contaran con alguna forma de proyectar la imagen), de modo de poder mostrarlos. Si bien seguramente no todos los participantes podrán mostrar sus producciones, es muy importante que el capacitador señale la importancia de la realización de esta actividad, en vistas de la realización del trabajo final.

Actividad final (individual)

Les proponemos leer el texto del siguiente recuadro y, a continuación, responder la pregunta. No es para entregar, pero si alguien desea compartir su respuesta, está invitado a hacerlo.

Información nueva a partir de los datos de un gráfico

Se puede pensar en el abordaje de un gráfico en tres pasos:

Paso 1: Identificar aspectos generales del gráfico como el título, los ejes, la forma del gráfico.

Paso 2: Analizar esas características visuales de manera de poder comprender los datos cuantitativos que se muestran, la tendencia de una curva (por ejemplo, a medida que aumenta x , ¿qué pasa con y ?) y demás relaciones (por ejemplo, ¿un cambio es lineal —el cambio es constante—, o exponencial, o varía a lo largo del gráfico?).

Paso 3: Integrar las características (Paso 1) y las relaciones (Paso 2) en algo más abarcativo y más complejo: interpretar qué dice el gráfico en el contexto del conocimiento que se posee, realizar inferencias.

En el gráfico de esta clase, ¿cuál de los *pasos* mencionados en el recuadro anterior se aborda más explícitamente? ¿Con qué frecuencia se suelen trabajar estos aspectos en la escuela secundaria?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta actividad al final del encuentro?

Este pequeño texto sintetiza un modo en el que se puede abordar el trabajo con gráficos. Los participantes podrán reflexionar acerca del modo en el que el docente ficticio propuso trabajar con el gráfico de este encuentro, y también sobre los gráficos del encuentro anterior. El capacitador también puede sugerirles que tengan en cuenta estos pasos al momento de elaborar su tarea (y para la confección del trabajo final).

Bibliografía para el espacio de estudio

En este encuentro no se proponen lecturas obligatorias para el siguiente. Se invita a los participantes a continuar con las lecturas optativas.

Recursos necesarios

Para este encuentro no son necesarios otros recursos.

Materiales de referencia

Gellon, G. (2010). "Esa cosa llamada calor". *Ciencia Hoy*, 20 (116): 40-43. Recuperado de:
<http://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy116/Cienciaaula.pdf>

Gellon, G. y otros (2005). "La Ciencia en el Aula". *Paidós*. Premio al mejor libro de educación, Fundación el Libro, 2006.

Encuentro 4

Agenda del encuentro

Objetivos	Contenidos	Momento	Tiempo estimado	Actividades y modalidades de trabajo
<ul style="list-style-type: none">- Analizar actividades de un docente hipotético desde el punto de vista de un alumno y luego con una mirada docente.- Reflexionar acerca de la enseñanza de contenidos conceptuales relacionados con la combustión, desde el punto de vista de la Química, integrados al trabajo con capacidades como la lectura e interpretación de gráficos de barras.	La química de la combustión: la conservación de la masa y el rol de los gases en la combustión.	Primer Momento. Acerca del encuentro anterior	45 minutos	Discusión sobre tareas y encuentro anterior.
		Segundo Momento. Quemando metales	60 minutos	Actividad 1 A partir de lo que ocurre al quemar metales, introducción a la idea de gases en la combustión.
		Tercer Momento. Los gráficos de barras	45 minutos	Actividad 2 Presentación de los gráficos de barras como herramientas para graficar datos.
		Intervalo	30 minutos	
		Cuarto Momento. Combustión de dos materiales diferentes	90 minutos	Actividad 3 Experimento de combustión de dos materiales diferentes para presentar las sustancias que intervienen en la combustión.
		Quinto Momento. Tarea para el próximo encuentro	30 minutos	Tarea y lecturas para el próximo encuentro. Cierre.

Presentación

Este encuentro y el próximo abordan el concepto de combustión desde la Química, a través del relato de experimentos históricos realizados por Lavoisier. En cuanto a las capacidades, se trabaja aquí con gráficos de barras. Como antes, se proponen actividades de un docente hipotético para, por un lado, modelizar

un posible modo de abordar estos temas en el aula y, por el otro, promover a partir de las actividades una discusión más relacionada con aspectos didácticos y educativos.

Metodología

Este encuentro presencial y el próximo abordan contenidos conceptuales relacionados con la energía, particularmente en el marco de las reacciones de combustión, desde el punto de vista de la Química y asignaturas afines. A la vez, se presenta y discute acerca de la enseñanza de capacidades relacionadas con la lectura e interpretación de gráficos de barras. El trabajo se complementa con una tarea individual que consiste en la lectura de un texto acerca de la enseñanza de la química con la hoja de cálculo para prepararse para el encuentro siguiente. Además, luego de haber transitado este encuentro, se presenta un problema a resolver en relación con la combustión del octano y a partir de un gráfico de barras. Esta tarea modela cómo podría evaluarse el aprendizaje por parte de los alumnos.

Capacidades

- Cognitivas
 - Leer e interpretar gráficos de barras que representan cantidades.
 - Diferenciar entre gráficos de barras e histogramas.
- Intrapersonales
 - Asumir el propio proceso de formación profesional de manera crítica y reflexiva.
 - Contar con una mirada estratégica en torno a la planificación de sus propuestas de enseñanza.
- Interpersonales
 - Trabajar en equipo con colegas, reflexionando sobre la práctica docente.

Estructura de desarrollo

Primer momento. Acerca del encuentro anterior

(45 minutos)

En grupos de docentes de diferentes disciplinas o niveles de escolaridad, compartan y comparen algunas de las notas del trabajo del encuentro anterior. ¿Existe diversidad de gráficos? ¿Y de temas tratados?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué comenzar de este modo el encuentro?

La actividad de tarea para este encuentro es la primera oportunidad que tienen los participantes para diseñar una aplicación concreta de las herramientas que se presentaron en los 2 encuentros anteriores. Es por eso que este espacio de intercambio resulta fundamental, no solo con miras a la generación del Trabajo Final, sino también en cuanto a los objetivos de este curso respecto de las prácticas docentes.

Propuesta de gestión

La modalidad de intercambio queda a criterio del capacitador. Probablemente no alcance el tiempo para que todos muestren sus propuestas, pero sería conveniente generar el espacio y la confianza para que la mayor cantidad de participantes muestren sus ideas. En el caso de ser necesario más tiempo, el capacitador puede considerar extenderse un poco más en este primer momento, y regular la duración de los siguientes (que son menos que en el encuentro anterior).

Se sugiere que luego de cada intervención haya alguna devolución breve que resalte los aspectos positivos de las propuestas y que ofrezca ideas para completarlas y/o mejorarlas. También es esperable que se fomente el intercambio grupal de opiniones y conceptos, manteniendo un clima de respeto por el trabajo del otro.

Al finalizar todas las exposiciones, es conveniente que el capacitador haga una devolución general, puntualizando los aspectos más importantes, de modo que los participantes puedan tomar nota.

Segundo momento. Quemando metales

(60 minutos)

Modalidad de trabajo: individual o en parejas; entre todos.

Por lo general, cuando algo se quema pierde la mayoría de su peso y se reduce a poco más que un “montoncito” de cenizas. Esto condujo, históricamente, a pensar que en la combustión los materiales se desprenden de algo que tienen en su interior. La más notable excepción son los metales, que cuando se queman también dejan una “ceniza”. Pero a diferencia de lo que ocurre con un papel o la madera, las cenizas que dejan los metales pesan más que los metales mismos. Esto es muy intrigante y además plantea un interrogante: ¿De dónde viene ese peso extra?

A fines del siglo XVIII, este problema fue trabajado ampliamente por el francés Antoine Laurent Lavoisier. Como el aire es indispensable para la combustión, Lavoisier tenía la idea de que el peso extra de la ceniza de metal provenía precisamente de allí: del aire. Para probarlo hizo muchos experimentos ingeniosos.

Orientaciones para el capacitador

Material adicional para la consigna

En los encuentros 4 y 5 se trabajará con contenidos conceptuales en el marco de la disciplina Química. Se ahondará en cuestiones relacionadas con los procesos de combustión, basándose en el desarrollo de las ideas realizado por Antoine Laurent Lavoisier en la década de 1770. Se sugiere que al inicio de este momento, el capacitador haga una breve introducción a los contenidos de estos 2 encuentros, tomando en cuenta lo que se aclara en este espacio.

Lavoisier trabajó con el tema de la combustión a sabiendas de que era un problema central y de que podía abrir a la ciencia las puertas de muchos otros fenómenos que hoy llamaríamos químicos. En esa época, las ideas sobre qué ocurría durante la combustión estaban basadas fundamentalmente en la observación de que la mayoría de los combustibles parecen perder masa cuando arden. Se invocaba una sustancia elusiva llamada *flogisto* que se desprendía de los materiales al arder. Lavoisier decidió estudiar la llamada calcinación de los metales y determinar si el peso adicional de éstos provenía del fuego (o

calor) o del aire. En su experimento más celebrado, Lavoisier pesó un frasco sellado con metal en su interior antes y después de la calcinación y comprobó que su peso no aumentaba pero que la presión del aire en su interior disminuía. Los experimentos descriptos aquí son variaciones de este experimento original.

A continuación se brindan sitios en los que pueden observarse videos de metales ardiendo.

Magnesio en llamas: https://www.youtube.com/watch?v=mLt0cToM_vw

Acero en forma de virulana: <https://www.youtube.com/watch?v=zU56YyRk4bY>

<https://www.youtube.com/watch?v=5MDH92VxPEQ>

Zinc: <https://www.youtube.com/watch?v=TSvBV8Su5j8>

El material que se muestra a continuación es el que un docente ficticio presenta a sus alumnos. Allí usa la descripción de un experimento que Lavoisier bien pudo haber realizado y guía la reflexión de sus alumnos mediante preguntas. A partir de eso, presenta luego algunas ideas centrales que Lavoisier pudo extraer de estos experimentos.

Lean atentamente este material y respondan las preguntas propuestas. Luego, se presenta una actividad de reflexión para que ustedes realicen, en esta ocasión, individualmente o en parejas.

Para todo este momento disponen de 60 minutos.

Quemando metales

Si uno coloca “pedacitos” de metal adentro de un frasco y lo calienta a altas temperaturas, puede observar que el metal se va convirtiendo en su ceniza. Pero además si uno puede medir de alguna forma el volumen de aire en el frasco nota que dicho volumen se hace más chico mientras el metal cambia. Uno podría entonces hacer variaciones de este experimento poniendo diferentes cantidades de metal en diferentes frascos. Si hacemos eso, se observa lo siguiente:

- frasco con muy poco metal: el metal se transforma totalmente en su ceniza, se consume poco aire;
- frasco con más metal: el metal se transforma totalmente en su ceniza y se consume más aire que en el frasco anterior, pero sigue habiendo mucho aire al final del proceso;
- frasco con mucho más metal: no todo el metal se transforma en su ceniza (queda un resto en forma metálica); se consume solamente un quinto del aire total inicial en el frasco;
- frasco con muchísimo metal: no importa cuánto metal ponga, siempre queda aproximadamente cuatro quintos del aire original y la combustión se detiene dejando gran parte del metal sin cambios.

PREGUNTAS

1. ¿De qué manera te parece que este experimento apoya la idea de que el peso extra de la ceniza del metal proviene del aire?
2. ¿Por qué cuando hay poquito metal este se convierte totalmente en ceniza pero cuando hay mucho el proceso se detiene antes y queda un resto de metal?
3. ¿Por qué te parece que siempre quedan $\frac{4}{5}$ del aire original dentro del frasco, sin importar lo que haga el investigador?

El hecho de que el aire nunca se acabe del todo nos indica que puede tener más de un componente y que solamente una parte es la que reacciona con el metal.

Luego de realizar otros experimentos, Lavoisier logró demostrar que el aire tiene 2 partes principales, y que la parte que se combina con los metales es justamente también la que participa en la combustión de todos los otros materiales que queman, y la llamó *oxígeno*. La otra parte hoy día recibe el nombre de *nitrógeno*, y representa cuatro quintos del aire total.

A partir de sus experimentos con los metales, Lavoisier postuló y luego comprobó que en todas las combustiones se consume oxígeno del aire. Pero fue más allá: propuso que *toda combustión no es sino la combinación de ciertas sustancias (los combustibles) con el oxígeno*. Estas combinaciones producen siempre algún tipo de sustancia que contiene oxígeno en su interior y las llamó en términos genéricos *óxidos*. Las cenizas de los metales son un tipo de óxido. O sea que, a diferencia de lo que se pensaba antes, en la combustión no se pierde algo sino que se “gana” algo: el oxígeno.

Actividad 1

Se propone responder las siguientes preguntas, individualmente o en parejas, y tomar nota de las ideas que surjan del intercambio.

1. ¿Qué conceptos y qué capacidades se pueden trabajar con este material?
2. Aunque los estudiantes sepan que los gases son sustancias materiales, muchas veces olvidan que pesan, que ocupan lugar. ¿De qué manera este material permite ayudar a corregir este error tan frecuente?
3. En esta reacción química *sobra* o *falta* uno de los reactivos. Este docente ficticio expone a sus estudiantes a la idea de que esto puede ocurrir, y luego podrá presentar una reacción química en la que se muestran proporciones fijas. ¿Qué opinan de este enfoque?
4. ¿En qué momento de la propuesta se presentan los nombres de los gases, como el oxígeno, o el resto de la terminología específica? ¿De qué manera enseñar la terminología en ese momento concuerda con la manera en la que se dilucidan los conocimientos científicos?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

Si bien no se trabaja con ninguna herramienta gráfica, consideramos que es un buen ejemplo de cómo se puede trabajar con experimentos narrados, guiando a los alumnos a que sigan el razonamiento de los investigadores, reales o ficticios (en este caso, Lavoisier), y que lleguen a las mismas conclusiones, parciales y generales, en el mismo orden.

Análisis didáctico

Este experimento guía a los alumnos en la comprensión del rol del aire en la combustión, siguiendo razonamientos basados en los de Lavoisier. Por un lado, pone en evidencia el efecto del peso de los gases en las reacciones (cosa que los alumnos suelen pasar por alto, al igual que a muchos pensadores importantes antes de Lavoisier). La primera pregunta del docente apunta, justamente, a que a partir de

los resultados los alumnos justifiquen que el peso que disminuye del aire es el que aparece en la ceniza del metal.

La segunda pregunta lleva al alumnado a especular acerca de por qué a veces los reactivos no reaccionan en su totalidad y quedan “sobras” de alguno. Esto va “preparando el terreno” para abordar el tema de las proporciones definidas en las reacciones químicas. En la tercera pregunta dirigida al análisis por parte de los participantes, se propone reflexionar acerca de la actividad en tanto estrategia para abordar el tema de las ecuaciones químicas y las proporciones en las reacciones. Si el capacitador lo considera necesario, puede optar por hacer alguna aclaración respecto de este tema, teniendo en cuenta la diversidad de formación de los participantes (quizá los profesores de Física no tengan muy claro este tema).

En las transformaciones químicas, las sustancias iniciales (o *reactivos*) se combinan para generar sustancias finales (o *productos*), en proporciones definidas (participa una determinada cantidad de cada sustancia inicial, respetando siempre la misma proporción, y se obtiene una determinada cantidad de cada sustancia final, también en una proporción determinada). Las transformaciones químicas o reacciones se representan mediante ecuaciones, en las que se escriben las fórmulas moleculares de los *reactivos* y los *productos*, separadas por una flecha que indica el sentido de la transformación. A cada *reactivo* y *producto* le corresponde un coeficiente, debido que se debe cumplir que la cantidad de átomos de cada tipo deben ser iguales al comienzo y al final de la reacción (no pueden aparecer ni desaparecer átomos). El trabajo con ecuaciones químicas aparece en el desarrollo de muchos contenidos de la materia Química (y también de Biología), y en casi todos los años del Nivel Secundario.

La tercera pregunta orienta a los alumnos a concluir que el aire está formado por más de un componente, y la parte que participa en la reacción de combustión es $\frac{1}{5}$ del total.

Nótese que luego de orientar a los estudiantes a que saquen conclusiones, se presentan las ideas de Lavoisier, y finalmente se introducen generalizaciones (toda combustión no es sino la combinación de ciertas sustancias –los combustibles– con el oxígeno). Y nombres específicos (oxígeno, nitrógeno, óxidos). Como vimos en el tercer encuentro, esto responde a la secuencia “fenómeno → idea → terminología”; esta estrategia, además de favorecer la comprensión por parte de los chicos, es más acorde con el desarrollo de las ideas en ciencia: primero se presentan los fenómenos, luego de genera una idea alrededor de ellos y las palabras se acuñan para nombrar esas ideas.

Propuesta de gestión

Los participantes deberán trabajar en grupos de 3 o 4 personas. Como se mencionó previamente, es importante que estos grupos sean distintos de los que se conformaron en los encuentros anteriores, para favorecer el intercambio entre participantes de distintas disciplinas, instituciones, etc., para que la discusión sea más rica y fructífera. El objetivo es que, al final de la cursada, todos los participantes hayan interactuado entre sí.

Cabe destacar que no se espera que los participantes respondan las preguntas de la actividad del docente ficticio (aunque el análisis didáctico puede resultar más profundo si se lo hace), sino que el énfasis debe estar puesto en el análisis didáctico. Los últimos 15 minutos se deben destinar a una puesta en común.

Respuestas a las preguntas del material del docente ficticio

A continuación se explicitan las respuestas esperadas en las preguntas del material que el docente ficticio presenta a sus estudiantes de Nivel Secundario.

Pregunta 1. Apoya la idea de que el peso extra viene del aire porque el frasco está cerrado y Lavoisier observa una disminución de la cantidad de aire (esto puede observarse usando un manómetro asociado en el que se ve el cambio en la altura de una columna de mercurio). Si la cantidad de gas está disminuyendo a medida que se produce la reacción, es lógico pensar que el aire se está “alojando” adentro de la “ceniza”.

Pregunta 2. Cuando hay poco metal, el aire alcanza y (literalmente) sobra, de modo que todo el metal puede calcinarse. Cuando hay mucho metal, el aire en el frasco no alcanza para calcinarlo todo; se usa todo el aire disponible y queda sobrando metal. Esto apunta, de paso, a que en las reacciones químicas intervienen cantidades constantes de los reactivos (fenómeno a veces conocido como la ley de Proust de proporciones fijas).

Pregunta 3. Quedan $\frac{4}{5}$ seguramente porque no todo el aire participa de esta reacción. Un $\frac{1}{5}$ se combina con el metal y $\frac{4}{5}$ no y quedan ahí. Esta observación condujo a Lavoisier a otros experimentos que lo ayudaron a descubrir la composición del aire.

Tercer momento. Los gráficos de barras

(45 minutos)

En este encuentro se trabajará con gráficos de barras. ¿Qué tipo de datos se pueden graficar de este modo? ¿Cómo podemos enseñar a nuestros alumnos a leer e interpretar este tipo de representación?

