

# LLÁMALO BOLONIA, O LLÁMALO SENTIDO COMÚN E IMAGINACIÓN

## Incorporemos al aprendizaje la exploración y el método científico.

Ángel Herráez

### ESTIMADOS BIOQUÍMICOS:

En esta ocasión os presento dos propuestas de actividades que podéis intentar con vuestros alumnos. Se trata de ideas que a priori pueden parecer ingenuas, pero creo que pueden aportar a los estudiantes un aprendizaje significativo, si sabemos darles la orientación correcta.

La inspiración es introducir un concepto de manera informal, generando así motivación en el alumno, y estimularle a pensar y no a seguir a ciegas una doctrina. En el segundo ejemplo, además, se pretende que comprenda las etapas, estrategia, razonamiento, que constituyen o acompañan al método científico.

### APROXIMACIÓN INTUITIVA AL CONCEPTO DE ESTEREOISOMERÍA EN LOS AMINOÁCIDOS

El planteamiento de esta actividad pretende que los alumnos, más que aprender –e incluso entender– que existen D- y L-aminoácidos a partir de una afirmación y de unas instrucciones para formularlos (ya sea

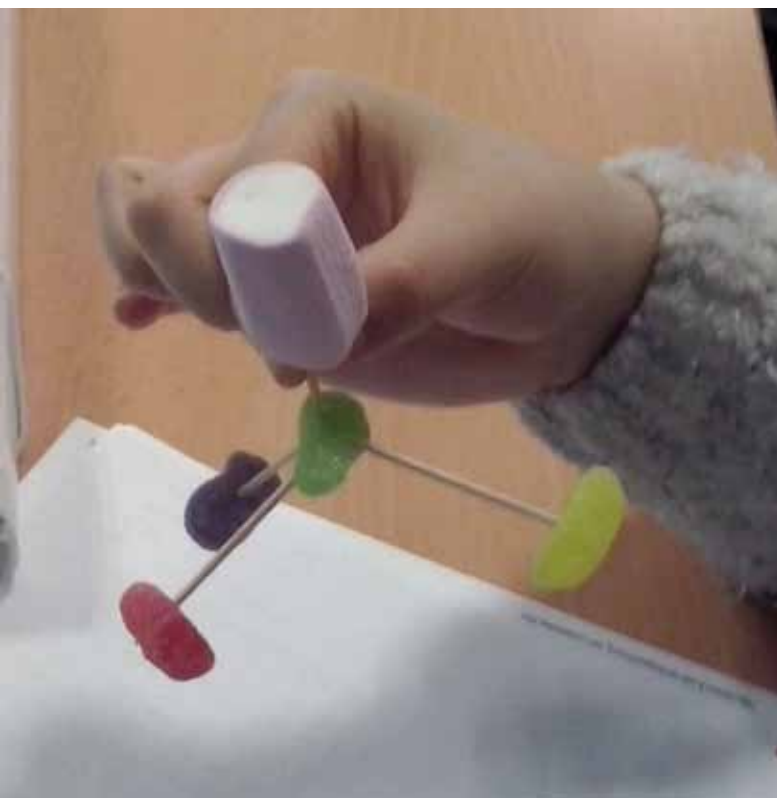
empleando fórmulas estructurales estereoquímicas o modelos en 3D), comprendan de forma espontánea, casual, que hay dos posibles estereoisómeros y que no son la misma molécula. Esto sin hablarles de configuraciones, de carbonos asimétricos, de imágenes especulares o nomenclaturas. Dicho de otro modo, no enunciemos la existencia de estereoisómeros, con una definición y unas reglas, sino más bien hagamos que se descubra su existencia sin imponer ninguna norma.

### MATERIAL

Repartimos a cada grupo (formado, por ejemplo, por dos alumnos) cuatro palillos mondadientes, cuatro gominolas de colores diferentes y una “nube” (esponja dulce o marshmallow).

Las golosinas indicadas pueden sustituirse libremente por las variedades que estén disponibles. Sí es importante que sean distinguibles: si no pueden ser 5, al menos se precisan 4 tipos o colores (la central podría coincidir en color con una de las periféricas).

