

**OLIMPIADA CIENTÍFICA DE LA UNIÓN EUROPEA
2007**
FASE PREVIA DE SELECCIÓN NACIONAL

EXPERIMENTO 1. Cinemática con un deslizador de fabricación casera

Adolf Cortel Ortuño

Es fácil construir un deslizador que pueda moverse en una superficie lisa con muy poca fricción. Un posible montaje consiste en un CD insertable al cual se le pega un tapón que tiene un pequeño agujero. Se coloca un globo hinchado encima del tapón y el aire, al escaparse por el agujero, permite que el CD se deslice suavemente

Entre otros detalles, se ha de tener en cuenta que:

- La cara del CD que tiene la etiqueta es plana mientras que la otra tiene un reborde circular, cerca del inicio de las pistas interiores.
- El globo hinchado puede doblarse por el cuello y tocar la superficie, por ello es conveniente probar varios tipos de globos para encontrar el que se mantiene erguido o usar algún método para evitar que se doble.
- El tamaño del agujero del tapón que limita el paso del aire tiene su importancia: un agujero demasiado grande hace que el globo se vacíe rápidamente, mientras que un agujero demasiado pequeño hace que el caudal de aire sea insuficiente para reducir la fricción.
- Es conveniente que la base del deslizador tenga un cierto peso, de modo que los posibles movimientos del globo tengan un efecto despreciable en el movimiento de la base del deslizador



La medida de los tiempos de descenso del deslizador en una rampa con distintas inclinaciones ha de permitir, al comparar los resultados con los de un modelo teórico de un cuerpo que desliza sin fricción, obtener un valor aproximado de la aceleración de la gravedad.

Experimento

El deslizador se soltará en una rampa cuya inclinación se variará dentro de un rango con un valor máximo de 8 grados (para ángulos mayores resulta difícil medir el tiempo) y se medirá el tiempo que tarda en recorrer una distancia fija, por ejemplo, 1,00 m.

Es conveniente que el globo no esté excesivamente hinchado. El deslizador funciona mejor con el globo poco o medianamente hinchado.

Para cada inclinación se medirán el ángulo (con su error correspondiente) y el tiempo que el deslizador tarda en recorrer la distancia fija; el descenso se repetirá para tener un mínimo de 10 medidas de tiempo. Se supondrá que el error en la medida del tiempo es únicamente aleatorio, si tener en cuenta posibles errores sistemáticos.

Es conveniente hacer estas medidas para unas 8 inclinaciones distintas

En el informe han de constar

- Un esquema o fotografías del deslizador que se ha construido
- La distancia fija que recorre
- El método usado para medir la inclinación de la rampa
- Una tabla con
 - Inclinaciones, con el error correspondiente a su medida, en grados y en radianes
 - para cada inclinación, los tiempos individuales que tarda el deslizador, la media de estos tiempos y la desviación standard
- La representación gráfica del tiempo de descenso en función del ángulo (en radianes). En la representación han de aparecer las barras de errores correspondientes a las medidas de tiempo y de ángulo

Ajuste a un modelo teórico

Suponiendo que no hay ningún tipo de fricción, deducir la ecuación que indica la aceleración de un cuerpo que desliza en una rampa en función del ángulo de inclinación y, a partir de esta aceleración, deducir la ecuación que relaciona el tiempo de descenso y el ángulo de inclinación de la rampa.

A continuación, expresar la ecuación de modo que permita una representación gráfica de tipo lineal de una expresión que contenga el tiempo de descenso (para la distancia fija del experimento) en función de otra expresión que contenga la inclinación.

- En el informe han de constar:
 - Expresión de la ecuación anterior
 - A partir de la ecuación, representación gráfica de tipo lineal de una expresión que contenga el tiempo (en que se recorre la distancia fija del experimento) y otra que contenga el ángulo de inclinación.
 - A dicha representación se le ha de añadir los puntos experimentales con sus barras de error correspondientes.

Si, como es de esperar, se observa una correspondencia entre el modelo teórico y los resultados experimentales, se ha de obtener:

- La ecuación (lineal) que relaciona una expresión del tiempo y otra de la inclinación de la rampa para los puntos experimentales. Indicar el valor de la pendiente y su error
- A partir de esta ecuación, indicar el valor de la aceleración de la gravedad que resulta del experimento, así como su error.
- Conclusiones sobre los resultados

Se tendrán en cuenta aquellas iniciativas que, además, profundicen en el experimento desde cualquier punto de vista, sea en una mejora del diseño, en la toma de datos, en su tratamiento o en otras posibilidades que no se han contemplado en esta propuesta.