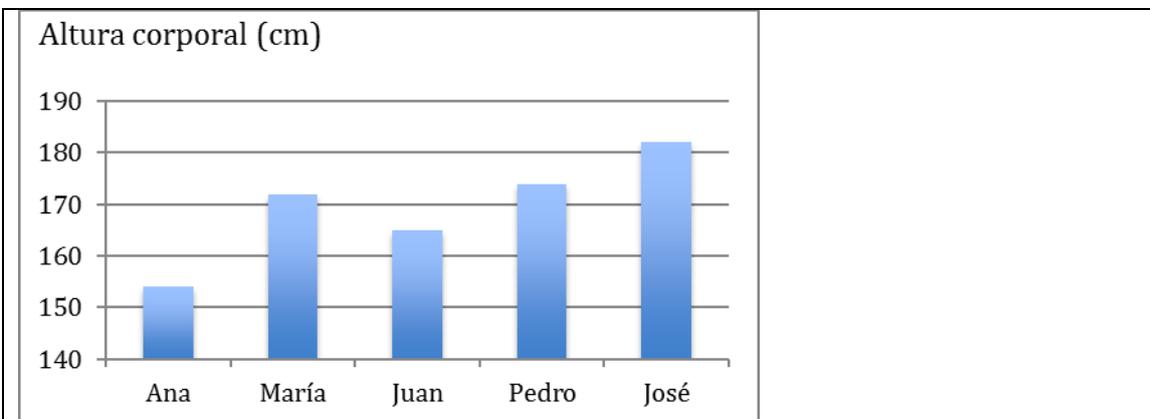
Modalidad de trabajo: En grupos de 5 o 6 personas, seguido por una puesta en común de todos los grupos.

Consigna de trabajo:

Lean el texto que se encuentra en el recuadro y discutan las preguntas que se encuentran a continuación. Se sugiere tomar nota de las respuestas. Por último, realicen una puesta en común. Tomen 45 minutos para toda esta parte.

Los gráficos de barras

Los gráficos de barras son herramientas muy útiles para representar una variable que es discreta (es decir, asume ciertos valores puntuales y no otros) y una que es continua. Las barras tienen ancho constante y su altura es proporcional a lo que se representa en el *eje* y. El siguiente gráfico representa las alturas corporales de 5 estudiantes de un aula.

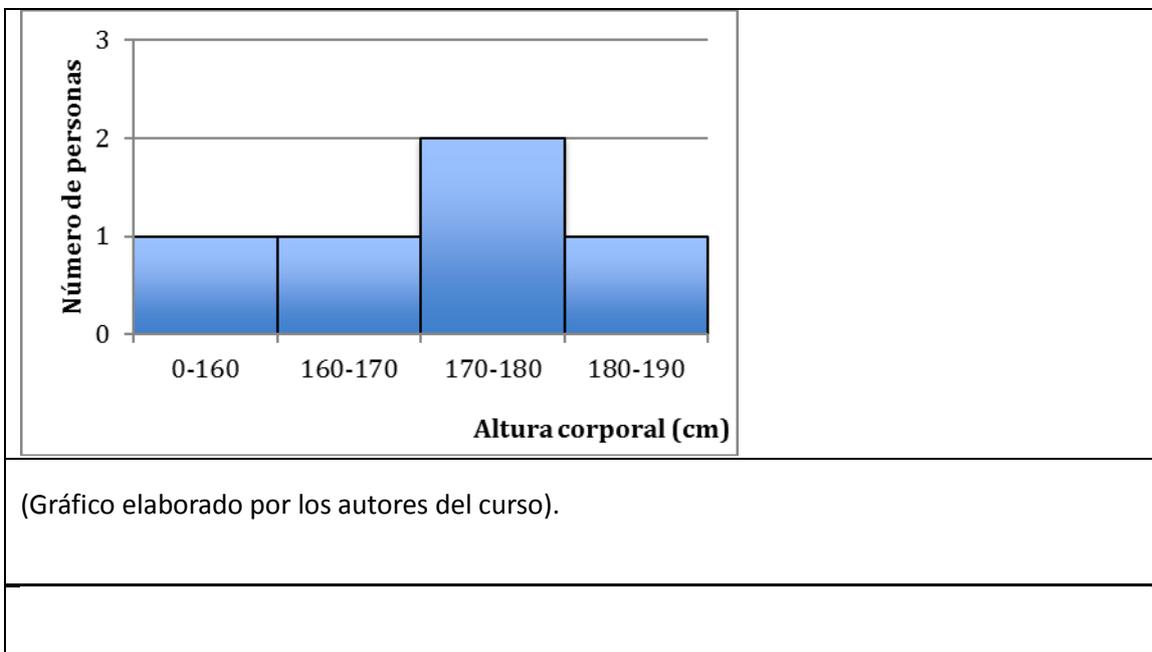


(Gráfico elaborado por los autores del curso).

Como las categorías son independientes, se las podría ordenar de cualquier manera, con cualquier criterio. Por ejemplo, las personas del aula podrían estar en el gráfico en el orden alfabético, o primero mujeres y después varones (como en este ejemplo), o como se crea mejor. A veces, esto se decide en función de qué se quiere enfatizar en el gráfico.

Los histogramas

Hay un tipo especial de gráfico de barras que se denomina **histograma**. En este caso, la variable del *eje x* es continua y se agrupa en rangos (cada barra representa un intervalo concreto). Son muy útiles para mostrar con claridad la *frecuencia* de algo (la frecuencia se indica en el eje de las ordenadas). Por ejemplo, a partir de los mismos datos que se usaron para el ejemplo anterior de la altura de los estudiantes, se podría querer mostrar cuántas personas caen en determinados rangos de alturas corporales (acá, en el *eje x*, está altura corporal, que es una variable continua):



Actividad 2

Contesten las siguientes preguntas.

1. ¿Cómo podrían ayudar a los estudiantes a leer gráficos de barras y usarlos adecuadamente?
2. En su experiencia (si han utilizado estos dos tipos de gráficos de barra), ¿es frecuente que los estudiantes confundan cuándo usar un tipo o el otro?
3. ¿En qué temas de las materias que dictan o han dictado les parece que es más adecuado introducir el uso de gráficos de barras?
4. ¿Qué diferencias y similitudes encuentran entre el modo de trabajo con este tipo de gráficos y los de líneas (vistos en clases anteriores)? ¿Y en cuanto a las dificultades que suelen presentarse?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

Este texto breve formaliza y describe las características de los gráficos de barras y sus aplicaciones. Por un lado, permite hacer una introducción a la herramienta que se incluye en este encuentro, que se verá aplicada en una actividad de un docente ficticio, basada en un experimento histórico, en el momento siguiente. Por otro lado, sirve como disparador para la reflexión didáctica sobre la propia práctica en relación con estos gráficos, y en comparación con el tipo de gráficos que se vieron en los encuentros 2 y 3.

Análisis didáctico

Como siempre, en este tipo de actividades las respuestas y comentarios serán muy diversos. No obstante, esta permitirá poner en evidencia el modo en el que los docentes trabajan con estas herramientas, las dificultades que tienen, las ventajas que encuentran, las diferencias que perciben respecto de otras herramientas, etc. Sería conveniente sugerirles que también den ejemplos de los temas en los que usan este tipo de representaciones gráficas, y para qué materias y en qué años de la enseñanza secundaria.

Propuesta de gestión

Aquí se espera que trabajen en grupos diferentes, y de mayor cantidad de integrantes. Luego de la discusión por grupos, se deberá realizar una puesta en común. Se sugiere que el capacitador señale las cuestiones comunes que hayan aparecido en todos los grupos.

Cuarto momento. Combustión de dos materiales diferentes

(90 minutos)

Modalidad de trabajo: En pequeños grupos, seguido por una puesta en común de todos los grupos.

Consigna de trabajo

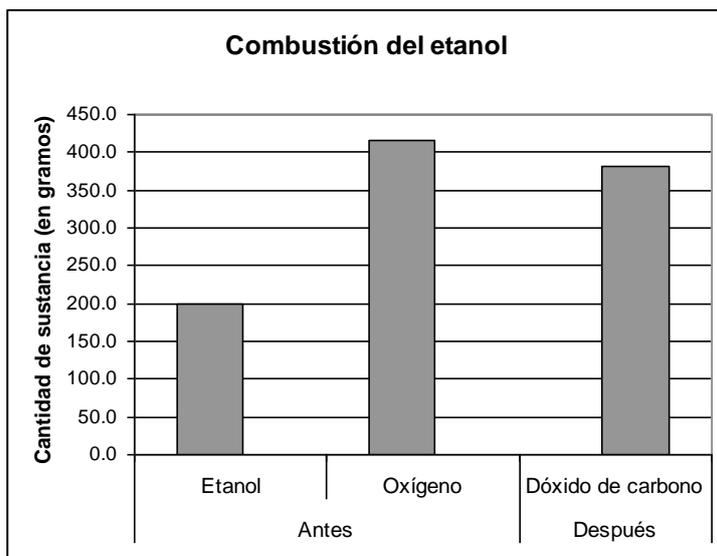
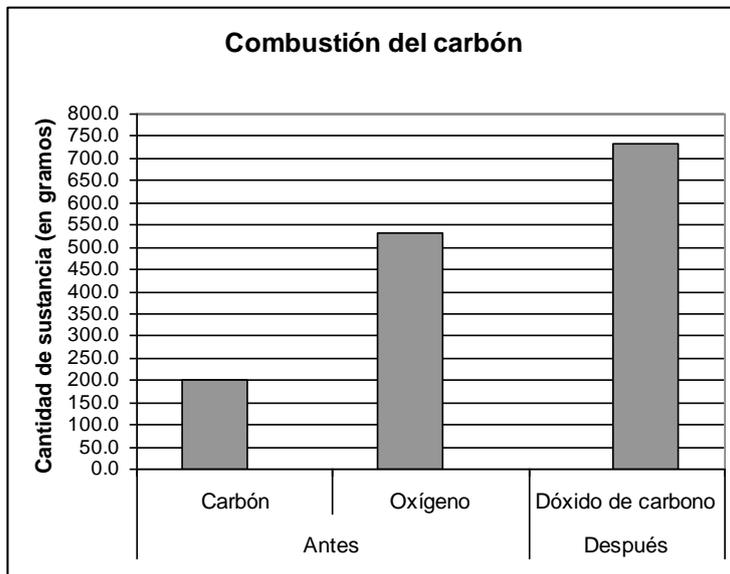
Revisen el material presentado por un docente ficticio (como se viene haciendo en clases anteriores), y luego lleven a cabo la actividad 3 en grupos y una puesta en común.

Para este momento disponen de 90 minutos.

Experimento: dos combustibles diferentes

Los 2 gráficos adjuntos muestran qué pasa con las cantidades de combustible (carbón o etanol), de oxígeno y de dióxido de carbono antes y después de producirse la combustión total en la que, además, no queda ningún residuo sólido.

Comparen los 2 gráficos, y respondan las preguntas que hay a continuación.



(Gráficos elaborados por los autores del curso).

Preguntas

1. Sumen la masa total de los reactivos y de los productos para las 2 reacciones.
2. ¿Se puede decir que en alguna de las reacciones de combustión presentadas hay una o más sustancias que todavía no hemos identificado? ¿En cuál? Traten de hacer el razonamiento lo más explícito posible en palabras sencillas.

Se había dicho que cuando los metales se queman en presencia de oxígeno, se forman óxidos de esos metales, y que ese residuo pesaba más que lo que pesaba el metal antes de la combustión. Pero cuando otras cosas, como la madera, el papel, la cera o el alcohol, se queman, da la impresión de que algo "desaparece", porque lo que queda pesa menos. Para Lavoisier no existía la magia y si algo parecía desaparecer lo más lógico era que fuera un gas invisible que se estaba mezclando con el aire de la atmósfera. Había que ir a buscarlo.

Si lo que se quema es carbón, como vimos en el primer gráfico, se forma óxido de carbón (o dióxido de carbono, en su nombre más actual).

Lavoisier descubrió que la combustión de todas las cosas derivadas de tejidos vegetales (como la madera, el papel, el aceite, el alcohol) también produce dióxido de carbono. Había llegado a una respuesta parcial a la pregunta acerca de a dónde va la madera al quemarse. Lo que no es ceniza se convierte en al menos un gas, el dióxido de carbono, que se mezcla con el aire y por eso parece desaparecer. Pero a diferencia de cuando quemó sólo carbón, en la combustión de estas sustancias parecía estar produciéndose algo más.

Lavoisier y sus colegas no tardaron en encontrar la sustancia faltante en la combustión. Descubrieron que existía un gas muy inflamable que al ser quemado se combinaba con el oxígeno para producir vapor de agua. Bautizaron a este gas *hidrógeno* que significa justamente generador de agua. Lejos de ser un elemento que no se podía descomponer, el agua había resultado ser, en realidad ¡un óxido! Lavoisier había descubierto que los óxidos podían ser sólidos (como los de los metales), líquidos (como el agua) y gaseosos (como el del carbón).

A partir de allí Lavoisier y otros lograron detectar agua en la combustión de todos los materiales de origen vegetal o animal, como madera, semillas, papel, alcohol, grasa o la cera de las velas.

La ecuación de las combustiones más frecuentes en nuestras vidas estaba resuelta:

Combustible + oxígeno → dióxido de carbono + agua

Actividad 3

1. ¿Qué contenidos conceptuales se trabajaron en el material que el docente ficticio entregó a sus alumnos? ¿Qué capacidades? ¿De qué manera están integrados entre sí estos 2 aspectos?
2. En el análisis de estos datos y en el texto que le sigue se hace uso de la secuencia "fenómeno → idea → terminología". ¿Cuáles son los fenómenos, las ideas y la terminología?
3. ¿Qué ventajas le ven a introducir el tema de esta manera en vez de empezar por la ecuación de la combustión? ¿Qué desventajas tiene?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

En esta actividad se introduce una herramienta nueva, los gráficos de barra (que se analizaron en el tercer momento), en el marco de una secuencia de experimentos basados en los descubrimientos de Lavoisier. Establece una continuidad con las actividades del docente ficticio analizadas en el segundo momento.

Análisis didáctico

Con estas actividades basadas en la interpretación de los gráficos de barra y la lectura del texto sobre las posibles conclusiones de Lavoisier, el docente guía a los alumnos a deducir y comprender cuántas y cuáles son las sustancias que participan en la combustión. A través de la comparación entre la suma de las masas de los reactivos y los productos se pone en evidencia que, en el caso del etanol, se debe estar produciendo otra sustancia que no se está teniendo en cuenta. Luego de que los alumnos llegan a esta conclusión, a través del relato completan la idea: la otra sustancia que se produce es el agua.

Nuevamente vemos que se usa la estrategia de seguir la secuencia: “fenómeno → idea → terminología”; primero se observa que en la combustión de etanol parece estar “desapareciendo” masa, luego se propone que se está produciendo otra sustancia, y finalmente se introduce la terminología (la sustancia es el agua, y la ecuación de la combustión es: *combustible + oxígeno → dióxido de carbono + agua*).

Todos los razonamientos en esta actividad están basados en la idea fundamental de que la masa no se crea ni se destruye en el proceso bajo estudio (la combustión). En aquella época no existían dudas entre los investigadores de que la materia no puede ser creada ni destruida en los procesos naturales o por intervención humana (aunque la creación de materia en otros tiempos por agencia de Dios no se descartaba). Lo que no estuvo muy claro hasta los trabajos de Lavoisier y de Joseph Black en Escocia (el mismo del segundo y tercer encuentro) era que la masa era la mejor manera de medir la cantidad de materia.

Es muy frecuente que el tema de la combustión (y las reacciones químicas en general) se presente a partir de las ecuaciones. Se trabaja, desde el principio, en un plano de abstracción (fórmulas moleculares y coeficientes, lo que podríamos considerar como parte de la “terminología”). En este caso, proponemos partir de fenómenos reales y generar, a partir de ellos, las ideas relacionadas con la combustión. La última pregunta de análisis apunta a que los participantes contrasten el abordaje abstracto, que es muy frecuente, con el que se vio en esta actividad (narración de experimentos históricos y la secuencia “fenómeno-idea-terminología”)

Propuesta de gestión

Debido a que esta actividad se conecta con la realizada en el segundo momento, sería conveniente que se agruparan los mismos participantes. Como en las otras actividades que parten de una propuesta de un docente ficticio, los participantes pueden optar por contestar o no las preguntas dirigidas a los alumnos, pero sí deben analizar a qué apunta cada una, y hacer un análisis usando como base las preguntas que propone el documento. El capacitador finalmente moderará la puesta en común en la que se expondrán las ideas de todos los grupos de trabajo, y entre todos señalarán y tomarán nota de los aspectos más importantes.

Respuestas a las preguntas del material del docente ficticio

A continuación se explicitan las respuestas esperadas en las preguntas del material que el docente ficticio presenta a sus estudiantes de Nivel Secundario.

1. Para resolver el misterio planteado por el docente los alumnos deben leer correctamente los gráficos y ser conscientes de que la masa total antes y después de la reacción debe ser la misma. Esto es así en el primer gráfico (aproximadamente 740 gramos). O sea que las masas del carbón y del oxígeno están “presentes” en la masa total de dióxido de carbono. En la reacción del etanol, se puede ver que combustible más oxígeno suman alrededor de 610 gramos. Pero sólo parece haber 360 gramos de dióxido de carbono. O sea que hay unos 250 gramos de los cuales no se tiene registro.
2. Si asumimos que no queda residuo sólido (como de hecho es el caso), entonces tenemos que admitir, como lo hizo Lavoisier, que el alcohol contiene algo más y que su combustión libera otro gas. ¿Cuál sería? Es bueno que los estudiantes se enfrenten a algunos de los enigmas que asolaron a los científicos de ese entonces. Este es uno de ellos.

Quinto momento. Tarea para el próximo encuentro (30 minutos)

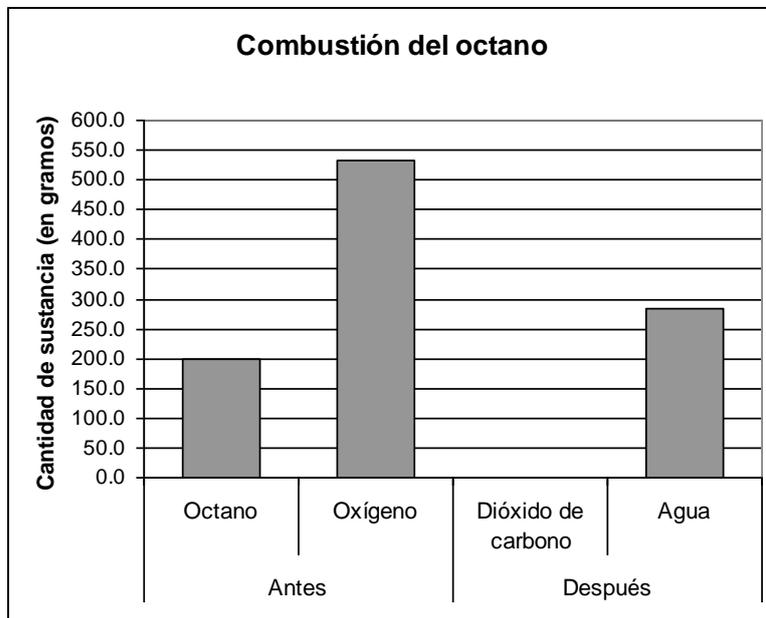
Esta tarea busca reforzar lo trabajado en este encuentro y fortalecer la mirada docente acerca de cómo guiar a los estudiantes en este tipo de actividades que integran conceptos y capacidades. En el próximo encuentro se retomará esto, en forma oral, al comienzo.

A continuación se muestra el material del docente ficticio de esta clase que trabaja con sus alumnos luego de presentarles el material anterior. De esta manera, funciona como una especie de evaluación de aprendizajes.

Léanlo y, a continuación, respondan la consigna de la tarea, de manera individual.

Combustión del octano

Observen el gráfico adjunto en el que se muestran las sustancias presentes antes y después de la combustión del octano (una sustancia líquida a temperatura ambiente y uno de los componentes de la nafta de nuestros autos).