Instrucciones	Comentario
1/ Toma una gominola de color verde.	Esta representará el carbono alfa del aminoácido, pero no debemos mencionarlo aún.
2/ Pincha en ella 4 palillos, de modo que queden bien separados en las tres dimensiones del espacio (no todos en un mismo plano). Quizás así: dos palillos formando una V y, al lado opuesto, otros dos formando otra V que sea perpendicular a la primera.	Para ser precisos, deberían estar dirigidos a los vértices de un tetraedro, pero la exactitud de la geometría no es lo más importante. ¿Quién sabe construir tetraedros, realmente? Plantear que hay que construir un tetraedro quizás introduzca un elemento de complejidad que distraiga del objetivo primordial.
3/ Pincha, al otro extremo de tres de los palillos, sendas gominolas de colores morado, rojo y amarillo.	No debemos dar instrucción alguna sobre en qué orden o disposición debe colocarse cada color. Dejad que lo hagan al azar.
4/ En el cuarto palillo, pincha una “nube” (esponja, marshmallow)	Podría ser una gominola de un quinto color pero, puesto que esta será la cadena lateral del aminoácido, es adecuado que se diferencie del resto y sea de mayor tamaño.
5/ Compara el resultado con el de tus compañeros. Dale a los modelos las vueltas que sea preciso para ver si coinciden entre sí. ¿Son iguales o son diferentes? ¿Cuántas posibilidades existen?	Espontáneamente deben darse cuenta de que, sin directrices, se han formado dos configuraciones diferentes, dos estereoisómeros. Alguno más entrenado quizás formule la observación de que son imágenes especulares.



Modelo que, tras su análisis, resultó corresponder a un L-aminoácido.



Otro modelo que, analizado, resultó corresponder a un D-aminoácido. (La gominola naranja debería haber sido amarilla; aprovechamos el error casual decidiendo sobre la marcha que en lugar de H representaría deuterio).

Una vez haya calado la percepción de que hay dos posibles moléculas diferentes, ni más ni menos, podemos introducir el contexto o interpretación química:

### PRESENTACIÓN

Nuestro modelo de confitería representa la estructura de un aminoácido. La gominola verde, central, con 4 palillos (enlaces) que la conectan a otras, representará

el carbono alfa. La roja puede ser el grupo carboxilo y la morada el grupo amino, mientras la amarilla representa el hidrógeno. La nube corresponderá a la cadena lateral del aminoácido.

A continuación, podemos presentar la terminología de un modo más tradicional, sistemático y científico, o quizás prescindir de ello si pensamos que para nuestros alumnos en concreto puede suponer una sobrecarga. El concepto esencial ya se habrá asentado aunque no lo convirtamos en tecnicismos.

Instrucciones	Comentario
6/ Coloca el modelo de modo que la gominola roja y la nube queden hacia atrás; es decir, más alejadas de ti que la verde.	Seguimos el convenio para dibujar proyecciones de Fischer (pero sin mencionarlas).
7/Gíralo si es preciso para que la roja quede hacia arriba y la nube hacia abajo (y ambas sigan estando hacia atrás)	
8/Si la gominola morada está hacia la izquierda, tu aminoácido es L- y puedes comértelo (salvo los palillos); si queda hacia la derecha, es D- y, aunque te lo comas, no pasará a formar parte de las proteínas de tu cuerpo	Esto es una pequeña broma destinada a transmitir el mensaje de cuál es la configuración utilizada en las proteínas

# AZÚCARES, BEBIDAS DIETÉTICAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En este caso, con un mensaje de fondo relativo a la faceta nutricional de la bioquímica, sazonado de un análisis crítico de los mensajes habituales en la mercadotecnia, la actividad en sí es trivial en cuanto al aprendizaje que podemos conseguir en contenidos de la materia, pero la idea es aprovechar para convertirla en un experimento que debemos diseñar siguiendo los principios del método científico, y así presentar a nuestros jóvenes en qué consiste éste y cómo son las estrategias de adquisición de conocimientos en las ciencias. Aunque se adivinen el resultado y la explicación de los hechos observados, la clave para que la experiencia sea provechosa está en poner el énfasis en el método, haciendo si es necesario de abogado del diablo para atajar o cuestionar las interpretaciones fáciles. Es importante que procuremos callarnos, no proponemos respuestas ni hipótesis, sino más bien que induzcamos a que sean los alumnos quienes las planteen, desarrollen, discutan, descarten...