EXPERIMENTO 2. Calidad de la miel de las abejas

M. Carmen Cartagena Causapé

La miel es un alimento natural muy valorado por sus propiedades nutritivas. Es un producto elaborado a partir de las secreciones azucaradas que las abejas recolectan de las plantas, por lo que su composición es compleja y variable según su procedencia. Está formada mayoritariamente por hidratos de carbono (entre el 70 y el 80%), y en menor proporción por agua; los componentes minoritarios son compuestos nitrogenados, minerales, vitaminas y numerosos compuestos orgánicos. Es capaz de proporcionar al organismo un rápido aporte energético al estar compuesta mayoritariamente por los monosacáridos fructosa y glucosa, de cadena corta.

Los criterios de calidad de la miel están especificados en una Directiva Europea y en los estándares del Codex Alimentarius. El objetivo de este experimento es analizar distintos parámetros de calidad de mieles. Para ello debes conseguir dos tipos de mieles distintas y realizar en ellas las distintas determinaciones que se te indican a continuación. Con los datos obtenidos, redacta un informe de los resultados obtenidos, especificando tus observaciones, el material que has utilizado y las conclusiones. Se deben tomar fotografías de cada uno de los pasos seguidos y adjuntarlas al informe

a) Humedad de la miel

La humedad es el único criterio de composición de la miel, que debe ser cumplido para su comercialización mundial. Es un parámetro definitorio de la calidad de la miel ya que condiciona la cristalización e indirectamente la fermentación. Para una buena conservación la humedad ideal está comprendida entre el 17 y el 18%. Por encima de este valor se incrementa el riesgo de fermentación, dado que la presión osmótica no resulta suficiente para evitar que proliferen las levaduras. Por encima del 20% la calidad sensorial desciende apreciándose notables cambios en la densidad y la viscosidad del producto.

La humedad de la miel se puede conocer valorando el índice de refracción a 20° C y obteniendo el contenido en agua por comparación con las tablas estandarizadas de Chataway.

Material: Refractómetro con baño termostático.

Procedimiento: Tomar una muestra de miel licuada y medir el índice de refracción una vez la muestra haya alcanzado una temperatura de $20 \pm 1^\circ \text{C}$.

Cálculos: Utilizar la tabla adjunta para convertir la lectura del índice de refracción en contenido de humedad expresado en tanto por ciento (p/p).

Si la medida del índice de refracción no se efectúa a 20 °C exactamente, efectuar las siguientes correcciones de temperatura:

Temperaturas superiores a 20 °C: Añadir 0,00023 por °C.

Temperaturas inferiores a 20 °C: Restar 0,00023 por °C.

**TABLA DE CHATAWAY Y REVISADA POR WEDMORE
PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Índice de refracción 20°C | Contenido de humedad % | Índice de refracción 20°C | Contenido de humedad % |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1,5044 | 13 | 1,4966 | 16 |
| 1,5038 | 13,2 | 1,4961 | 16,2 |
| 1,5033 | 13,4 | 1,4956 | 16,4 |
| 1,5028 | 13,6 | 1,4951 | 16,6 |
| 1,5023 | 13,8 | 1,4946 | 16,8 |
| 1,5018 | 14 | 1,4940 | 17 |
| 1,5012 | 14,2 | 1,4935 | 17,2 |
| 1,5007 | 14,4 | 1,4930 | 17,4 |
| 1,5002 | 14,6 | 1,4925 | 17,6 |
| 1,4997 | 14,8 | 1,4920 | 17,8 |
| 1,4992 | 15 | 1,4915 | 18 |
| 1,4987 | 15,2 | 1,4910 | 18,2 |
| 1,4982 | 15,4 | 1,4905 | 18,4 |
| 1,4976 | 15,6 | 1,4900 | 18,6 |
| 1,4971 | 15,8 | 1,4895 | 18,8 |
| 1,4890 | 19 | 1,4810 | 22,2 |
| 1,4885 | 19,2 | 1,4805 | 22,4 |
| 1,4880 | 19,4 | 1,4800 | 22,6 |
| 1,4875 | 19,6 | 1,4795 | 22,8 |
| 1,4870 | 19,8 | 1,4790 | 23 |
| 1,4865 | 20 | 1,4785 | 23,2 |
| 1,4860 | 20,2 | 1,4780 | 23,4 |
| 1,4855 | 20,4 | 1,4775 | 23,6 |
| 1,4850 | 20,6 | 1,4770 | 23,8 |
| 1,4845 | 20,8 | 1,4765 | 24 |
| 1,4840 | 21 | 1,4760 | 24,2 |
| 1,4835 | 21,2 | 1,4755 | 24,4 |
| 1,4830 | 21,4 | 1,4750 | 24,6 |
| 1,4825 | 21,6 | 1,4745 | 24,8 |
| 1,4820 | 21,8 | 1,4740 | 25 |
| 1,4815 | 22 | | |