(Gráfico elaborado por los autores del curso).

Preguntas

1. Completen el gráfico con la cantidad adecuada de dióxido de carbono.
2. ¿Cómo le explicarías este ejercicio a un compañero que no comprende cómo abordarlo?

Para el próximo encuentro, ¿qué buscan las preguntas del material presentado en el recuadro? ¿De qué manera permiten evaluar aprendizaje de los conceptos y de las capacidades trabajadas?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta actividad de tarea?

Consideramos que esta tarea muestra un ejemplo de cómo el docente ficticio puede aplicar la herramienta de los gráficos de barra en el contexto de la secuencia de experimentos sobre la combustión (incluso podría ser la tarea de los estudiantes luego de haber transitado por las actividades del segundo y cuarto momento).

Como se menciona en el texto de los participantes, es otro buen ejemplo de una actividad que integra capacidades (interpretación de gráficos de barra) y conceptos (sustancias que participan en la combustión y conservación de la masa).

Análisis didáctico

A través de las preguntas, el docente ficticio pretende evaluar que los alumnos sepan interpretar el gráfico de barras (la altura de cada barra da el valor de la masa de cada sustancia), en el marco de los contenidos conceptuales (los productos de la combustión son el dióxido de carbono y el agua; la suma total de la masa de los productos debería ser igual a la suma total de la masa de los reactivos, y la altura de la barra correspondiente al dióxido de carbono será el valor que falte para llegar al total). La primera pregunta implica la aplicación de los conceptos y capacidades, y la segunda apunta a evaluar los conceptos y capacidades a través de la verbalización (la explicación de lo que hicieron, con sus propias palabras).

Propuesta de gestión

Los participantes harán esta actividad de forma individual como tarea en sus hogares, y al comienzo del siguiente encuentro se discutirán lo realizado.

ATENCIÓN: Para el próximo encuentro, traigan una *notebook*, *netbook*, *tablet*, etc. (con baterías cargadas y/o con cargador), que tenga un programa de planillas de cálculo (por ejemplo, Calc o Excel). Una de las propuestas de trabajo se relacionará con la producción de gráficos en este programa.

Orientaciones para el capacitador

Cuestiones importantes para tener en cuenta al cierre de este encuentro

Se sugiere que el capacitador les recuerde a los participantes, en más de una ocasión, que para el encuentro siguiente deberán traer un dispositivo electrónico con el que puedan trabajar con una planilla de cálculo.

Por otro lado, dado que los participantes ya llegaron a la mitad del curso, es recomendable que el capacitador les recuerde las consignas del Trabajo Final, y los vuelva a orientar (en el caso de que surjan nuevas dudas). Sería conveniente que los participantes ya tengan pensado para el encuentro siguiente qué recurso utilizarán, en qué materia, con qué año del Nivel Secundario, cuándo realizarán la actividad en el aula, etc. Vale la pena resaltar también que como la clase planificada tendrá que ser implementada en un curso real con alumnos, los temas tendrán que ver con aquellos que los participantes planeen enseñar en las próximas semanas (no necesariamente deben contener los contenidos conceptuales trabajados en este curso). Pueden trabajar con cualquier tipo de recursos (experimentos, textos, etc.) y herramientas (gráficos de líneas, tablas y gráficos de barras) teniendo en cuenta lo trabajado en los encuentros. Para aquellos participantes que no estén trabajando en aula (por estar de licencia, en tareas administrativas u otras razones) habría que encontrar una solución que cumpla con los objetivos del Trabajo Final. Se sugiere, por ejemplo, que estos docentes pidan permiso a algún colega para realizar el trabajo en un aula que no sea la suya o incluso que implemente sus actividades en grupos que no sean aulas). Como no es posible prever todas las situaciones posibles, este tipo de problemas debe ser encarado por los capacitadores con libertad y cierto grado de imaginación. Pueden consultar sus dudas con los coordinadores curriculares del curso.

A partir del quinto encuentro, los participantes ya deberían tener la actividad planificada, considerando los tiempos para aplicarla, recolectar evidencias, armar su Trabajo Final y la presentación, que será expuesta en el octavo y último encuentro.

Actividad de reflexión final (no es para entregar)

1. Escriban una idea clara que se lleven de este encuentro.
2. Escriban una idea que no les haya resultado clara, o una pregunta en la que se vayan pensando.

Bibliografía para el espacio de estudio

Raviolo, A. (2011). "Enseñanza de la química con la hoja de cálculo". *Educación Química*, 22 (4), 357-362.
Recuperado de <http://www.educacionquimica.info/include/downloadfile.php?Pdf=pdf1268.pdf>

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige este artículo?

Se trata de una investigación en enseñanza de la Química y el uso de TIC que muestra otra herramienta que se puede aplicar para el trabajo con las reacciones químicas: el uso de tablas en planillas de cálculo y operaciones con dichas tablas.

Propuesta de gestión

Los participantes leerán este trabajo de forma individual, como tarea para el próximo encuentro. Sería conveniente que el capacitador haga referencia a este artículo y fomente una breve discusión (para quienes lo hayan leído), una vez que se presente y se trabaje con Calc o Excel (puesto que el artículo se basa en actividades hechas con una planilla de cálculo).

Recursos necesarios

Raviolo, A. (2011). "Enseñanza de la química con la hoja de cálculo". *Educación Química*, 22 (4), 357-362.
Recuperado de <http://www.educacionquimica.info/include/downloadfile.php?Pdf=pdf1268.pdf>

Materiales de referencia

Oñorbe De Torre, A. y Sánchez Jiménez, J. M. (1992). "La masa no se crea ni se destruye. ¿Estáis seguros?". *Enseñanza de las ciencias*, 10 (2): 165-171. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/39817/93184>

Encuentro 5

Agenda del encuentro

Objetivos	Contenidos	Momento y Actividad	Tiempo sugerido	Actividades y modalidad de trabajo
<ul style="list-style-type: none">- Analizar actividades de un docente hipotético desde el punto de vista de un alumno y luego con una mirada docente.- Reflexionar acerca de la enseñanza de contenidos conceptuales relacionados con la combustión desde el punto de vista de la Química, integrados al trabajo con capacidades como la generación de gráficos.	La química de la combustión: calor de reacción	Primer Momento. Acerca del encuentro anterior	15 minutos	Discusión sobre tareas y encuentro anterior.
		Segundo Momento. Calor que aparece (y desaparece)	60 minutos	Actividad 1 El calor en la combustión
		Tercer Momento. ¿Dónde está el calor en una sustancia?	60 minutos	Actividad 2 ¿Dónde está el calor en una sustancia?
		Intervalo	30 minutos	
		Cuarto Momento. Elaboración de gráficos con planilla de cálculo	90 minutos	Actividad 3 Elaboración de gráficos con planilla de cálculo.
		Quinto Momento. Cierre y tarea para el próximo encuentro	45 minutos	Tarea y lecturas para el próximo encuentro. Cierre.

Presentación

Este es el segundo y último encuentro dedicado a abordar el concepto de combustión desde la Química a través del relato de experimentos históricos realizados por Lavoisier y Laplace, e integrando ideas sobre el calor desarrolladas en los encuentros 2 y 3. En cuanto a las capacidades, se trabaja aquí en lectura de tendencias a partir de gráficos y en la elaboración de gráficos utilizando un programa para planillas de cálculo como Calc o Excel. Como antes, se presentan actividades de un docente hipotético para, por un lado, modelizar un posible modo de abordar estos temas en el aula y, por el otro, promover a partir de ellas una discusión más relacionada con aspectos didácticos y educativos.

Metodología

Este encuentro presencial y el anterior abordan contenidos conceptuales relacionados con la combustión desde el punto de vista de la Química y asignaturas afines, a la vez que se presenta y discute acerca de la enseñanza de capacidades vinculadas con la elaboración de gráficos. El trabajo se complementa con una tarea individual para el encuentro siguiente que busca avanzar sobre la realización de gráficos con una planilla de cálculo, como Calc o Excel.

Capacidades

- Cognitivas
 - Leer e interpretar tendencias en gráficos de líneas.
 - Construir gráficos con planilla de cálculo.
- Intrapersonales
 - Asumir el propio proceso de formación profesional de manera crítica y reflexiva.
 - Contar con una mirada estratégica en torno a la planificación de sus propuestas de enseñanza.
- Interpersonales
 - Trabajar en equipo con colegas, reflexionando sobre la práctica docente.

Estructura de desarrollo

Primer momento. Acerca del encuentro anterior (15 minutos)

Notas acerca de la tarea y encuentro anterior

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué comenzar de este modo el encuentro?

El quinto encuentro está ligado con el anterior, tanto en los contenidos conceptuales como en las herramientas sobre las cuales se trabaja. Es por eso que es conveniente hacer una recapitulación de lo trabajado en el encuentro anterior, y discutir algunas ideas del texto que debían leer los participantes.

Propuesta de gestión

La modalidad de intercambio queda a criterio del capacitador. Se sugiere estimular la participación de los docentes y abrir un espacio de discusión entre pares que permita puntualizar los aspectos más importantes. El espacio para tomar nota queda a disposición de los que deseen anotar allí alguna idea que les parezca relevante.

Cabe destacar que el artículo que tuvieron que leer puede haberles resultado un tanto complejo, y da por sentado el conocimiento del uso de las tablas en Calc o Excel. A los fines de dar inicio a este encuentro, no es imprescindible hacer una mención profunda de lo que allí se desarrolla. Si el

capacitador lo considera conveniente, en todo caso, puede retomar el tema de esta investigación en el cuarto de este encuentro, cuando estén trabajando con una planilla de cálculo.

Segundo momento. Calor que aparece (y desaparece)

(60 minutos)

Modalidad de trabajo: De manera individual o en parejas, seguido por una puesta en común de todos los grupos.

Orientaciones para el capacitador

Marco de inicio

Se sugiere que, al inicio de este momento, el capacitador haga una breve introducción que dé inicio a los contenidos conceptuales de este encuentro. Para ello, puede considerar lo que se desarrolla en el siguiente texto:

Gran parte del valor de un combustible radica en la cantidad de calor que produce cuando arde. Para un científico resulta intrigante y a la vez muy relevante desentrañar las reglas que rigen la producción de calor por parte de los combustibles. ¿De dónde viene ese calor y cuánto se puede extraer de un determinado combustible? ¿Hay combustibles más *caloríficos* que otros? Y si es así, ¿a qué se deben estas diferencias? Después de lo que vimos en el encuentro anterior, no nos llamará la atención saber que quien decidió investigar sobre este tema por primera vez fue ni más ni menos que Antoine Laurent Lavoisier.

Consigna de trabajo

Luego de la introducción del capacitador a cargo, los invitamos a leer lo que sigue en el recuadro. Luego, se propone una actividad de reflexión para que ustedes realicen.

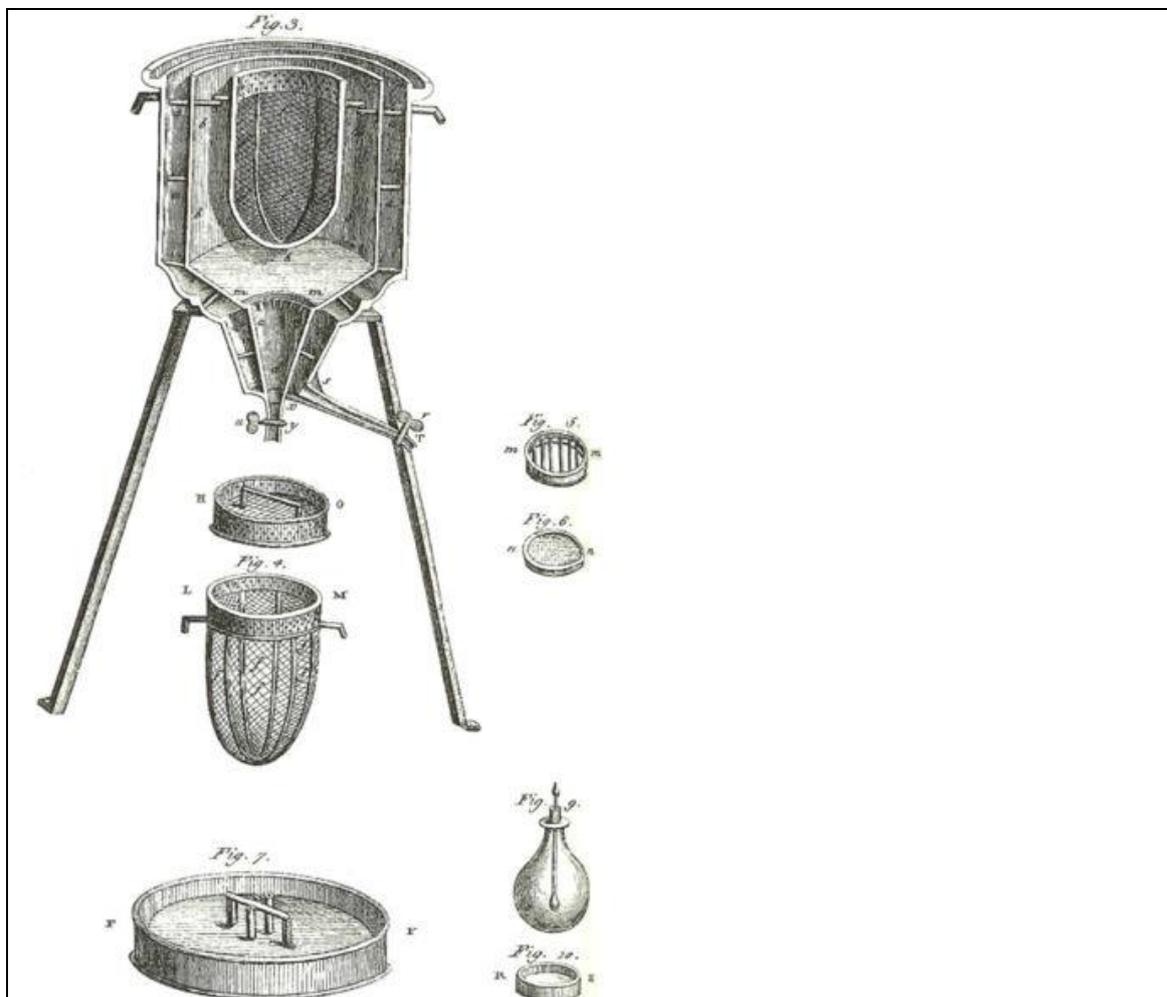
Tiempo asignado: 60 minutos.

Medir calor de la combustión

¿Cómo se podría medir la cantidad de calor que se produce en una reacción química como la combustión?

Joseph Black (de quien hablamos en las clases 2 y 3), ya había dado varias pistas al estudiar el intercambio de calor entre objetos a diferentes temperaturas. Pero cuando hay una llama, por ejemplo, no tenemos 2 objetos a diferentes temperaturas sino un proceso complejo que genera calor. Para resolver el problema, Lavoisier se asoció con uno de los pensadores “peso pesado” de esa época: el físico y matemático Pierre Simon Laplace. Entre los 2 inventaron un aparato que llamaron *calorímetro*. Hoy día se lo conoce como calorímetro de Lavoisier y Laplace (hay otros, pero este lo inventaron ellos). A continuación figura la ilustración que realizó Marie Lavoisier (la esposa de Antoine).

Calorímetro de Lavoisier y Laplace



Extraído de: <http://ajplung.physiology.org/content/ajplung/305/11/L775/F2.large.jpg>

Con este dispositivo Lavoisier y Laplace podían medir:

- la cantidad de oxígeno consumido en una reacción;
- la cantidad de dióxido de carbono producido;
- la cantidad de combustible consumido;
- la cantidad de calor producido.

Luego de realizar experimentos y analizar sus resultados, encontraron que existe una relación entre todas estas cosas:

Por cada gramo de combustible que se quema se usa siempre la misma cantidad de oxígeno y se producen la misma cantidad de dióxido de carbono y de calor.

De esto se concluye que el calor, en algunos aspectos, se comporta como una sustancia más en la reacción química. En realidad no estaba nada claro en esa época si el calor era en efecto una sustancia o si se trataba de alguna otra cosa. Muchos pensaban que era una forma de

movimiento.

Lavoisier sabía que el calor no era detectable con una balanza y que por lo tanto quizá no tuviera peso y no fuera algo material. Pero no dejaba de ser sugestiva la idea de que el calor se comportaba en ciertos casos como si fuera una sustancia. Si eso era así, el calor no podía aparecer de la nada, así como el dióxido de carbono en la combustión no aparece de la nada o el peso extra de los óxidos no aparece de la nada.

De esto también se puede llegar a otra conclusión: *Si a una reacción química que produce calor se la hace ir en el sentido contrario, deberá absorber calor.*

Más tarde se demostró que esto en efecto es así, aunque a veces no es calor lo que se absorbe, sino alguna otra forma de energía.

Por ejemplo, el hidrógeno y el oxígeno pueden combinarse para producir agua. Cuando esto pasa, se libera una gran cantidad de calor. Pero el agua puede descomponerse en hidrógeno y oxígeno (la reacción opuesta). Esto sucede cuando se fuerza electricidad a través del agua y la reacción consume energía eléctrica. La energía eléctrica que se consume en un caso es equivalente al calor que se libera (si se usa esa energía eléctrica para prender un calentador eléctrico, por ejemplo, calentará lo mismo).

Actividad 1

Se propone realizar individualmente o en parejas, las siguientes consignas. Se sugiere tomar notas de las ideas que surjan. A continuación, se realizará una puesta en común entre todos.

1. Propongan una pregunta que permita usar este material con estudiantes y trabajar con ellos algo relacionado tanto con conceptos como con capacidades.
2. ¿De qué manera se está utilizando en este material la historia de la ciencia como recurso para trabajar con conceptos y capacidades?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

Si bien no se trabaja con ninguna herramienta gráfica, consideramos que es un relato histórico que continúa con lo que se desarrolló en el encuentro anterior, sobre la base del cual se invita a los participantes a que piensen cómo desarrollar actividades para trabajar con capacidades y conceptos.

Análisis didáctico

Este relato permite trabajar con varios conceptos, por ejemplo, lo que ocurre con el calor que se produce en la reacción de combustión, las proporciones de los productos y los reactivos, y la energía en las reacciones químicas (en un sentido y en otro). Si bien aquí no se trabajan capacidades en sentido estricto, el pensar en un dispositivo y cómo funciona ayuda a entender la naturaleza de la ciencia, es decir cómo funciona la ciencia y cómo piensan, actúan e interactúan los científicos. Los dispositivos sencillos como este tienen la ventaja de que son más “transparentes” en su funcionamiento que los más modernos (es decir, más fáciles y evidentes de comprender).

Consideramos que el trabajo con la historia de la ciencia permite contar, en forma de relato, cómo fue el proceso que llevó a un determinado descubrimiento (en este caso, las características de la combustión); además, permite trabajar con los alumnos siguiendo el razonamiento de los investigadores. De esta manera, las capacidades se encuentran integradas a los conceptos.

Propuesta de gestión

Es importante que los participantes comprendan bien el funcionamiento del calorímetro de Lavoisier y Laplace. Pueden encontrar un video que explica su funcionamiento en el siguiente enlace: https://youtu.be/RhfyB_pCJFg. Pueden mostrarlo durante el encuentro pero en todo caso será necesario que el capacitador lo vea y aprenda antes del encuentro para poder explicar el funcionamiento si no hay acceso a video o los tiempos no fueran suficientes.