## MATERIAL

- Una balanza de dos platos (de las que ya casi no existen).
- Una lata de refresco de cola normal y otra del mismo refresco en su variedad “zero” (sin cafeína, sin calorías).

## ACTIVIDAD

**Objetivo del experimento:** Tenemos dos muestras que queremos comparar, y ser capaces de explicar las diferencias que observemos.

### Fase 1: verificación del instrumental, control o calibración.

Comprueba que la balanza está equilibrada: sin nada en los platillos, el fiel debe señalar el punto medio de la escala. De ser necesario, añade un pequeño peso a uno de los platos (por ejemplo, una moneda, una bolita de papel de aluminio...).

### Fase 2: realización del experimento inicial.

Coloca una lata de refresco en cada plato de la balanza. Observa el resultado: ¿está equilibrada? De no ser así, ¿qué lata pesa más?

Es procedente hacer un control adicional del equipo y de las condiciones de medida: intercambia las dos latas. ¿Ha cambiado el resultado?

### Fase 3: análisis de los resultados; propuesta de hipótesis.

¿Hemos descartado cualquier interferencia o efecto atribuible al equipo de medida? De ser así, lo que hemos observado se deberá a las propiedades de las muestras (las dos latas y el refresco que contienen).

Propón varias explicaciones para los hechos observados, tantas como se te ocurran; no importa si algunas te parecen menos razonables.

### Por ejemplo:

- [H1] Las latas contienen cantidades diferentes de refresco.
- [H2] Las latas están hechas de diferente material.
- [H3] Hay diferencias en las propiedades del contenido (el refresco).

### Fase 4: validación de las hipótesis con experimentación adicional.

Para H1: Examina las dos latas para comprobar en las etiquetas su capacidad (volumen) nominal. Normalmente serán ambas de 33 cl y debemos descartar esta hipótesis.

Quizás debamos abrir las latas, extraer el refresco y medir nosotros mismos su volumen usando un equipo adecuado (una probeta).

Para H2: ¿Cómo comprobarías el material de las latas? Leyendo el etiquetado, ensayando con un imán, rayando con una navaja...

Vaciando las latas y pesándolas (realmente no necesitamos saber de qué están hechas, sino si son responsables de la diferencia observada).

Para H3: ¿Qué magnitud o propiedad del refresco será diferente? ¿A qué se puede deberse?

Aparecen nuevas hipótesis, más específicas:

[H4] Se debe al peso de la cafeína, que sólo tiene uno de los refrescos.

[H5] Se debe al peso del azúcar, que sólo tiene uno de los refrescos.

¿Qué harías para valorar si estas hipótesis son plausibles? Por ejemplo, estudiar la información nutricional, bien en la etiqueta de la lata o en fuentes de información adicionales.

Más importante: ¿Qué harías para comprobar si esto es la causa del resultado observado?

Propuestas de análisis y de experimentos:

¿Cuánto crees que puede pesar la cafeína del refresco? Busca el dato de solubilidad de la cafeína para ver si es posible que contenga esa cantidad.

Añadir azúcar al contenido de la lata que pesa menos. Habrá que asegurarse de que es posible disolverlo.

Conseguir una lata de la variedad de refresco de cola con cafeína pero sin azúcar y pesarla.

Pues, como decía aquél: ¡eso es todo, amigos! Ojalá estas reflexiones os hayan resultado inspiradoras.

**Ángel Herráez**

Bioquímica y Biología Molecular  
Dep. de Biología de Sistemas  
Universidad de Alcalá