b) pH, acidez libre, acidez láctónica y acidez total de la miel

La acidez es un importante criterio de calidad. La miel presenta una reacción ácida característica debido a su contenido en ácidos orgánicos, y en sales minerales, que queda enmascarada por el dulzor de sus componentes mayoritarios, los hidratos de carbono. La medida del pH nos permite conocer la denominada acidez actual de la miel, que junto su contenido en azúcares nos da una medida de su susceptibilidad a ataques microbiológicos. El valor del pH de una miel, que nos da idea del contenido en ácidos orgánicos del producto que se encuentran en equilibrio con sus lactonas, se sitúa normalmente entre 3.5 y 4.5. Por ello, la acidez láctónica se considera una reserva de acidez. Las lactosas están formadas mayoritariamente por glucolactonas que se encuentran en equilibrio con el ácido glucónico. La acidez total es la suma de ambas, libre y láctónica. La fermentación de la miel causa un incremento de la acidez; por ello en la Legislación española el límite máximo de acidez es de 40 mmol /kg.

Para la determinación de estos valores en mieles, se utilizan los Métodos Oficiales; pH de una disolución de 10 g de miel en 75 mL de agua destilada exenta de CO₂, y medida de la acidez libre por valoración con NaOH hasta pH 8,5. La acidez láctónica

se cuantifica por valoración por retroceso hasta pH 8,3, tras añadir un exceso de 10 mL de base.

Material y aparatos

pH-metro equipado con electrodos de vidrio y calomelanos.

Agitador magnético.

Buretas

Reactivos

Disolución de hidróxido de sodio 0,05 N.

Disolución de ácido clorhídrico 0,05 N.

Procedimiento

Pesar 10 g de miel en un vaso de precipitados de 100 mL y disolverlos con 75 mL de agua destilada exenta de dióxido de carbono. Sumergir en esta disolución los electrodos del pH-metro, agitar con un agitador magnético y medir el pH. Adicionar la disolución de hidróxido de sodio con una bureta a una velocidad de 5 mL/minuto. La adición se detiene cuando el valor del pH = 8,50. Añadir rápidamente con una pipeta 10 mL de la misma disolución de NaOH y sin pérdida de tiempo, valorar por retroceso con la disolución de ácido clorhídrico en otra bureta hasta llegar a pH = 8,30

Es necesario efectuar paralelamente un ensayo en blanco con 75 mL de agua destilada.

Cálculos

$$\text{Acidez libre (mmol/kg)} = \frac{(V_b - 00)}{P}$$

$$\text{Acidez láctónica (mmol/kg)} = \frac{(10N_b - 00)}{P}$$

$$\text{Acidez total} = \text{Acidez libre} + \text{Acidez láctónica.}$$

Siendo:

V_b = Volumen, en mL, de base consumido para alcanzar pH = 8,50.

V_o = Volumen, en mL, de base consumidos por 75 mL de agua destilada para alcanzar pH = 8,50.

V_a = Volumen, en mL, de ácido gastado en la valoración por retroceso para alcanzar pH = 8,30.

N_b = Molaridad de la base.

N_a = Molaridad del ácido.

P = Masa de la muestra (g).