Los últimos 15 minutos se deben destinar a una puesta en común. Sería bueno que, al finalizar el intercambio, se tome nota de las cuestiones más relevantes sobre las que se conversó.

Tercer momento. ¿Dónde está el calor en una sustancia?

(60 minutos)

Modalidad de trabajo: En pequeños grupos, seguido por una puesta en común de todos los grupos.

Consigna de trabajo

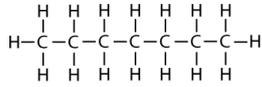
¿Dónde está el calor en una sustancia? Esta es una pregunta muy difícil y no vamos a tratar de contestarla, pero vamos a ver el contenido energético de algunas sustancias y explorar ciertas regularidades que emergen al estudiar *el tipo de molécula* que las componen.

Dispongan de 60 minutos para todo este momento, que incluye la revisión del material presentado por un docente ficticio (como venimos haciendo en clases anteriores), la realización de la actividad 2 en grupos y una puesta en común.

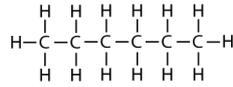
Calor generado a partir de la combustión de diferentes sustancias

La mayor parte de las sustancias orgánicas son combustibles. Todas tienen átomos de carbono y de hidrógeno, y muchas veces muchos otros tipos de átomos unidos en una enorme variedad de formas.

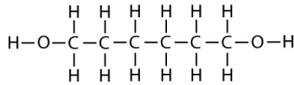
A continuación podrán apreciar las fórmulas desarrolladas de algunas sustancias. Estas fórmulas nos ayudan a ver la estructura molecular: qué átomos componen la molécula y cómo están conectados.



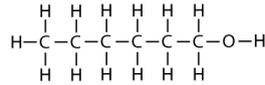
Heptano



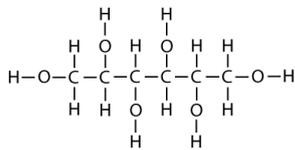
Hexano



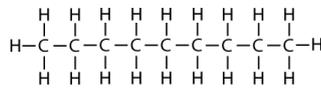
Hexanodiol



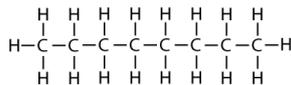
Hexanol



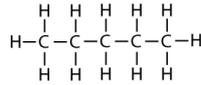
Manitol



Nonano



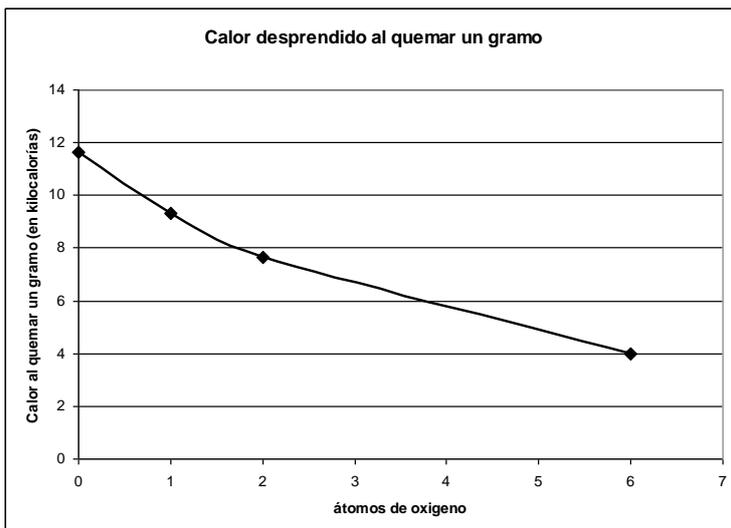
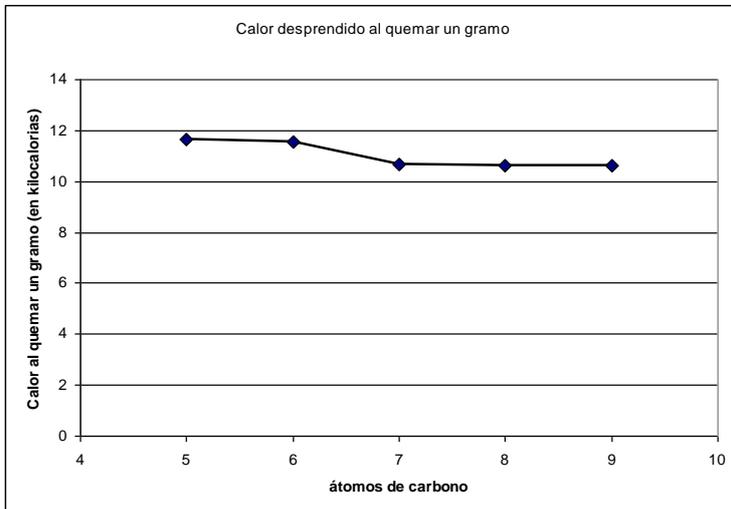
Octano



Pentano

¿Qué sustancias contienen oxígeno, cuáles no?

En el primer gráfico se representan las calorías liberadas al quemar un gramo de las siguientes sustancias: pentano, hexano, heptano, octano y nonano. En el segundo gráfico se representan las calorías liberadas al quemar un gramo de: hexano, hexanol, hexanodiol y manitol.



(Gráficos elaborados por los autores del curso).

Preguntas

1. Según lo que se puede concluir a partir de estos gráficos, ¿la cantidad de átomos de carbono tiene efecto sobre la cantidad de calor que libera una sustancia al ser quemada?
2. Observen las fórmulas químicas de un hidrato de carbono (la glucosa) y de una grasa (el ácido palmítico). Basándose en esto y en los gráficos, especulen acerca de qué tipo de sustancia tiene mayor poder energético por gramo, ¿un hidrato de carbono o una grasa?

Otro aspecto a señalar es cómo se usan las representaciones moleculares como fórmulas desarrolladas: permiten visualizar los átomos presentes y la forma en la que se disponen de modo de poder sacar conclusiones, sin necesidad de saber las características de las uniones, y otras cuestiones más sutiles a nivel atómico-molecular.

Propuesta de gestión

Los participantes deberán trabajar en grupos de 3 o 4 personas. Al igual que en los casos anteriores, no se espera que los participantes respondan las preguntas de la actividad del docente ficticio (aunque esto puede mejorar el resultado del trabajo), sino que el énfasis debe estar puesto en el análisis didáctico. Los últimos 15 minutos se deben destinar a una puesta en común.

Respuestas a las preguntas del material del docente ficticio

A continuación se explicitan las respuestas esperadas en las preguntas del material que el docente ficticio presenta a sus estudiantes de Nivel Secundario.

1. No. Agregar más carbonos parece que hiciera decrecer levemente la cantidad de calor por gramo, pero el efecto es muy pequeño. En rigor, este decrecimiento es más pronunciado cuando las moléculas tienen pocos átomos de carbono y se va nivelando a medida que crece el número.
2. Sí. Agregar átomos de oxígeno en cambio tiene un efecto más pronunciado y parece que cuanto más oxígeno tiene una molécula, menos calor libera cuando se la quema. En algún sentido, si “quemar” significa oxidar, o combinar con oxígeno, una sustancia cuya molécula contiene más átomos de oxígeno se encuentra más oxidada, o más “quemada” que una con menos. La máxima oxidación del carbono se presenta en el dióxido de carbono.

Cuarto momento. Elaboración de gráficos en planilla de cálculo

(90 minutos)

Modalidad de trabajo: En grupos en función de las computadoras disponibles, seguido por una puesta en común de todos los grupos.

Antes de comenzar, miren el video tutorial para crear los gráficos del ejercicio anterior en el siguiente enlace: <https://youtu.be/TKbOVbbi16Y>.

La propuesta es que generen los gráficos de líneas a partir de esos mismos datos. Si tienen tiempo, vean cómo rotular los ejes, cambiar escalas, etc.

Sugerencia: ayúdense entre ustedes ¡y no teman preguntar!

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta actividad?

Las planillas de cálculo, como Calc o Excel, para la confección de gráficos son una herramienta muy útil, que todo profesor de Ciencias Naturales debería manejar. Por un lado, este recurso brinda la posibilidad

de diseñar cualquier tipo de gráfico con los valores, variables, etcétera, que se decida utilizar (se pueden diseñar todo tipo de gráficos “a medida”) con fines didácticos. Por otro lado, también les abre el panorama para la incorporación de TIC en el trabajo con capacidades científicas, ya que pueden diseñar actividades en las que los alumnos mismos confeccionen los gráficos (sobre la base de datos ficticios o reales, obtenidos en una experiencia).

Designar un espacio específico para ejercitar, profundizar y/o aprender a usar esta herramienta tendrá un claro e importante impacto en la práctica docente.

Propuesta de gestión

Sería conveniente que la actividad comenzase con una primera proyección general del video. Luego, los participantes deberán organizarse en grupos (lo ideal será trabajar en pares), de acuerdo con la cantidad de computadoras o dispositivos disponibles. Allí trabajarán con la consigna, y podrán ver nuevamente el video (en su totalidad, o por fragmentos), en la pantalla de sus computadoras.

Se espera que los docentes interactúen entre sí, se brinden consejos y apoyo, tanto dentro de los grupos o pares de trabajo, como con los otros grupos.

Se espera que el capacitador recorra el espacio, y asista a las necesidades, dudas y consultas que vayan surgiendo en cada grupo o par de trabajo.

Quinto momento. Cierre y tarea para el próximo encuentro

(45 minutos)

Orientaciones para el capacitador

Marco de cierre

Antes de dar las pautas para la tarea, el capacitador puede considerar el realizar un cierre de los últimos 2 encuentros, que conforman una unidad temática respecto de los contenidos conceptuales (las características de la combustión). Para ello, puede considerar el siguiente texto.

Resulta interesante señalar que el enfoque de estos últimos 2 encuentros sobre los contenidos conceptuales puso el foco en las propiedades macroscópicas de la materia (tomando como base la secuencia de experimentos realizados por Lavoisier y Laplace), y no se hizo referencia a la estructura atómico-molecular (salvo al final). Varios educadores de la Química plantean que por lo general se presta poca atención a las propiedades macroscópicas, y que esto vuelve a la química aburrida e inaccesible (Nelson, 2002). Según estos autores no basta con encontrar ejemplos de aplicación a la vida cotidiana sino que hay que hacer a la Química accesible desde el punto de vista cognitivo, enfatizando los aspectos que son accesibles a los sentidos antes de embarcarse en modelos complejos (átomos y estructura atómica) o representaciones difíciles (fórmulas y ecuaciones). Si bien en este último encuentro presentamos algunas fórmulas, se trata de fórmulas estructurales o desarrolladas que ilustran la arquitectura molecular y son algo más accesibles que las llamadas fórmulas empíricas que muestran solo la composición atómica. Es interesante cerrar estos encuentros reflexionando acerca de cuándo y cómo comenzar a incorporar un modelo de partículas y los detalles de su estructura interna en la escolaridad.

Esta tarea busca avanzar sobre la realización de gráficos con planilla de cálculo.

- a) Elijan un tema para una clase de una materia dentro de su disciplina y, dentro de ese tema, un gráfico que sea útil para esa clase.
- b) Produzcan un gráfico usando una planilla de cálculo que pueda ser utilizado con los alumnos. Puede ser un gráfico con datos imaginados, o uno que reproduce los datos de un libro o cualquier otra fuente informativa.
- c) Expliquen brevemente cómo usarían ese gráfico en el marco de la clase.

Para el encuentro próximo, traigan esta tarea para compartir con los demás los logros y las dificultades encontradas.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta actividad de tarea?

Es adecuada para hacer una integración de las capacidades trabajadas en todos los encuentros. Además, incorpora el recurso trabajado en este último (el uso de herramientas TIC, más específicamente, de una planilla de cálculo). Esta es la segunda actividad durante la cursada en la que los participantes deben generar material de trabajo en el marco de las materias que dictan (luego de la tarea del tercer encuentro).

Si bien se espera que para este quinto encuentro ya tengan definidas las ideas generales de su trabajo final (tema, materia, tipo de representación, año del Nivel Secundario), esta actividad brindará aún más herramientas para que los participantes elaboren el material para trabajar en el aula de forma definitiva, y lo lleven a la práctica.

Propuesta de gestión

Los participantes harán esta actividad de forma individual como tarea en sus hogares. En el encuentro siguiente sería conveniente que trajeran los gráficos que confeccionaron (ya sea de forma impresa, y/o en algún formato virtual, si contaran con alguna forma de proyectar la imagen), de modo que puedan mostrarlos. Si bien seguramente no todos los participantes podrán exponer sus producciones, es fundamental que el capacitador señale la gran importancia de la realización de esta actividad, en vistas de la confección del material definitivo para el trabajo en sus aulas.

Bibliografía para el espacio de estudio

En este encuentro no se proponen lecturas obligatorias para el siguiente. Se invita a los participantes a continuar con las lecturas optativas de clases anteriores.

Recursos necesarios

Para este encuentro no son necesarios otros recursos extra.

Materiales de referencia

Para este encuentro no hay material de referencia.

Encuentro 6

Agenda del encuentro

Objetivos	Contenidos	Momento y actividad	Tiempo sugerido	Actividades y modalidad de trabajo
<ul style="list-style-type: none">- Analizar actividades de un docente hipotético desde el punto de vista de un alumno y luego con una mirada docente.- Reflexionar acerca de la enseñanza de contenidos conceptuales relacionados con la respiración celular, desde el punto de vista de la Biología, integrados al trabajo con capacidades como la lectura e interpretación de tablas.	Respiración: Rol del oxígeno y de la comida en el metabolismo.	Primer Momento. Acerca del encuentro anterior	45 minutos	Discusión sobre tareas y encuentro anterior.
		Segundo Momento. Primer misterio: comer y beber	90 minutos	Actividad 1 Análisis cuantitativo de la variación de peso debida a la alimentación.
		Tercer Momento. Uso de tablas	30 minutos	Actividad 2 Introducción al uso de tablas como herramienta para presentar datos.
		Intervalo	30 minutos	
		Cuarto Momento. Segundo misterio: correr y respirar	90 minutos	Actividad 3 Análisis cuantitativo de lo que ocurre con intercambio de gases al respirar.
		Quinto Momento. Tarea y cierre del encuentro.	15 minutos	Tarea y lecturas para el próximo encuentro. Cierre.

Presentación

Este encuentro y el próximo abordan el concepto de la respiración celular, desde la Biología, a través del relato de observaciones y experimentos. La respiración celular es la principal reacción de combustión de los seres vivos, y en estas clases se integra este aspecto con lo que ya se ha trabajado acerca del calor, en los encuentros 2 y 3, y la combustión, en los encuentros 4 y 5. En cuanto a las capacidades, se trabaja aquí con tablas como modo de mostrar información cuantitativa. Como antes, se proponen actividades de un docente hipotético para, por un lado, modelizar un posible modo de abordar estos temas en el aula y, por el otro, promover una discusión más relacionada con aspectos didácticos y educativos.

Metodología

Este encuentro presencial y el próximo abordan contenidos conceptuales relacionados con la respiración celular desde el punto de vista de la Biología y asignaturas afines. A la vez, se presenta y discute acerca de la enseñanza de capacidades relacionadas con la lectura e interpretación de información cuantitativa presentada en forma de tablas. El trabajo se complementa con una tarea individual que consiste en la lectura de un texto acerca de la interpretación de tablas y gráficos para hacer inferencias de la vida cotidiana.

Capacidades

- Cognitivas
 - Leer tablas de datos y de gráficos cartesianos.
 - Comparar varios conjuntos de datos.
- Intrapersonales
 - Asumir el propio proceso de formación profesional de manera crítica y reflexiva.
 - Contar con una mirada estratégica en torno a la planificación de sus propuestas de enseñanza.
- Interpersonales
 - Trabajar en equipo con colegas, reflexionando sobre la práctica docente.

Estructura del encuentro

Primer momento. Acerca del encuentro anterior
(45 minutos)

Notas acerca de la tarea y el encuentro anterior.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué comenzar de este modo el encuentro?

La actividad que tenían de tarea para este encuentro fue la segunda instancia de generación de un material de aplicación concreta de las herramientas en el aula. Es por eso que este espacio de intercambio resulta muy importante, no solo por su utilidad para la resolución del Trabajo Final, sino también en cuanto a su potencialidad en el impacto sobre la propia práctica docente.

Propuesta de gestión

La modalidad de intercambio queda a criterio del capacitador. Probablemente no alcance el tiempo para que todos muestren sus propuestas, pero sería conveniente generar el espacio y la confianza para que la mayor cantidad de participantes hagan una breve exposición. En caso de ser necesario más tiempo, el capacitador puede considerar extenderse un poco más en este primer momento, y regular la duración de los siguientes. Como en este caso la tarea requería trabajar con un programa de planilla de cálculo, se sugiere que se fomente el diálogo de pares para intercambiar dudas, soluciones y pequeños consejos.

Se sugiere que luego de cada intervención haya alguna devolución breve que resalte los aspectos positivos de las propuestas y que ofrezca ideas para completarlas y/o mejorarlas. También es esperable que fomente el intercambio grupal de opiniones y conceptos, manteniendo un clima de respeto por el trabajo del otro.

Al finalizar todas las exposiciones, se recomienda que el capacitador haga una devolución general, puntualizando los aspectos más importantes, de modo que los participantes puedan tomar nota.

Primer momento. Primer misterio: comer y beber

(90 minutos)

Modalidad de trabajo: En pequeños grupos, seguido por una puesta en común de todos los grupos.

Orientaciones para el capacitador

Marco de inicio

En los encuentros 6 y 7 se trabajará con contenidos conceptuales en el marco de la disciplina Biología. A partir de experimentos históricos (de Santorio, de Hill y Lupton y de Lavoisier) se desarrollarán contenidos conceptuales respecto de la relación entre la alimentación, la respiración y la combustión (“la combustión de la vida”), siguiendo un razonamiento que va desde un abordaje más fenomenológico y más amplio o macroscópico, hasta mencionar la respiración celular (que en este curso se describirá brevemente sin entrar en detalles de cuestiones más químicas o metabólicas de la reacción). En cuanto a las herramientas, se darán ejemplos de recursos que ya aparecieron en otros encuentros, puntualizando nuevos aspectos y/o aportando ejemplos adicionales de aplicación.

Se sugiere que, en el inicio, el capacitador haga una breve introducción a los contenidos de estos 2 encuentros. Si lo considera apropiado, puede tomar información del siguiente texto.

En la antigüedad no estaba claro exactamente para qué comemos o respiramos o, en general, qué función cumplen los diferentes órganos del cuerpo. Por ejemplo, se creía que el corazón era donde se producían las emociones, o que el cerebro servía para refrigerar la cabeza y el cuerpo. Descubrir qué hace cada cosa no es algo fácil y menos aún averiguar de qué sirve comer o respirar si uno va más allá de la obvia observación de que nos morimos si dejamos de hacerlo.

Hay, sin embargo, observaciones más sutiles que podemos hacer. Si dejamos de comer por un tiempo, no nos morimos enseguida (como sí ocurre si dejamos de respirar), sino que vamos perdiendo peso progresivamente. Parece, entonces, que nuestro cuerpo pierde peso todo el tiempo y que nosotros contrarrestamos esa pérdida ingiriendo comida. Algo similar se observa con la bebida: es evidente que perdemos agua constantemente a través de la orina y la recuperamos bebiendo. También sabemos que si comemos mucho ganamos peso, y que lo podemos perder haciendo ejercicio.

Consigna de trabajo

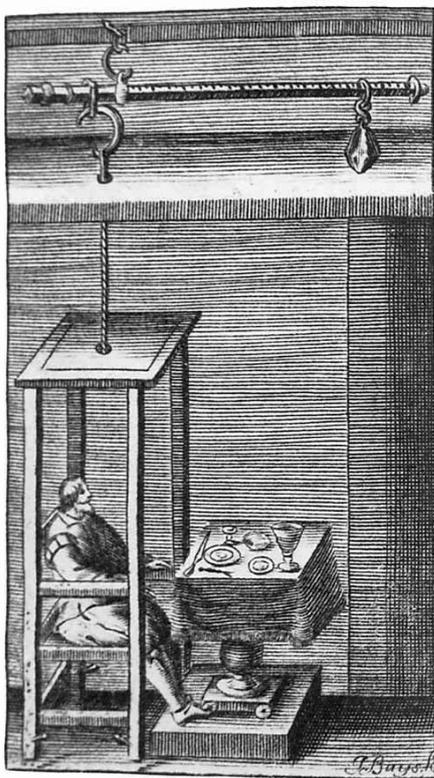
¿Para qué comemos? ¿Por qué es importante no dejar de comer? ¿Será que nuestro cuerpo pierde peso constantemente y lo recuperamos comiendo y bebiendo?

Lean lo que sigue en el recuadro. Disponen de 90 minutos para todo este momento, que incluye la revisión del material presentado por un docente ficticio (como se viene haciendo en clases anteriores), la realización de la actividad 1 en grupos y una puesta en común.

Medir pesos para saber

Si comemos mucho aumentamos de peso, si comemos poco perdemos peso. ¿A dónde va a parar el peso de la comida? ¿Para qué comemos realmente? Este no fue un problema sencillo de resolver.

El 1612, un médico de Venecia llamado Santorio Santorio (sí, 2 veces) publicó un curioso trabajo. Santorio había construido lo que él llamaba la silla estática, una balanza muy precisa con un asiento montado sobre ella que permitía medir su peso corporal. Esta silla estática lucía así:



Con este dispositivo, Santorio notó algunas cosas:

- 1) después de comer, su peso aumentaba;
- 2) después de ir al baño, su peso disminuía.

Santorio reconoció enseguida que, si su peso aumentaba, era porque estaba incorporando más materia de la que perdía. Si disminuía, ocurría lo contrario. Si su peso se conservaba, concluía que había un equilibrio entre la materia que incorporaba y la que perdía.

Durante años, Santorio tomó cuidadosamente nota del peso de todo lo que comía y bebía, y de todo el peso producido en forma de material fecal y de orina.

Los registros originales de Santorio se perdieron, pero los resultados que se muestran en la tabla que está a continuación bien podrían describir los resultados de este investigador. Los datos de ingreso y egreso de materia para una persona a lo largo de un día están expresados en unidades actuales (el sistema métrico no existía en la época de Santorio):

	Peso (gramos)
Peso corporal al inicio del día	72000
Peso corporal al final del día	72500
Agua total tomada durante el día	1420
Comida total ingerida durante el día	1335
Orina total eliminada en el día	1480
Materia fecal total eliminada en el día	250

PREGUNTAS

1. ¿Cuánta materia ingresó al cuerpo de la persona en el día?
2. ¿Cuánta materia egresó del cuerpo de la persona en el día?
3. ¿Cambió el peso de la persona?
4. ¿Hay algo en estos valores que les parezca que no tiene sentido? Los valores son esos, no están mal tomados. Especulen qué podría estar pasando para explicar los resultados de Santorio.
Santorio notó algo más: si se quedaba en la balanza un corto tiempo (sin comer ni beber ni ir al baño), su peso disminuía gradualmente. Santorio planteó que parte de lo que ingresaba al cuerpo se iba como algo que se llamaba entonces *perspiratio insensibilis*, o transpiración insensible.
5. Completen la última fila de la tabla anterior (la que está en blanco) para indicar cuánta materia se va del cuerpo por *perspiratio insensibilis*.
6. ¿En qué podría consistir esta *perspiratio insensibilis*? Enumeren todas las posibles pérdidas de peso que se les ocurran que no sean ni orina ni materia fecal.

Actividad 1

1. ¿Qué ideas conceptuales se pueden enseñar a partir de esa actividad docente? ¿Qué se puede trabajar en relación con la lectura e interpretación de los datos mostrados en formato de tabla?
2. Revisen las preguntas 1 a 3 del material del docente ficticio. ¿Qué busca este docente con esas preguntas?
3. La pregunta 4 es diferente. ¿Qué permite esa pregunta?

4. Una vez presentada la transpiración insensible, ¿qué información le da al docente si sus estudiantes pueden o no pueden realizar la pregunta 5?
5. Por último, ¿qué capacidades se pueden trabajar a partir de la pregunta 6?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

Esta actividad es un ejemplo adecuado de cómo iniciar el trabajo con los contenidos conceptuales en relación con la nutrición de los seres vivos. Por un lado, retoma “los misterios” que condujeron a la investigación sobre el tema, tomando como base el experimento de Santorio (que además resulta muy interesante en términos de diseño experimental). Por otro lado, plantea el uso de tablas de datos (lectura, interpretación, realización de cálculos e inferencias), recurso que ya hemos presentado en el segundo encuentro.

Análisis didáctico

A través de esta actividad, el docente guía a los estudiantes en la lectura e interpretación de la tabla, en la obtención de conclusiones similares a las de Santorio, y en la generación de hipótesis (que dejan un camino abierto para seguir trabajando –aparece un nuevo “misterio”–).

Las preguntas 1, 2 y 3 apuntan a que los alumnos lean la tabla de forma adecuada, y hagan cálculos sencillos. En la cuarta pregunta se orienta a los chicos a que hagan una relectura de las respuestas de las preguntas anteriores, y hagan una observación (que puede que hayan hecho hasta ese entonces o no): hay un peso que se perdió, y no se entiende por dónde, ya que no fue ni por orina ni por materia fecal. De esta manera, se está mostrando a los estudiantes un *fenómeno*. Luego viene la definición de transpiración insensible (recordemos la secuencia “fenómeno → idea → terminología”). La quinta pregunta pretende evaluar si los alumnos comprendieron que esa diferencia de peso es la que Santorio llama transpiración insensible, y que sepan colocar adecuadamente estos datos nuevos dentro de la tabla. La última pregunta no se contesta en el marco del experimento de Santorio, sino que lleva a los alumnos a la generación de hipótesis a partir de sus conocimientos previos (probablemente muchos mencionen la transpiración, aunque quizás a alguno también se le ocurra mencionar el intercambio de gases a través de la respiración). Es importante notar que transpiración insensible es meramente el nombre que Santorio le dio a una cantidad que no podía observar, pero que esto no implica que él u otros propusieran que se trataba de la transpiración tal como la conocemos hoy: por los poros de la piel. De hecho, Santorio era consciente de que buena parte puede perderse por la respiración por boca y nariz.

Santorio formaba parte del círculo de científicos de Galileo, y su aproximación cuantitativa a este problema fue una verdadera revolución respecto de cómo se pensaba la Medicina hasta entonces, que solía describir el cuerpo como esencias, fluidos y demás características cualitativas. Santorio quería números concretos, los buscó, y logró obtenerlos. Sus registros originales lamentablemente se perdieron, pero quedaron sus conclusiones.

Propuesta de gestión

Los participantes deberán trabajar en grupos de 3 o 4 personas. En una primera instancia, deberán leer la actividad desde la perspectiva de los alumnos, y luego se abocarán a la reflexión didáctica a partir de las preguntas planteadas a continuación de la consigna.

Como siempre, en este tipo de consignas no se espera que los participantes respondan las preguntas de la actividad del docente ficticio (aunque pueden responderlas si desean); el foco debe estar puesto en el análisis didáctico.

Los últimos 15 minutos se deben destinar a una puesta en común.

Respuestas a las preguntas del material del docente ficticio

A continuación se explicitan las respuestas esperadas en las preguntas del material que el docente ficticio presenta a sus estudiantes de Nivel Secundario:

1. Ingresar agua y comida total, o sea 2755 g en el día.
2. Egresar orina y materia fecal, o sea 1730 g en el día.
3. Sí, aumentó en el día 500 g.
4. Si ingresaron 2755 g, y de esa masa egresaron 1730 g y la persona aumentó 500 g, hay una pérdida de masa que no podemos explicar: 525 g. Hay 525 g que ingresaron al cuerpo y no se quedaron en él. Salieron del cuerpo pero tampoco podemos atribuir esa pérdida a la orina o a la materia fecal. ¿Cómo se fue esa masa del cuerpo?
5. En la última fila de la tabla habría que escribir transpiración insensible (o *perspiratio insensibilis*) y, al lado, 525 g.
6. Transpiración (mayormente pérdida agua) por la piel (posiblemente esa sea la respuesta más frecuente en alumnos de secundario pero, como se verá después, también hay pérdida de agua y carbono en forma de dióxido de carbono por la exhalación).

Tercer momento. Uso de tablas

(30 minutos)

Modalidad de trabajo: En grupos de 5 o 6 personas, seguido por una puesta en común de todos los grupos.

Consigna de trabajo

Lean el texto que se encuentra en el recuadro y discutan las preguntas que se encuentran a continuación. Se sugiere tomar nota de las respuestas. Por último, realicen una puesta en común. Disponen de 30 minutos para toda esta parte.

¿Cuándo usar tablas para mostrar información?

Las tablas tienen algunas ventajas respecto de las palabras al momento de mostrar información, en especial la de tipo cuantitativo:

- La información es fácilmente visualizable.
- Las tablas permiten una lectura *no ordenada*: se puede leer la tabla comenzando desde donde uno quiera, y se puede encontrar fácilmente la información que se busca, que

quizás es solo un dato entre muchos. En cambio, en un texto se debe acceder a esta misma información leyendo todo en el orden planteado por el autor.

- Las tablas permiten una rápida comparación entre valores (es importante controlar que se expresen las unidades y que se mantengan las mismas a lo largo de la tabla).

Actividad 2

1. ¿Se les ocurre alguna ventaja más de las tablas respecto de comunicar esa misma información en palabras? ¿Alguna desventaja?
2. ¿Sus alumnos saben analizar información presentada de este modo? Si no lo saben, ¿cuáles son las dificultades que, en su experiencia, los alumnos encuentran al analizar tablas? ¿Cómo podríamos ayudarlos a superarlas?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué ese elige esta consigna?

Este texto breve formaliza y describe las características de las tablas de datos y sus aplicaciones. Es útil como disparador para la reflexión didáctica sobre la propia práctica en relación con este recurso.

Análisis didáctico

En este tipo de actividades las respuestas y comentarios serán muy variados. No obstante, se pondrá en evidencia el modo en el que los docentes trabajan con estas herramientas, las dificultades que tienen, las ventajas que encuentran, etc. Sería conveniente sugerirles que también den ejemplos de los temas en los que usan esta herramienta, para qué materias y en qué años de la enseñanza secundaria.

Propuesta de gestión

Aquí se espera que trabajen en grupos diferentes, y de mayor cantidad de integrantes. Luego de la discusión por grupos, se deberá realizar una puesta en común. Se sugiere que el capacitador señale las cuestiones comunes que hayan aparecido en todos los grupos.

Cuarto momento. Segundo misterio: correr y respirar

(90 minutos)

Modalidad de trabajo: En pequeños grupos, seguido por una puesta en común de todos los grupos.

Consigna de trabajo

Con las mediciones de Santorio se empezó a ver a la comida y a la bebida como el *ingreso de materiales* al cuerpo. ¿Pero son estos los únicos materiales que ingresan o egresan? Veamos.

Debe haber una conexión entre respirar y perder peso. Una forma de perder peso es haciendo ejercicio y cuando lo hacemos nos falta el aliento y respiramos más rápido. ¿Qué es la respiración y para qué sirve?

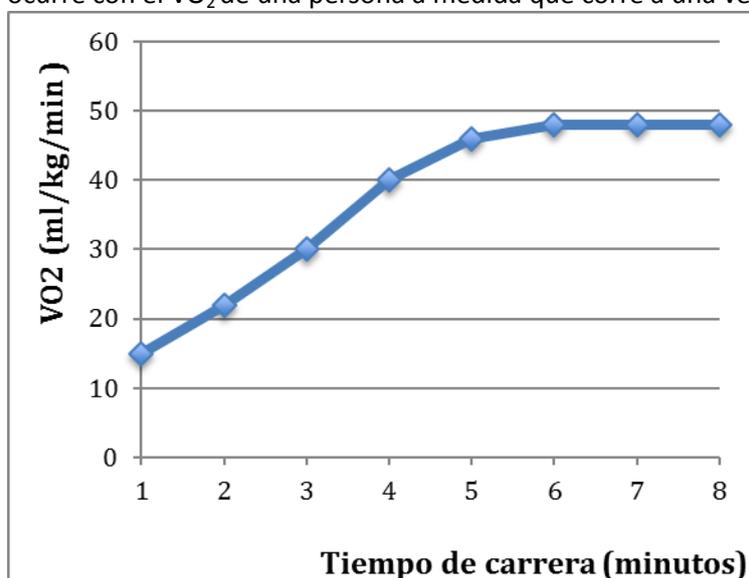
En la década de 1920, los investigadores A. V. Hill y H. Lupton estudiaron cómo se modificaba el consumo de oxígeno (O_2) cuando una persona corría. Como el consumo de oxígeno depende, entre otros factores,

del peso de la persona y del tiempo que transcurre, se suele trabajar con la cantidad de oxígeno (en mililitros, ml) dividido el peso corporal de la persona (en kg) dividido el tiempo considerado (en minutos). Así se define el consumo de oxígeno o VO_2 , cuyas unidades son mililitros de oxígeno consumido por kg de peso por minuto, o ml/kg/min.

Lean lo que sigue en el recuadro. Disponen de 90 minutos para todo este momento, que incluye la revisión del material presentado por un docente ficticio (como venimos haciendo en clases anteriores), la realización de la actividad en grupos y una puesta en común.

Correr y respirar

Observen el gráfico que se muestra a continuación y respondan las preguntas. El gráfico muestra qué ocurre con el VO_2 de una persona a medida que corre a una velocidad constante



(Gráfico elaborado por los autores del curso).

PREGUNTAS

1. ¿Qué se grafica en los ejes? ¿Cómo se podría decir, en palabras, qué se está graficando aquí?
2. ¿Cómo se podría describir lo que se observa? (describir sería algo similar a traducir a palabras lo que se observa).
3. ¿Cómo se podría interpretar lo que se observa? (interpretar implica algo más: asignarle significado a lo anterior, teniendo en cuenta el contexto de lo que se plantea).

El gráfico de VO_2 en función del tiempo muestra algo interesante y, en un punto, sorprendente: a medida que aumenta el esfuerzo, aumenta el VO_2 de manera aproximadamente lineal hasta que va llegando a un máximo en el que el VO_2 no se modifica a pesar de que la intensidad del esfuerzo siga aumentando. A

eso se lo denomina consumo máximo de O_2 (VO_2 máx) y es la máxima cantidad de O_2 que puede incorporar una persona cuando hace ejercicio.

Hay, entonces, dos fenómenos distintos:

- 1) *A medida que aumenta el esfuerzo, el cuerpo aumenta la incorporación de oxígeno.*
- 2) *Ese aumento tiene un límite claro.*

Cuando Hill y Lupton realizaron este tipo de mediciones con muchas personas y en muchos momentos, fueron notando que siempre se alcanza un VO_2 máx y que este valor es mayor cuanto más entrenada está la persona. De hecho, se considera actualmente que es una manera de medir la capacidad aeróbica de una persona.

4. ¿Cuál es el VO_2 máx. para la persona del gráfico anterior? ¿En qué minuto se alcanza este VO_2 máx.?
5. ¿Por qué hay un VO_2 máx.? ¿Por qué les parece que no se puede superar esa barrera?

Actividad 3

1. En el encuentro 3 se presentaron los *tres pasos* en los que se podría separar la obtención de información a partir de un gráfico. ¿Cómo se pueden vincular esos tres pasos con las tres primeras preguntas de este material de un docente ficticio?
2. Luego de una breve explicación que presenta al VO_2 máx., se realizan dos preguntas más. ¿Qué información le da al docente si ve que algunos de sus alumnos no pueden responder esas preguntas?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

En esta actividad se retoma el uso de los gráficos de líneas, presentados en los encuentros 2 y 3, en el marco de un experimento histórico que apunta a resolver otro “misterio”: para qué respiramos. Forma parte de una continuidad que pretende dar el docente ficticio en la presentación de contenidos conceptuales, generación de hipótesis y obtención de conclusiones, que lleven a los alumnos a relacionar la alimentación y la respiración con la energía (lo que se lograría al finalizar las actividades tanto de este encuentro como las que se plantearán en el siguiente).

Análisis didáctico

A través de las preguntas del docente ficticio, se ve claramente que se orienta a los alumnos a la lectura e interpretación del gráfico de líneas, siguiendo los 3 pasos que se mencionaron en el tercer encuentro. Primero se lleva a reconocer las generalidades del gráfico (qué variable está representada en cada eje, en qué unidades, qué forma tiene el gráfico). En la segunda pregunta apunta a la descripción de ese gráfico (a medida que la persona va corriendo, su VO_2 aumenta, pero llega un momento en el que se estabiliza y, aunque siga corriendo, el consumo de oxígeno no sigue aumentando). La tercera pregunta apunta al tercer paso, es decir, generar una explicación para esa descripción, entender qué puede estar pasando, por qué se observa eso. Una explicación posible es que aumenta el consumo de oxígeno porque el cuerpo está necesitando más oxígeno debido al esfuerzo físico (no sabemos para qué en este punto de la actividad, pero en última instancia tiene que ver con que el oxígeno es un reactivo en una reacción

química que tiene como “producto” la energía que necesitamos para llevar adelante el ejercicio), pero parece estar llegándose a un límite a partir del cual ya no logra incorporar más.

Luego de definir el VO_2 máximo, la cuarta pregunta apunta a que el estudiante pueda leer el gráfico teniendo en cuenta esta definición, y la quinta y última (al igual que en la otra actividad del docente ficticio), deja “el juego abierto” a la generación de hipótesis, con las que se trabajará en posteriores actividades.

Propuesta de gestión

Debido a que, en algún punto, esta actividad se conecta con la realizada en el segundo momento, sería conveniente que se agruparan los mismos participantes. Luego de un tiempo de elaboración grupal, se debe hacer una puesta en común.

Respuestas a las preguntas del material del docente ficticio

A continuación se explicitan las respuestas esperadas en las preguntas del material que el docente ficticio presenta a sus estudiantes de Nivel Secundario.

1. En el eje de las x se grafica el tiempo de carrera, en minutos. En el eje de las y se grafica el VO_2 de una persona, en $ml/kg/min$. Lo que se está graficando acá es cómo se modifica el VO_2 a medida que aumentan los minutos en los que la persona está corriendo.
2. En este gráfico se ve que, a medida que la persona corre, su VO_2 va aumentando progresivamente, pero llega un momento en el que el VO_2 se estabiliza y, aunque siga corriendo, el consumo de oxígeno no sigue aumentando.
3. Aparentemente, a medida que la persona corre, necesita más cantidad de oxígeno. Pero llega un punto en el que quizás sigue necesitando más oxígeno, pero ya no logra aumentar su cantidad. Una posibilidad es que, por ejemplo, la persona aumente su frecuencia respiratoria en la carrera, de manera de disponer de más cantidad de oxígeno, pero que luego eso llegue a un límite y no pueda seguir aumentando. O quizás no es un límite del sistema respiratorio sino del acceso de oxígeno a las células del cuerpo. (En este punto, cualquier hipótesis que los estudiantes den, y que sea compatible con los resultados observados, podría ser aceptada.)
4. El VO_2 máx. de esta persona es de aproximadamente $48 ml/kg/min$. Este valor se obtiene mirando en el eje x cuándo el gráfico se estabiliza (esto ocurre entre los minutos 6 y 8) y, a partir de ese punto, yendo al eje y a leer el valor correspondiente.
5. Ídem respuesta 3 anterior, pero ahora con énfasis en que a ese valor lo denominamos VO_2 .