Observaciones

Para una buena reproducibilidad del método es necesario valorar con la rapidez indicada en el procedimiento, con buena agitación y sin disminuir la velocidad de adición de álcali en las proximidades de pH 8,50, ya que el valor del pH desciende rápidamente debido a la hidrólisis de las lactonas. **El apartado siguiente (Hidroximetilfurfural) se incluye a efectos informativos para un análisis completo de la miel. Se precisa un espectrofotómetro y no se incluye en esta prueba.**

c) Hidroximetilfurfural (HMF)

El HMF es un aldehído cíclico ($C_6H_6O_3$) que se origina mayoritariamente por deshidratación de la fructosa en medio ácido, proceso que está ligado al grado de envejecimiento o a un proceso que involucre un incremento de temperatura. Por ello se trata de una medida muy útil para determinar el estado de conservación y pureza de las mieles. Es un factor determinante porque prácticamente no hay HMF en las mieles frescas; su formación se produce durante el almacenamiento de la miel. La actual Legislación admite hasta un máximo de 40 mg HMF/kg de miel .

Material y aparatos

Espectrofotómetro capaz de medir a una longitud de onda de 284 a 336 nm.
Cubetas de un centímetro de paso de luz.

Reactivos

Disolución Carrez I.-Disolver 15 g de ferrocianuro de potasio trihidratado ($K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$) y diluir a 100 mL con agua destilada.

Disolución Carrez II.-Disolver 30 g de acetato de cinc dihidratado [$Zn(AcO)_2 \cdot 2H_2O$] y disolver a 100 mL con agua destilada.

Disolución de sulfito ácido de sodio al 0,20 %. Disolver 0,20 g de sulfito ácido de sodio ($NaHSO_3$) y diluir a 100 mL con agua destilada.

Procedimiento

Pesar, $5,0000 \pm 0,0001$ g de miel (que no haya sido calentada) en un vaso de precipitados, disolverla con 25 mL de agua destilada y transferirla a un matraz aforado de 50 mL. Añadir 0,50 mL de disolución Carrez I, mezclar, añadir 0,50 mL de la disolución Carrez II, mezclar y diluir hasta el enrase con agua destilada. Para eliminar la espuma se pueden añadir unas gotas de etanol. Filtrar con papel de filtro y desechar los primeros 10 mL de filtrado.

En sendos tubos de ensayo pipetear 5 mL de los filtrados. Añadir a uno de los tubos 5,0 mL de agua (muestra) y al otro 5,0 mL de la disolución sulfito ácido de sodio (referencia). Mezclar bien y determinar la absorbancia de la disolución muestra frente a la de referencia a 284 nm y a 336 nm. Si la absorbancia es superior a 0,6 diluir la disolución de la muestra con agua y la disolución de referencia diluirla en la misma proporción con una disolución de sulfito ácido de sodio, leer nuevamente la absorbancia.

Cálculos

El contenido de hidroximetilfurfural expresado en mg por 100 gramos de miel vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$\text{HMF}(\text{mg}/100\text{g}) = \frac{(A_1 - A_2) \times f \times 5}{P}$$

Siendo:

A_1 = Absorbancia medida a 284 nm.

A_2 = Absorbancia medida a 336 nm.

P = Masa de la muestra (g).

$f = 14,97$ para expresarle en mg/100 g

EXPERIMENTO 3. **Las mareas rojas**

José Luis Barba Gutiérrez

De vez en cuando las rías gallegas se llenan de una marea roja que es un fenómeno natural caracterizado por un aumento de la concentración de ciertos organismos componentes del **plancton**. Bajo ciertas condiciones ambientales se produce un aumento exagerado de organismos **fitoplanctónicos** (especialmente dinoflagelados), lo que se conoce como florecimiento, floraciones algales o "bloom", causando grandes cambios de coloración del agua debido a que poseen **pigmentos** con los que captan la luz del sol. Estos pigmentos pueden ser de color rojo, amarillo, verde, café o combinaciones, siendo la más frecuente la coloración rojiza. de ahí que se ha generalizado mundialmente el término "Marea Roja".

Los biotoxinas producidas por los organismos productores de mareas rojas se encuentran preferentemente en moluscos, crustáceos y peces, detectándose en mayor concentración en los **bivalvos**.

Los mariscos bivalvos se alimentan filtrando grandes volúmenes de agua lo que les permite obtener y concentrar apreciables cantidades de organismos componentes del plancton, incluidos los tóxicos, originadores de marea roja. Como consecuencia de la continua filtración de plancton tóxico, grandes cantidades del veneno se ligan a los tejidos o se concentran en las glándulas digestivas de estos mariscos.

Los ejemplares afectados directamente por marea roja tóxica no sufren ningún tipo de alteración en sus características (movimiento, digestión, etc.), de manera tal, que a "simple vista" no es posible detectar su nivel de toxicidad.