Algunos datos interesantes para agregar

A colación de esta actividad, el capacitador puede señalar algunos datos interesantes. El VO_2 máx. promedio de los seres humanos es de aproximadamente $35-40 ml/kg/min$. Los atletas tienen valores mucho mayores, sobre todo los corredores, ciclistas y nadadores que pueden llegar a más de $90 ml/kg/min$. Los caballos tienen un VO_2 máx. de 180 y los perros siberianos que arrastran trineos valores de casi el doble del de los caballos. Es interesante notar que una manera indirecta pero muy común de medir el VO_2 máx. es el test de Cooper, conocido por muchos profesores y alumnos.

Quinto momento. Tarea y cierre del encuentro

(15 minutos)

Orientaciones para el capacitador

Se sugiere que al inicio de este último momento, el capacitador recuerde algunos aspectos del trabajo final. Para esta altura ya deberían tener decidido qué hacer, cuándo, cómo, etc. También les debería comentar que en el siguiente encuentro tendrán un espacio exclusivo destinado a dudas respecto del Trabajo Final.

El capacitador puede considerar destinar algo de tiempo en este encuentro también, si es que al hacer está mención surgieran dudas y/o consultas específicas.

Actividad de reflexión final (no es para entregar)

1. Identifiquen algo que les haya parecido interesante de este encuentro. ¿Se relaciona con conceptos, capacidades, estrategias de enseñanza, o con otras cuestiones?
2. Escriban una pregunta que les haya surgido en este encuentro, o algo que les gustaría profundizar en el futuro.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta actividad de reflexión al final del encuentro?

Estas dos preguntas llevan a los participantes a que, de forma individual, reflexionen sobre lo trabajado en este encuentro. Si bien este espacio es optativo, consideramos que es importante que el capacitador estimule a los participantes a tomarse un tiempo para hacer la reflexión.

Esta instancia va permitiendo, a lo largo de la cursada, que los participantes sean conscientes de la importancia de lo trabajado, y del impacto que tendrá sobre su práctica docente.

Bibliografía para el espacio de estudio

Quiñónez, A. (2012). *Matemáticas. Interpretación de tablas y gráficas para hacer inferencias de la vida cotidiana. Sexto grado del Nivel Primario*. Guatemala: Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa, Ministerio de Educación. Recuperado de http://www.mineduc.gob.gt/digeduca/documents/cuadernillosPedagogicos/No.%205/Matematicas/5_sexto_mate.PDF

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige este artículo?

Este artículo brinda, de forma ordenada, información sobre todas las herramientas con las que trabajamos hasta el momento (e incluso otras que no aparecieron en la cursada, como los gráficos de torta). Si bien es un material de apoyo docente orientado a maestros de segundo ciclo del nivel primario,

presenta todos los recursos de modo organizado, con ejemplos de aplicación, e incluso resultados de investigaciones hechas en relación con el trabajo con los alumnos. Este material invita a los participantes a reflexionar sobre los recursos y ejemplos con los que hemos trabajado hasta ahora en los encuentros.

Propuesta de gestión

Los participantes leerán este trabajo de forma individual, como tarea para el próximo encuentro. El capacitador podrá gestionar una pequeña discusión al respecto al comienzo del siguiente encuentro.

Recursos necesarios

Quiñónez, A. (2012). *Matemáticas. Interpretación de tablas y gráficas para hacer inferencias de la vida cotidiana. Sexto grado del Nivel Primario*. Guatemala: Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa, Ministerio de Educación. Recuperado de http://www.mineduc.gob.gt/digeduca/documents/cuadernillosPedagogicos/No.%205/Matematicas/5_sexto_mate.PDF

(Si bien se trata de un material inicialmente orientado al segundo ciclo del Nivel Primario, aporta herramientas útiles para reflexionar sobre el trabajo con tablas y gráficos que les proponemos en este curso.)

Materiales de referencia

Musso, C. y Enz, P. (2007). *Santuario de Padua y la invención del termómetro clínico*. Buenos Aires: Hospital Italiano. Recuperado de: https://www.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias_attachs/47/documentos/10359_27-1-Resena.pdf

Quiñónez, A. (2012). *Matemáticas. Interpretación de tablas y gráficas para hacer inferencias de la vida cotidiana. Sexto grado del Nivel Primario*. Guatemala: Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa, Ministerio de Educación. Recuperado de http://www.mineduc.gob.gt/digeduca/documents/cuadernillosPedagogicos/No.%205/Matematicas/5_sexto_mate.PDF

Encuentro 7

Agenda del encuentro

Objetivos	Contenidos	Momento y actividad	Tiempo sugerido	Actividades y modalidad de trabajo
<p>- Analizar actividades de un docente hipotético desde el punto de vista de un alumno y luego con una mirada docente.</p> <p>- Reflexionar acerca de la enseñanza de contenidos conceptuales relacionados con la respiración celular desde el punto de vista de la Biología.</p>	<p>- La respiración como combustión.</p> <p>- Calorimetría y energía del metabolismo.</p>	<p>Primer Momento. Acerca del encuentro anterior</p>	15 minutos	Discusión sobre tareas y encuentro anterior.
		<p>Segundo Momento. La respiración como combustión</p>	90 minutos	Actividad 1 La respiración como combustión
		<p>Tercer Momento. Los ejes de los gráficos cartesianos</p>	45 minutos	Actividad 2 Los ejes de los gráficos cartesianos
		Intervalo	30 minutos	
		<p>Cuarto Momento. ¿De qué nos sirve quemar la comida?</p>	60 minutos	Actividad 3 ¿De qué nos sirve quemar la comida?
		<p>Quinto Momento. Consultas y cierre</p>	60 minutos	Cierre. Consultas sobre el Trabajo Final.

Presentación

Este es el segundo y último encuentro dedicado a abordar el concepto de la respiración celular, desde la Biología, integrándolo con ideas sobre el calor desarrolladas en los encuentros 2 y 3, y sobre la combustión de los encuentros 4 y 5. En cuanto a las capacidades, se trabaja aquí con cuestiones relacionadas con los ejes y escalas de los gráficos cartesianos. Como antes, se presentan actividades de un docente hipotético para, por un lado, modelizar un posible modo de abordar estos temas en el aula y, por el otro, promover a partir de ellas una discusión más relacionada con aspectos didácticos y educativos.

Esta es la anteúltima clase del curso. El último encuentro será destinado exclusivamente a la defensa del Trabajo Final por parte de los docentes cursantes.

Metodología

Este encuentro presencial y el anterior abordan contenidos conceptuales relacionados con la respiración celular desde el punto de vista de la Biología y asignaturas afines, a la vez que se presenta y discute acerca de la enseñanza de capacidades vinculadas con los gráficos cartesianos. En esta oportunidad no hay una tarea, de manera de permitir que los docentes participantes puedan enfocarse en la realización del trabajo final.

Capacidades

- Cognitivas
 - Analizar los ejes y escalas en gráficos de líneas con ejes cartesianos.
- Intrapersonales
 - Asumir el propio proceso de formación profesional de manera crítica y reflexiva.
 - Contar con una mirada estratégica en torno a la planificación de sus propuestas de enseñanza.
- Interpersonales
 - Trabajar en equipo con colegas, reflexionando sobre la práctica docente.

Estructura del encuentro

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué comenzar de este modo el encuentro?

El séptimo encuentro está ligado con el anterior, tanto en los contenidos conceptuales como en las herramientas sobre las cuales se trabaja. Es por eso que es conveniente hacer una recapitulación de lo trabajado en el encuentro anterior, y discutir algunas ideas del texto que debían leer los participantes.

Propuesta de gestión

La modalidad de intercambio queda a criterio del capacitador. Se sugiere que se estimule la participación de los docentes y se abra un espacio de discusión entre pares que permita puntualizar los aspectos más importantes. El espacio para tomar nota queda a disposición de los que deseen anotar allí alguna idea que les parezca relevante.

Primer Momento. Acerca del encuentro anterior

(15 minutos)

Notas acerca de la tarea y encuentro anterior.

Orientaciones para el capacitador

El séptimo encuentro está ligado con el anterior, tanto en los contenidos conceptuales como en las herramientas sobre las cuales se trabaja. Es por eso que es conveniente hacer una recapitulación de lo trabajado en el encuentro anterior, y discutir algunas ideas del texto que debían leer los participantes.

Propuesta de gestión

La modalidad de intercambio queda a criterio del capacitador. Sugerimos que se estimule la participación de los docentes y se abra un espacio de discusión entre pares que permita puntualizar los aspectos más importantes.

Segundo Momento. La respiración como combustión (90 minutos)

Modalidad de trabajo: En pequeños grupos, seguido por una puesta en común de todos los grupos.

Orientaciones para el capacitador

Marco histórico conceptual de inicio

En el encuentro anterior se trabajó con actividades de un docente ficticio basadas en experimentos históricos, que tenían el fin de responder 2 “misterios”: para qué “sirve” comer (si no comemos perdemos peso y a la larga nos morimos), y para qué “sirve” respirar, (necesitamos respirar más cuando hacemos ejercicio, y si no respiramos nos morimos).

A través de los resultados de Santorio se observó que al comer y beber, aumenta la cantidad de materia que tiene nuestro cuerpo, pero que, después de eliminar todas las fuentes evidentes de pérdida de esa materia, todavía hay un peso que se pierde inexplicablemente y que él dio en llamar transpiración insensible.

Los resultados de medición del consumo de oxígeno (VO_2) pusieron en evidencia que el cuerpo hace algo con el oxígeno que incorpora a partir del aire.

En este encuentro continuaremos con este enfoque y develaremos estos misterios al llegar al proceso de respiración celular que ocurre permanentemente en cada una de nuestras células. Al igual que en el anterior, se trabajará con experimentos narrados basados en experimentos históricos, en este caso, realizados por Lavoisier y Laplace, que se conectan con lo trabajado en los encuentros 4 y 5 sobre combustión, y también se conectan con lo visto en los encuentros 2 y 3 sobre calor.

Se sugiere que el capacitador haga una pequeña introducción para darle inicio a este encuentro.

Consigna de trabajo

En el encuentro anterior se empezó a trabajar sobre el concepto de que nuestros cuerpos necesitan alimentarse y respirar.

Lean el siguiente recuadro. Disponen de 90 minutos para todo este momento, que incluye la lectura anterior, la revisión del material presentado por un docente ficticio (como se viene haciendo), la realización de la actividad 1 en grupos y una puesta en común.

Una mirada química sobre el proceso de respiración

¿Para qué se necesita la comida o el oxígeno del aire? ¿Qué es eso tan importante que nos aportan? Este misterio fue resuelto por el francés Antoine Laurent Lavoisier, considerado el padre de la química, a fines del siglo XVIII.

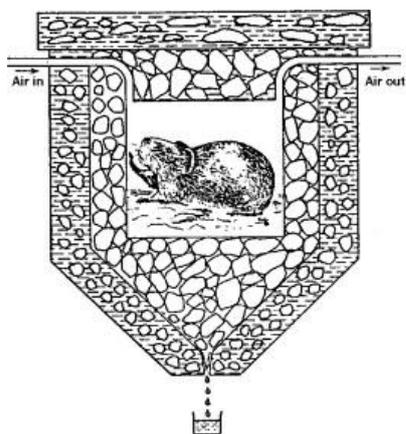
Lavoisier había descubierto el rol del oxígeno en la combustión. Había determinado que cada combustible se combina con oxígeno para producir algo diferente: los metales producen óxidos o herrumbres, el carbón produce dióxido de carbono, cuando arde el hidrógeno produce agua. Pero la mayoría de los combustibles de nuestra vida diaria (papel, madera, el alcohol o aceite de una lámpara) producen agua y dióxido de carbono. Además, por supuesto, producen calor. Por ejemplo, para el caso del aceite, podemos decir:

Aceite + oxígeno → dióxido de carbono + agua + calor

El aceite, el alcohol y la madera son todos de origen biológico, con lo cual era razonable pensar que la respiración fuera similar a la combustión de estos materiales porque como ellas, consume oxígeno. Era una idea intrigante, pero había que demostrarla. Para hacerlo, Lavoisier unió fuerzas con otros investigadores, como el brillante matemático Pierre-Simon Laplace.

Experimento de Lavoisier y Laplace para comparar un ratón con una vela

Analicemos uno de los tantos experimentos que llevaron adelante usando el mismo calorímetro de Lavoisier-Laplace que ya conocemos:



El aire que entra y el aire que sale pueden ser analizados para medir la cantidad de algunos gases. El calor generado derrite el hielo que, entonces, es recolectado como agua. En este dibujo se muestra un cobayo.

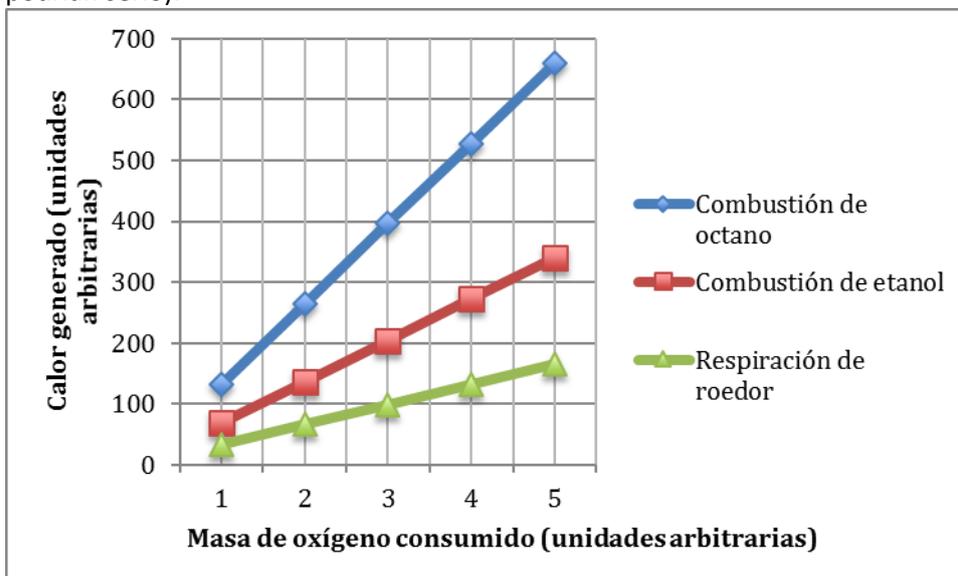
En el experimento completo se usan 3 dispositivos como los que muestra el dibujo. En uno de estos dispositivos se pone una vela prendida, en el otro un ratoncito y al tercero se lo deja vacío. La cámara interior contiene la vela o el ratón (o nada). Este diseño experimental permite analizar el calor producido y cómo varía la composición del aire que sale del calorímetro. Así, se puede comparar la vela con el ratón, siempre comparando también con lo que ocurre sin que haya nada dentro del dispositivo.

Teniendo en cuenta el experimento de Lavoisier y Laplace en el que usaban un calorímetro para evaluar el calor producido por un ratón y por una vela encendida, así como los cambios en el aire que egresa del sistema, respondan las siguientes preguntas.

Preguntas

1. ¿Qué gases les interesaría medir a Lavoisier y Laplace para probar que la respiración y la combustión son la misma cosa?
2. Al comparar la cantidad de oxígeno en el aire que entra con el aire que sale, ¿cuál debería tener más y cuál menos oxígeno?
3. Al comparar la cantidad de dióxido de carbono en el aire que entra versus el aire que sale, ¿cuál debería tener más y cuál menos dióxido de carbono?

Una de las grandes similitudes entre la combustión y la respiración es que en ambos casos los datos se ajustan a gráficos como los siguientes (estos no son valores obtenidos por Lavoisier y Laplace, pero bien podrían serlo).



4. ¿Qué se grafica en cada uno de los ejes? ¿Cómo se podría decir, en palabras, qué se está graficando aquí?
5. ¿Cómo se podría *describir* lo que se observa en el gráfico? (Describir es *traducir* lo que se ve en el gráfico a palabras).

6. ¿Cómo se podría interpretar lo que se observa en el gráfico? (Interpretar es asignarle significado a esa descripción, incorporando lo que uno sabe previamente a estas evidencias nuevas).

El experimento con el calorímetro de Lavoisier y Laplace dio como resultado algo similar a lo que se observa en el gráfico de la actividad que se propuso como ejemplo: aunque varía la cantidad de calor producido, para cada tipo de combustible, según el oxígeno consumido, tanto para el ratón como para la vela se observaba una relación clara entre ambas variables. Además, en los dos casos el aire que salía del calorímetro tenía mucho dióxido de carbono y mucho vapor de agua, en comparación con el aire que ingresaba.

¿Qué sabemos hasta ahora, entonces?

Estas son las palabras del propio Lavoisier, en 1783, como conclusión de esta serie de experimentos:

La respiración no es más que una lenta combustión de carbono e hidrógeno, similar en todos los aspectos a la de una lámpara o una vela encendida, y desde este punto de vista, los animales que respiran son básicamente sustancias combustibles que se queman y se consumen a sí mismas.

7. La idea de Lavoisier de que somos como una vela que se consume a sí misma con cada bocanada de aire nos ayuda a entender lo que sucede con la actividad física. ¿Por qué cuando ejercitamos más respiramos más agitadamente? ¿Por qué perdemos peso al ejercitar?
8. De acuerdo con los resultados de Lavoisier y Laplace, se pone en evidencia que no solo perdemos peso a través de la orina, la materia fecal, y la transpiración de la piel, sino también en cada exhalación. ¿Qué sustancias se deberían encontrar en la transpiración insensible de Santorio, de acuerdo con los resultados de Lavoisier?
9. Escribí con tus propias palabras una explicación simple de para qué comemos y para qué respiramos, que contemple las ideas que desarrollamos a partir de los estudios de Santorio, Lavoisier y Laplace.

Actividad 1

1. ¿Qué ideas conceptuales se pueden enseñar a partir de este material?
2. ¿Qué se puede trabajar en relación con la lectura e interpretación de los datos mostrados en formato de gráfico?
3. ¿De qué manera se está aprovechando en este caso el uso de la historia de la ciencia?
4. ¿De qué manera las preguntas 4, 5 y 6 ayudan a los estudiantes a acceder a la información del gráfico?
5. Las preguntas 7, 8 y 9 buscan realizar una síntesis de varios conceptos explorados hasta ahora. ¿Qué características tienen estas preguntas que las hacen formar parte de un “buen cierre”? ¿Qué tipo de consignas usan ustedes para cerrar los temas?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

Esta actividad muestra un ejemplo adecuado de cómo el docente ficticio puede continuar con el abordaje de los contenidos conceptuales, basándose en experimentos históricos, en este caso, uno

realizado por Lavoisier y Laplace. En cuanto a las herramientas, se retoma el análisis de gráficos de líneas (más específicamente, de varios conjuntos de datos representados en el mismo gráfico). Esta actividad, además, se integra con los contenidos conceptuales trabajados en los encuentros 4 y 5 (y muestra entonces cómo se cruzan y relacionan las disciplinas), y vincula la combustión (desde la perspectiva química) con la respiración.

Análisis didáctico

Las preguntas 1, 2 y 3 del docente ficticio apuntan a que los alumnos apliquen lo que saben sobre la combustión en la generación de predicciones, en función del diseño experimental. Deberían poder predecir que el aire al comienzo debería tener más cantidad de oxígeno, y al salir la concentración de dióxido de carbono (y vapor de agua) debería ser mayor.

En las preguntas 4, 5 y 6, el docente guía a sus estudiantes a extraer y procesar información a partir del gráfico de líneas, siguiendo de forma ordenada los 3 pasos. En la cuarta pregunta se les pide que indiquen qué hay en cada eje (lo que sería el primer paso de los tres que vimos para el trabajo con gráficos); cabe destacar que en este ejercicio no se trabaja con unidades reales, sino arbitrarias, por lo que quizás necesite algún tipo de guía extra por parte del docente. En la siguiente pregunta se les pide que describan lo que está graficado, lo que corresponde al segundo paso, y en la última se les pide que lo interpreten, lo que sería el paso final.

Las preguntas 7, 8 y 9 buscan generar en el alumnado la ansiada síntesis que vincule a la alimentación y la respiración como partes indisolubles de un todo fisiológico, retomando, revisando y uniendo las pistas exploradas en las actividades anteriores. Generalmente se acepta que los temas tienen momentos de apertura, de exploración y de cierre, cada uno con sus características cognitivas. En un cierre, los chicos deben ser capaces ellos mismos de reconocer las conexiones, desarrollar una síntesis conceptual de los trabajos e idealmente ser conscientes de las cosas que no han terminado de comprender del todo. No todos los cierres pueden abordar todas estas dimensiones.

El texto explora también algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia por cuanto revela algunos detalles del diseño del experimento. Por ejemplo, los resultados obtenidos en el caso de una vela y un ratón son comparados con los resultados de un calorímetro vacío. Obviamente el hielo del calorímetro vacío también se derrite, aunque no tan rápido como en los otros 2 casos. En el trabajo con los docentes vale la pena preguntarles: ¿Por qué sería importante esta comparación?

Propuesta de gestión

Los participantes deberán trabajar en grupos de 3 o 4 personas. Como siempre, no se espera que los participantes respondan las preguntas de la actividad del docente ficticio (aunque pueden responderlas si desean), sino que el énfasis debe estar puesto en el análisis de las actividades en relación con el uso del gráfico de líneas.

Los últimos 15 minutos se deben destinar a una puesta en común.

El capacitador puede considerar recordar o hacer mención de algunas cuestiones conceptuales para orientar a los participantes:

- el octano es un hidrocarburo. Está formado exclusivamente por átomos de carbono e hidrógeno. Tiene ocho átomos de carbono. Su fórmula molecular es C_8H_{18} ;

- el etanol es un alcohol. Tiene dos átomos de carbono y un átomo de oxígeno. Su fórmula molecular es C_2H_6O ;
- las diferencias entre la combustión del octano y el etanol se relacionan con una de las actividades realizadas en el encuentro 5 (cuanto mayor es la cantidad de átomos de oxígeno, menos calor liberan los combustibles al quemarse).

Respuestas a las preguntas del material del docente ficticio

A continuación se explicitan las respuestas esperadas en las preguntas del material que el docente ficticio presenta a sus estudiantes de Nivel Secundario.

1. Cuando analizamos la reacción de combustión vemos que, más allá de cuál sea el combustible que se quema, se consume oxígeno y se genera dióxido de carbono. Por lo tanto, ellos deberían analizar qué proporción de esos dos gases hay en el aire que ingresa y en el que egresa del calorímetro.
2. Siguiendo esta línea de razonamiento, el aire que ingresa debería tener más oxígeno que el que egresa.
3. De la misma manera, el aire que ingresa debería tener menos dióxido de carbono que el que egresa.
4. Este es un gráfico de líneas con ejes cartesianos. En el eje de las x se grafica, en unidades arbitrarias, la masa de oxígeno consumido (se calcula a partir del análisis del aire que entra y sale del calorímetro). En el eje de las y se indica el calor producido, también en unidades arbitrarias (esto se mide a partir de la cantidad de agua –hielo derretido– que sale del calorímetro). Se presentan, a la vez, 3 series de datos. Dos de ellos, el octano y el etanol, son dos combustibles ya conocidos y comprendidos por el esquema mental de Lavoisier (no es probable que él haya usado esas sustancias). El tercero, el “roedor”, es un animal colocado en el calorímetro y que está respirando, como se dijo antes en el texto de la clase. En este gráfico se muestra, entonces, cómo varía el calor producido en función del oxígeno consumido, para el octano, el etanol y un roedor colocados, por separado, en un calorímetro.
5. A partir de este gráfico vemos que, aunque las pendientes para el octano, el etanol y el roedor son diferentes entre sí, en todos los casos se observa una relación lineal (que se ajusta a una recta) en la que, a medida que aumenta el oxígeno consumido, aumenta también el calor producido.
6. A partir del gráfico se interpreta que el etanol produce menos calor que el octano, a una misma cantidad de oxígeno consumido. Esto podría tener que ver con que el octano tiene menos átomos de oxígeno en su molécula que el etanol: si combinarse con oxígeno, en la combustión, termina liberando energía, cuanto más combinadas con oxígeno estén las sustancias, menos energía deberían tener. Por otra parte, el roedor no se está “quemando” del mismo modo que lo hacen el octano y el etanol, pero sí parece estar experimentando una combustión. Las “pruebas” que tenemos para decir eso son que también consume oxígeno y también genera calor y que, aunque la tasa a la que lo hace difiere del octano y del etanol, la relación entre ambas variables se mantiene (es lineal). El roedor respira, sabemos que entra aire a sus pulmones y sale aire de sus pulmones. Aunque este gráfico no nos permite concluir con certeza que la respiración sea una combustión, a todos los efectos prácticos, parece serlo.
7. En el ejercicio debemos usar mucha más energía que de costumbre. Durante el ejercicio, el cuerpo quema muchas más calorías, en esencia la combustión interna de nuestros cuerpos ocurre a mayor

velocidad y esto consume más alimento (por eso perdemos más peso) y más oxígeno (por eso tenemos que respirar más velozmente). Además producimos más dióxido de carbono que tienen que ser exhalado (y eso también se logra con un ritmo respiratorio mayor).

8. La respiración insensible de Santorio debe incluir el dióxido de carbono y el agua que exhalamos. En esencia, perdemos peso por el aliento.
9. Esta explicación por parte de los alumnos debería contener la idea de que la comida es un combustible y que para hacer lo que hacemos debemos quemarlo. La combustión requiere oxígeno y es por eso que respiramos. Ambos procesos son dos aspectos de un mismo proceso más grande: la obtención de energía por parte del organismo. Pero nótese que la alimentación cumple otra función además de la obtención de energía y es la procuración de los elementos materiales para construir y renovar tejidos (para el crecimiento y la reparación).

Tercer momento. Los ejes de los gráficos cartesianos.

(45 minutos)

Modalidad de trabajo: En grupos de 5 o 6 personas, seguido por una puesta en común de todos los grupos.

Consigna de trabajo

Lean el texto del recuadro siguiente y discutan las preguntas que se encuentran a continuación. Se sugiere tomar nota de las respuestas. Por último, realicen una puesta en común. Dispongan de 45 minutos para toda esta parte.

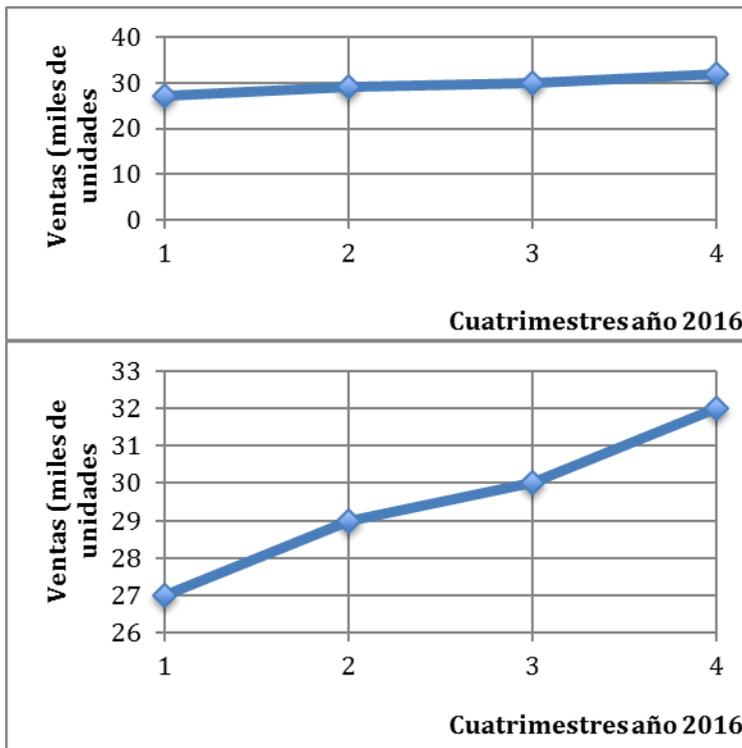
Ya se vio varias veces a lo largo del curso algunas particularidades acerca de la representación de los datos en gráficos o su inclusión en tablas. En el caso de los gráficos cartesianos como el presentado más arriba, hay algunas cuestiones que se han ido postergando y que llegó el momento de analizar. Queda claro, seguramente, que hay que prestar atención a los ejes (¿Qué es lo que se grafica? ¿En qué unidades?). Pero hay otros temas que se pueden discutir y que están más relacionados quizás con estar alertas ante algunos *trucos* que puede haber en la representación de datos en este formato.

Los ejes de los gráficos cartesianos

Los ejes de estos gráficos representan variables continuas. Estas variables suelen ser magnitudes y se expresan en una unidad determinada. Cada eje, además, posee un rango (comienza y termina en un determinado valor) y una escala (está subdividido en marcas regulares que representan una cantidad fija en la que va cambiando la variable).

Es muy importante prestar atención al rango y la escala, ya que no siempre los gráficos comienzan desde el valor 0, ni tienen la misma escala, lo que puede generar confusiones a la hora de leerlo e interpretarlo. En el ejemplo anterior, los dos ejes comienzan en el 0 pero, si prestamos atención las rectas graficadas, comienzan en un valor de masa de combustible de 20 g y los valores medidos son mayores a 20 también.

¿El gráfico podría haber comenzado en un valor de y y de x de 20 en vez de 0? ¿Habría tenido el mismo aspecto si hubiese sido graficado con una escala en el eje y que fuera de 50 en 50, y no de 100 en 100? ¿Qué ventajas y qué desventajas podría tener modificar el rango y/o la escala de valores de los ejes? Piensen no solo en si la representación es o no correcta, o si los gráficos quedan más claros o no, sino en cómo podría variar la impresión que da un gráfico en una persona, si se modifica ese aspecto. Sobre esto último, miren los siguientes gráficos, que muestran la cantidad de ventas de una misma empresa a lo largo de un tiempo determinado (el año 2016).



Actividad 2

- Los 2 gráficos están mostrando los *mismos datos*, ¿pero qué impresión da cada uno? ¿Qué gráfico creen que usaría una persona que quiere *sugerir* que hubo un gran aumento de las ventas en ese período?

2. ¿Conocen otras formas de presentar gráficos que puedan llevar a confusión aunque sean técnicamente legítimos?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

Este texto breve amplía algunas cuestiones acerca de los gráficos de líneas: el trabajo con rangos y escalas en los ejes. Los rangos y escalas de los ejes suelen traer muchas dificultades para los alumnos, tanto en la interpretación como en la confección de los gráficos; por eso se considera importante que haya una reflexión al respecto.

Análisis didáctico

En el ejemplo se ve claramente cómo un gráfico puede tener un aspecto muy diferente si se cambian los rangos de valores (y escalas) en los ejes, lo que puede llevar a interpretaciones diferentes. De la reflexión y discusión se pondrán en evidencia las dificultades que suelen detectar los participantes en sus alumnos respecto de este tema (rangos y escalas en los ejes).

Propuesta de gestión

Aquí se espera que trabajen en grupos diferentes, y de mayor cantidad de integrantes. Luego de la discusión por grupos, se deberá realizar una puesta en común. Si fuera posible, sería conveniente tomar nota de algunas cuestiones comunes que hayan aparecido en todos los grupos.

Cuarto momento. ¿De qué nos sirve quemar la comida?

(60 minutos)

Modalidad de trabajo: De manera individual o en parejas, seguido por una puesta en común de todos los grupos.

Consigna de trabajo

Disponen de 60 minutos para todo este momento.

Sus capacitadores les mostrarán primero dos videos. Si quieren verlos o reverlos por su cuenta, los pueden encontrar en los siguientes sitios:

Primer video. “Cómo funciona un motor de 4 tiempos”, *El conductor inteligente*, 2014.

<https://youtu.be/X3Zc-hEedVI>

Segundo video. *Zoolander* (fragmento), 2001.

<https://youtu.be/3Huc47Dqsg8>

Los invitamos a leer (solos o en parejas) la actividad del docente ficticio en el recuadro.

El motor biológico

La combustión descontrolada de nafta y su combustión precisa y controlada en un motor de auto tienen cosas en común, pero difieren también en aspectos importantes. En ambos casos el combustible se combina con oxígeno de la atmósfera para producir dióxido de carbono, agua y una cantidad apreciable de calor. En el caso de la combustión descontrolada vemos también que se produce luz. Pero en el caso del motor, obtenemos algo mucho más interesante: el movimiento de las partes del motor. Parte de la energía, en vez de aparecer en forma de una elevación de temperatura, aparece en forma de movimiento, o trabajo mecánico.

La combustión que ocurre durante la respiración en nuestros cuerpos es más parecida a la de un motor que a la de una vela. Nuestros cuerpos usan el combustible de la comida para generar, además de calor, movimiento y otras formas de energía útiles. De hecho, existen muchas similitudes entre las máquinas y los seres vivos y sus partes, y no en vano los biólogos hablan de *mecanismos* al referirse al funcionamiento de los órganos, células y procesos intracelulares (por supuesto existen enormes diferencias también). En la actualidad se sabe que las reacciones químicas que combinan la comida con el oxígeno ocurren en el interior de cada célula en un proceso denominado *respiración celular*. El combustible que las células prefieren es un tipo de azúcar: la glucosa. Y la energía liberada en la reacción no se va toda en forma de calor (aunque una parte inevitablemente sí), sino que es energía utilizable por la célula para realizar toda suerte de procesos metabólicos asociados con la vida, como el movimiento, la síntesis de sustancias, el transporte de sustancias o la conducción nerviosa.

La combustión que ocurre en las células se denomina respiración celular.

Glucosa + oxígeno → dióxido de carbono + agua + calor + energía utilizable

Preguntas

1. ¿En qué etapa de la combustión interna del motor ingresa el oxígeno? ¿En qué etapa se realiza la combustión propiamente dicha?
2. Comparando un auto con un organismo, ¿cuál sería la "comida" del auto? ¿En qué sentido podemos decir que cuando un auto "ejercita" pierde peso?

Actividad 3

1. El material provisto por el docente ficticio se vale de una analogía poderosa entre el motor de un auto y las partes de los seres vivos. ¿Hasta dónde se extiende esta analogía y hasta dónde no?
2. ¿Qué utilidad tienen las analogías de este tipo en la enseñanza de la ciencia? ¿Ustedes usan analogías y comparaciones?
3. ¿Hasta qué punto esta analogía en particular permite realizar conexiones entre las diferentes disciplinas?

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige esta consigna?

Si bien en este texto no se están utilizando gráficos, consideramos oportuno ahondar en las funciones de la alimentación y la respiración mediante el uso de una analogía con los motores de combustión interna.

Análisis didáctico

El texto realiza varias comparaciones. La primera es entre una combustión descontrolada y una controlada (la del motor), poniendo de manifiesto que en la segunda, además de calor, se genera trabajo. Luego compara la combustión controlada con la respiración. Y por último, sugiere que los seres vivos son comparables con máquinas. Esta última es una comparación de importancia histórica y que sigue siendo muy fructífera. Los sistemas biológicos, como las máquinas diseñadas por el humano, tienen partes que interactúan entre sí con un resultado muy definido. Estas interacciones son mecánicas a nivel macroscópico en el caso de articulaciones, bombas, sistemas de intercambio de gases y de refrigeración; y son mecánicas a nivel microscópico en el caso de acciones celulares y moleculares (las enzimas son muchas veces comparadas con nanomáquinas). El ostensible diseño de las estructuras biológicas ha sido una de las cuestiones centrales a explicar por la teoría evolutiva. Las diferencias más obvias entre máquinas y seres vivos yacen en la altísima complejidad de los últimos, en el tipo de materiales de los que están hechos y en el hecho de que son “autoensamblantes”.

Las analogías y comparaciones son importantes tanto en la investigación científica como en la enseñanza de la ciencia. Nos ayudan a encontrar similitudes y diferencias entre procesos y fenómenos que no están obviamente relacionados y así como a comprender fenómenos complejos comparándolos con otros relativamente más simples o mejor estudiados.

Esta analogía entre autos y seres vivos permite hacer evidente que los procesos biológicos son en esencia procesos químicos (como la combustión) y físicos (como el movimiento).

Propuesta de gestión

Antes de mostrar los videos, sugerimos que el capacitador resalte y recupere algunas cuestiones conceptuales que se abordaron hasta ahora, a qué conclusiones se llegó, y cuáles son los “misterios” que aún quedarían por resolver.

- A partir de los experimentos de distintos científicos, logramos concluir, sin lugar a dudas, que respiramos para poder quemar lo que comemos (la respiración es una combustión).

- Aún queda develar un “misterio”: ¿Cuál sería la función, para el cuerpo, de quemar la comida mediante una combustión con oxígeno? ¿Solamente generar dióxido de carbono, agua y calor?

Luego de plantear la nueva y última cuestión por resolver, el capacitador pasará 2 videos, en los que se muestra lo que ocurre con la combustión de la nafta, en 2 situaciones distintas.

Luego de la introducción a la actividad, los participantes deberán trabajar en grupos para leer el texto y realizar el análisis didáctico guiado por las preguntas, y finalmente se hará una puesta en común. Al igual que en las otras actividades del docente ficticio, no es imprescindible que los participantes respondan las preguntas dirigidas a los alumnos, pero siempre es más conveniente que lo hagan.

Respuestas a las preguntas del material del docente ficticio

A continuación se explicitan las respuestas esperadas en las preguntas del material que el docente ficticio presenta a sus estudiantes de Nivel Secundario.

1. El oxígeno entra en el tiempo 1, la etapa de “admisión” en el motor. La combustión propiamente dicha ocurre en al final del tiempo 2, cuando la chispa de la bujía inicia la reacción entre el combustible y el oxígeno.
2. La “comida” del auto es la nafta o combustible. El “ejercicio” del auto es la marcha, el andar. Cuando anda, quema la nafta del tanque (los productos –el dióxido de carbono y el agua– salen por el caño de escape), y el peso total del auto disminuye porque cada vez tiene el tanque más vacío.

Quinto momento

(60 minutos)

Actividad de reflexión final (no es para entregar)

Se ha realizado un recorrido por un camino para explorar muchos paisajes al mismo tiempo. Asimismo, se ha ahondado un poco en diversas formas de enseñar una variedad de contenidos conceptuales centrales, poniendo el acento al mismo tiempo en la enseñanza de capacidades, tratando de contemplar la mayor variedad de disciplinas, asignaturas y años de la escuela secundaria. Se han elegido los temas y las capacidades para que resultaran relevantes y que mostraran en parte las conexiones entre las diferentes miradas disciplinares.