La intoxicación paralítica y diarreica por mariscos ocurren como consecuencia de la ingestión directa de mariscos, principalmente los bivalvos (filtradores), siendo la primera una de las formas letales más comunes de intoxicaciones marinas.

Velocidad de filtración

La definiremos como la cantidad de agua, en litros, que es filtrada al 100% en una hora por individuo o por gramo de peso seco (según autores). Es un término que a veces se confunde con la velocidad de bombeo, es decir, la velocidad a la cual el molusco hace circular el agua a través de su cuerpo. Evidentemente el animal puede bombear el agua sin filtrarla. Salvo en el caso en el que todas las partículas sean retenidas, resulta claro que la velocidad de filtración es inferior a la velocidad de bombeo.

¿Podemos analizar esa alta capacidad filtradora de estos bivalvos?

Desarrollo de la práctica

Se puede estudiar la capacidad de filtración de los bivalvos en función de la masa corporal y otras variables, realizando un experimento sencillo en un laboratorio. Para eso se debe de disponer de bivalvos, de fitoplancton y de imaginación.

Se te pide que valores la **variación de la tasa de filtración** de los bivalvos que escojas en función de la temperatura y la masa.

Para eso necesitas:

- Bivalvos: Si no vives en un sitio cercano al mar o a un río, puedes conseguir bivalvos acudiendo a algún acuario cercano a tu lugar de residencia.
- Cuatro acuarios para determinar la variación respecto al grupo control. (no es necesario que tengan gran capacidad: con uno o dos litros por cada uno es suficiente) Ten en cuenta que no es difícil tener un acuario de agua salada para esta práctica. Con un pequeño oxigenador, sal común y la proporción adecuada, se puede conseguir fácilmente. Si no tienes acuarios, puedes fabricarte unos con botellas de plástico de varios litros de capacidad que cortas por la mitad. (si necesitaras fabricar agua salada para tener los bivalvos, puedes fabricarla con 25 gramos de sal sin tratar disueltos en un litro de agua. Es aconsejable dejar el agua del grifo reposar durante 24 horas)
- La **sustancia química** que pueda determinarse su variación mediante espectrofotometría o, si no dispones de este aparato, la **especie fitoplanctónica** que se utilizará para el conteo directo: concentración, número de individuos totales, coloración del agua, etc. Te sugerimos el fitoplancton que se vende en los acuarios (se pueden conseguir fácilmente vía Internet si no lo puedes hacer directamente: en este caso, indica la marca que has conseguido). También podrías usar alguna sustancia que colorea el agua y no sea dañina para los bivalvos, como puede ser el azul de metileno.

Deberás presentar:

- **Qué bivalvos has escogido.** Para eso debes realizar una clasificación sistemática cuidadosa, indicando su origen, características ecológicas si los has conseguido en el medio natural (dulce o salado) o la ficha que tengan en el acuario de los ejemplares. Indica el acuario que te los ha suministrado.
- **Qué variable fitoplanctónica** has elegido para realizar el estudio. De la misma manera debes indicar su clasificación taxonómica de la forma más cuidadosa posible (basta llegar hasta la clase) así como el método de conteo empleado. Se sugiere consultar <http://cremc.ponce.inter.edu/fitoplancton/componentes.htm>. Si has elegido otra sustancia susceptible de ser filtrada, determina cuál y como mides su concentración. (Analiza la variación con tres datos de distinta masa y tres de distinta temperatura. Para la práctica no hace falta que la realices durante más de tres días seguidos)
- **Determinación de la muestra control.**
 - ¿Cuál has elegido, en qué condiciones la has colocado? ¿Cuál es la función de esta muestra control y qué problemas evita si usas fitoplancton vivo?
- **La variación respecto a la masa y a la temperatura.** Aquí deberás presentar los datos y las gráficas respectivas. No te olvides de indicar las variables, unidades de medida. Debes saber que los bivalvos no suelen presentar variaciones de las tasas de filtración entre los 5 y los 20 grados. Ten en cuenta que las pequeñas variaciones de temperatura afectan mucho a los animales acuáticos. No te olvides que la tasa de filtración en relación con la masa, se hace con el peso seco.
- Con los datos recogidos, **realizar una comparación** con otros bivalvos entre la bibliografía que pueda aparecer en Internet.