Les proponemos leer las siguientes preguntas y que realicen una reflexión personal e individual acerca de los temas propuestos. Para finalizar, compartan con todo el grupo algunas de las reflexiones.

1. ¿Qué miradas, enfoques o técnicas de enseñanza les han resultado más fructíferas o novedosas? En otras palabras, ¿qué se llevan de la experiencia de este curso en términos de herramientas didácticas? ¿Qué faltó, cómo podríamos mejorar la experiencia a futuro?
2. ¿Qué aprendieron respecto de las disciplinas que no son la propia? ¿Qué conexiones y qué diferencias ven en el abordaje de los temas?
3. Tratemos de imaginar todas las cosas que un alumno debe conocer y saber hacer respecto de las tablas y gráficos. ¿Cuánto vimos en el curso y qué falta explorar?

Orientaciones para el capacitador

Marco conceptual de cierre

Este espacio final está pensado para hacer una integración de todos los encuentros en cuanto a los aspectos conceptuales. Se sugiere que el capacitador elabore un cierre, recuperando todo lo trabajado.

Este curso puso el foco en el trabajo con capacidades sobre el uso e interpretación de datos de gráficos y tablas en relación con la enseñanza del tema de la energía con una mirada interdisciplinaria entre las distintas asignaturas que suelen conformar el área de Ciencias Naturales de la escuela secundaria. Cabe destacar que se realizó un recorte de este tema conceptual de manera que pudiera atender al propósito general del curso. El tema de energía, si bien es central a todas las ciencias naturales, es a la vez un concepto que toma diferentes matices en las distintas disciplinas, y habría sido imposible trabajarlo de manera más completa. En cuanto a la Física, se trabaja con la medición del calor. En primer lugar porque esto permite un abordaje basado en fenómenos visibles y accesibles a los alumnos en vez de modelos teóricos (como el de movimiento de partículas). Segundo, porque la construcción de la idea de calor puede lograrse en menos pasos que la construcción de la idea de trabajo mecánico (que suele ser una forma habitual con la que se trabaja el tema de la energía). La medición tradicional del calor conduce a una unidad de medición de la energía –la caloría– que se usa con frecuencia en química y en estudios del metabolismo. Es el calor, más que la energía en sí, el que genera puentes entre las disciplinas.

Para Química se optó por abordar un problema básico: el de la conservación de la masa en las reacciones de combustión. Esto, por un lado, permite incorporar al oxígeno como jugador clave (y de su mano, a otros gases) y contar con una ecuación básica que sirva tanto para la Química como para la Biología. Los estudios calorimétricos de Lavoisier (Química) son el verdadero nexo entre la calorimetría de Black (Física) y los estudios de metabolismo (Biología).

En Biología se consideró partir de ideas muy básicas y observacionales (para qué respiramos o comemos) para llegar a la integración del metabolismo y la conexión con el calor.

Además del trabajo detallado con gráficos, el curso hizo hincapié en una mirada histórica como forma de acercarse a aspectos de pensamiento científico (como el diseño e interpretación de experimentos) y la naturaleza de la ciencia. El enfoque histórico es consistente también con una mirada que privilegia empezar los temas con sus aspectos más fenomenológicos para moverse con cautela a cuestiones más teóricas. También consistente con este enfoque es la secuencia “fenómeno → idea → terminología” que fue usada y analizada varias veces. Cabe aclarar que de ninguna manera el curso sostiene que estas herramientas o enfoques deban ser usados a exclusión de otros; seguramente sean mejores en algunos contextos y para algunos temas y peores o inadecuados en otros. La intención es expandir el repertorio de recursos.

Vale la pena señalar que sobre el tema de gráficos y tablas hay cuestiones importantes que quedaron sin explorar, en tanto priorizamos un acercamiento a las herramientas más básicas y relevantes de lectura de gráficos. Por ejemplo, en gráficos cartesianos no se ahondó mucho en el cálculo de pendientes ni se trabajó con la lectura e interpretación de curvas no rectas, máximos, mínimos, curvas clásicas como la exponencial o la sigmoidea. Tampoco se analizaron

los cálculos de áreas debajo de una curva ni las formas (aunque sea “a ojo”) de ajustar curvas a una serie de datos. Tampoco se analizaron gráficos de tortas. Habrá otros temas en el tintero, sobre los cuales los docentes podrán profundizar, si lo desean, en función de sus objetivos didácticos.

Espacio de consultas acerca del Trabajo Final

Disponen de 30 minutos para realizar las consultas que necesiten acerca de la realización y presentación del Trabajo Final, que será en el siguiente encuentro.

Orientaciones para el capacitador

¿Por qué se elige destinar un momento específico a trabajar consultas sobre el trabajo final?

Este es el último encuentro antes de la exposición del Trabajo Final. Se espera que para esta altura los participantes ya hayan planificado la actividad para trabajar las herramientas analizadas en el curso. En el encuentro anterior se les avisó a los participantes que dispondrían de este momento para evacuar dudas y consultas.

El capacitador deberá orientar a los participantes respecto de cómo implementar la actividad en el aula, cómo tomar evidencias, cómo armar la exposición, etc. En caso de que los participantes no tengan cursos a cargo, deberá sugerir alternativas (como pedirle el aula “prestada” a un colega).

Bibliografía para el espacio de estudio

En este encuentro no se proponen lecturas obligatorias para el siguiente porque el encuentro siguiente es el destinado al Coloquio Final.

Orientaciones para el capacitador

Saludo final previo al último encuentro

Se recomienda que el capacitador se despidiera con un mensaje de aliento y esperanza, para que los participantes se sientan confiados de que el trabajo realizado dará sus frutos, y que tendrá un buen rendimiento en el encuentro siguiente.

Recursos necesarios

No son necesarios más recursos que los que están ya aquí.

Materiales de referencia

Cabrera, M. y Carmona Valdés, K. (2012). *Guía de Aprendizaje N°6. Estadísticas y Probabilidad*. Santiago de Chile: Ministerio de Educación Chile. Recuperado de <http://portales.mineduc.cl/usuarios/adultos/doc/GuiaN6MatematicalCiclodeEM.pdf>

Encuentro 8

Este encuentro se dedicará a la presentación de los trabajos finales. En el Anexo encontrarán la consigna para el trabajo y las orientaciones, que se entregará y presentará a los participantes en el Encuentro 1.

Orientaciones para el capacitador

El último encuentro no tiene material escrito y no hay actividades para hacer excepto la exposición de cada participante. El tiempo es crítico, ya que se dispone de 5 horas para la presentación de todos los participantes. Lo ideal para que todos lleguen a exponer es que cada participante utilice no más de 7 minutos.

- ❶ La presentación incluirá solamente una descripción muy breve de lo realizado en la clase acompañado de algunas fotos o evidencias del trabajo en el aula, más una breve evaluación personal del resultado obtenido. ¿Aprendieron los alumnos? ¿Salió la clase como la esperaban?
- ❷ No deberá contener introducción teórica ni explicaciones sobre las razones de elección de los temas, ni introducción a los temas o explicaciones.
- ❸ Recomendamos practicar la presentación oral en sus casas y verificar el tiempo de duración.
- ❹ El archivo con la presentación (Power Point o Impress) deberá ser enviado por correo electrónico al capacitador con antelación al último encuentro.
- ❺ Adicionalmente los participantes deberán llevar la presentación al coloquio final en un *pendrive* (no en un sitio a descargar).

Este es un momento importante para todos pero sin duda una jornada agotadora y en ocasiones cargada de ansiedad. Traten de fomentar un clima distendido y de intercambio alegre, de celebración de lo conseguido y nunca de censura o de reclamo por lo no hecho. La presentación oral no tiene gran influencia en la nota final, pero insistan en que pasarse de los 7 minutos puede ser un problema.

En preparación para el coloquio final pónganse en contacto por correo electrónico con los participantes y pídanles que les envíen los archivos de sus presentaciones. Para no perder tiempo durante el encuentro es esencial que el capacitador tenga todas las presentaciones cargadas en una computadora antes de empezar. Es por eso que es tan importante asegurarse de que todos envíen el material y de abrirlo y probarlo antes de la jornada. Excepcionalmente pueden aceptarse archivos el mismo día, pero deberían venir en *pendrives* porque bajarlos de sitios web como Google Drive o Dropbox podría no ser posible o prohibitivamente largo.

Traten de promover que todos escuchen las presentaciones y eviten las preguntas del público. Una pregunta por participante puede funcionar si el encuentro fluye y los tiempos lo permiten.

Al finalizar, traten de hacer una reflexión que resalte los puntos positivos del trabajo y del curso en general. Las palabras de aliento, especialmente cuando se basan en los verdaderos logros del grupo, tienen un verdadero impacto en el trabajo y la vida de las personas.

Es importante que en la elaboración de sus Trabajos Finales los participantes usen la plantilla provista en el Anexo para asegurar uniformidad en las respuestas y que los informes sean completos y con el nivel de profundidad requerido. Asegúrense de que el sitio está funcional y traten de que los participantes bajen

y miren la plantilla y que entiendan que no se trata de una consigna sino de un documento sobre el cual deben escribir, algo parecido a un formulario a llenar.
Pónganse de acuerdo con los participantes sobre cuándo y cómo entregar los informes finales.

ANEXO

Consigna para el Trabajo Final

La entrega y aprobación del Trabajo Final forma parte de los requerimientos para la aprobación del curso. En esencia, el trabajo final consiste en que cada participante diseñe e implemente una clase en la que se trabajen las capacidades de lectura, interpretación y/o construcción de gráficos y tablas (sin importar el tema). Se entregará un informe escrito y se hará una muy breve exposición oral en el encuentro 8.

A continuación les presentamos la consigna y la información para la presentación del trabajo.

1. Informe escrito: sus partes

El informe escrito constará de 3 partes.

1.1. Planificación de una actividad de clase

- ① Se trata de una actividad de clase de 1 hora cátedra o menos de duración (de entre 20 minutos y 1 hora de clase).
- ① Para escribir la planificación se usará la plantilla que se encuentra en el siguiente enlace: https://drive.google.com/open?id=0B1Sl_4VcRQRaQWN4ai1HRzBqT2s.
- ① La actividad de clase debe incluir el trabajo con datos en formato de tablas o gráficos, de manera similar a la forma en la que se trabajó en este curso.
- ① El tema disciplinar a trabajar es absolutamente libre y no se restringe a los relacionados con la energía, aunque no hay ningún inconveniente en que sí lo sean.
- ① Como la clase planificada tendrá que ser implementada en un curso real con alumnos, se recomienda que los temas tengan que ver con aquellos que ustedes planean enseñar durante el tiempo que dura la cursada.
- ① Pueden trabajar con cualquier tipo de recursos (experimentos, textos, etc.) teniendo en cuenta lo aprendido en los encuentros. Los invitamos a volver a las clases para más orientación en el armado de la propuesta. En caso de que deseen implementar alguno de los recursos con los que trabajamos en este curso, pueden hacerlo.
- ① El trabajo es individual pero, si no tienen alumnos a cargo ni la posibilidad de implementar la actividad en el aula de un colega, o existe algún inconveniente particular por el cual no puedan realizar este trabajo tal como está planteado, consulten a su capacitador para ver cómo seguir y buscar otras opciones.

1.2. Evidencias de la puesta en práctica de la actividad de clase

Ustedes deberán implementar la actividad de clase planeada en al menos uno de sus cursos. Deberán recoger evidencias de lo ocurrido (por ejemplo, fotos de los chicos trabajando, fotos o escaneos de las carpetas de clase, video de alguna parte de la clase que hayan filmado, testimonios de los alumnos, relatoría propia de los sucedido, etc.).

1.3. Reflexión final

A partir de lo ocurrido, deberán realizar una reflexión escrita que incluya lo siguiente:

- ① ¿Qué ideas del curso usaron en la clase?
- ② ¿Qué aprendieron haciendo este trabajo?
- ③ ¿Qué conclusiones pueden sacar respecto de los resultados obtenidos?
- ④ ¿Qué cambiarían si lo volvieran a hacer y por qué?

2. Presentación del Informe Escrito

- ① El trabajo final debe ser entregado en formato de documento de texto (no en pdf).
- ② El trabajo deberá contener: a) la planificación de la clase, b) las evidencias y testimonios del trabajo en aula y c) la reflexión final.
- ③ Usen la plantilla de presentación que se incluye en este link: https://drive.google.com/open?id=0B1Sl_4VcRQRaQWN4ai1HRzBqT2s.
- ④ Longitud máxima: 6 páginas con letra tamaño 12 e interlineado simple sin incluir fotos, gráficos o testimonios escritos.
- ⑤ El trabajo será entregado por correo electrónico o subida a un sitio de acuerdo a las instrucciones que les den sus capacitadores.
- ⑥ Nombren el archivo de la siguiente manera: TFinalEnLlamasNombre.doc, en donde “nombre” es el apellido de ustedes.

El trabajo podrá recibir la calificación de Desaprobado, Aprobado o Destacado. Compartimos con ustedes una rúbrica de corrección de este trabajo que esperamos los ayude a orientar sus trabajos.

En el encuentro 7 existirá un espacio de consultas específico para la elaboración del trabajo final.

3. Rúbrica para la corrección del Informe Escrito

A continuación se presenta la rúbrica de corrección del Trabajo Final que utilizarán sus tutores. En esta rúbrica se hacen explícitas las dimensiones que se tomarán en cuenta para evaluar el trabajo.

Nivel/Criterios	Destacado	Aprobado	Desaprobado
De la presencia en la planificación del trabajo con capacidades vinculadas con el trabajo con tablas o gráficos (parte 1 del trabajo)	En la planificación de la actividad aparece claramente el trabajo con datos en formato de tablas o gráficos.	En la planificación de la actividad aparece lateralmente el trabajo con datos en formato de tablas o gráficos.	En la planificación de la actividad no aparece el trabajo con datos en formato de tablas o gráficos.
De las evidencias de implementación de la actividad de clase (parte 2 del trabajo)	Se incluyen evidencias diversas de la implementación de la actividad frente a los alumnos.	Se incluyen algunas evidencias de la implementación de la actividad frente a los alumnos.	No hay evidencias de la implementación de la actividad frente a los alumnos.

De la reflexión final de lo ocurrido con la implementación de clase (parte 3 del trabajo)	Se incluye una reflexión final que cumple totalmente con lo pedido.	Se incluye una reflexión final que cumple en parte con lo pedido.	No se incluye una reflexión final o se incluye pero no cumple con lo pedido.
De la presentación del trabajo final	El Trabajo Final se entrega en tiempo y forma, cumpliendo con las secciones propuestas en la consigna.	El Trabajo Final no se entrega en tiempo y forma, y cumple parcialmente con las secciones propuestas en la consigna.	El Trabajo Final no se entrega, o se entrega pero no cumple en tiempo y forma con lo pedido en la consigna.

El Trabajo Final recibirá la calificación de Desaprobado, Aprobado o Destacado, usando un criterio que mira todas las dimensiones en conjunto para evaluar el nivel general del trabajo, que podemos resumir así:

- * Si el trabajo tiene una mayoría de dimensiones en el nivel "Destacado" y el resto en el nivel "Aprobado", el trabajo tendrá una calificación de Destacado.
- * Si el trabajo tiene la mayor parte de las dimensiones calificadas como "Aprobado" y ninguna como "Desaprobado", el trabajo tendrá una calificación de Aprobado.
- * Si el trabajo tiene alguna dimensión calificada como "Desaprobado", el trabajo recibirá la calificación de Desaprobado.

4. Presentación oral

- ① Se realizará en el encuentro 8, también llamado Coloquio Final.
- ① Cada presentación tendrá una duración de 7 minutos sin excepción. El excederse en el tiempo de presentación redundará negativamente en la nota final.
- ① La presentación incluirá solamente una descripción muy breve de lo realizado en la clase acompañado de algunas fotos del trabajo en el aula, más una breve evaluación personal del resultado obtenido. ¿Aprendieron los alumnos? ¿Salió la clase como la esperaban?
- ① No deberá contener introducción teórica ni explicaciones sobre las razones de elección de los temas, ni introducción a los temas o explicaciones.
- ① Recomendamos practicar la presentación oral en sus casas y verificar el tiempo de duración.
- ① El archivo de la presentación deberá ser enviado por correo electrónico al capacitador con antelación al último encuentro.
- ① Adicionalmente los participantes deberán llevar el archivo de la presentación al coloquio final en un *pendrive* (no en un sitio a descargar).

Ciencia en llamas: Casos y problemas de la Química, la Física y la Biología en torno a la energía

Trabajo Final

Nombre

1. Planificación de una clase

Título de la clase

Nivel de los alumnos

Año, ciclo, orientación

Contexto temático

Describan brevemente en qué contexto se enmarca esta actividad (¿qué tema se viene trabajando con los alumnos?, ¿esta es una actividad para que aprendan algo nuevo o para evaluar lo aprendido?, etc.)

Contenido conceptual

Indiquen muy brevemente qué tema conceptual se trabaja en la actividad.

Capacidades específicas a trabajar con las tablas o gráficos

Indiquen si la actividad busca trabajar con lectura, interpretación y/o creación de tablas o gráficos.

Introducción al tema

Indiquen aquí cómo introducirían la actividad a los alumnos. ¿Es una presentación oral? ¿Los alumnos deben hacer o leer algo antes de clase? ¿Hay una actividad o juego introductorio? ¿Existen preguntas para “calentar motores” o poner cuestiones “sobre el tapete”? ¿Hay quizá un breve caso para despertar preguntas en ellos?

Gráficos o tablas

Inserten aquí todos los gráficos o tablas de datos que van a usar en la actividad.

Modo de trabajar los gráficos

Incluyan aquí las actividades específicas que le “sacan el jugo” a los gráficos. Pueden ser simplemente preguntas que den cuenta de que los alumnos pueden leer e interpretar el gráfico. O puede ser que tengan que construir un gráfico a partir de una tabla o completar un gráfico o una tabla que tiene espacios vacíos. O puede ser que tengan que encontrar el error en un gráfico mal hecho o incompleto. Como fuere, las consignas dadas a los alumnos deben figurar en esta sección.

Cierre

Describan cómo van a cerrar la clase, incluyendo cualquier tipo de propuesta o tarea que cierre la actividad. Pueden ser preguntas, problemas, una historia final.

2. Implementación de la clase

Colegio y curso

Especifiquen nombre del colegio, localidad, curso en el que se hizo. Agreguen algunas características del curso y del colegio: contexto social de la comunidad, tipo de población, tamaño del curso, características del grupo y su forma de trabajo.

Qué pasó

Describan brevemente si lo que sucedió en el aula ocurrió más o menos de acuerdo con lo planeado o hubo desviaciones notorias de la planificación.

Evidencias

Pueden ser fotos de los chicos trabajando, fotos o escaneos de los cuadernos de clase, video de alguna parte de la clase que hayan filmado, testimonios de los alumnos, relatoría propia de lo sucedido, etc. Pueden optar por cualquiera de estas formas.

3. Reflexión final

Redacten una reflexión escrita que incluya lo siguiente:

- ❶ ¿Qué ideas del curso usaron en la clase?
- ❷ ¿Qué aprendieron haciendo este trabajo?
- ❸ ¿Qué conclusiones pueden sacar respecto de los resultados obtenidos?
- ❹ ¿Qué cambiarían si lo volvieran a hacer y por qué?