

SUPERFICIES SUPERHIDROFÓBICAS: EFECTO LOTO

A. Rivera-Álvarez ^{(1)*}, J.R. Vega- Baudrit ^(1,2)

(1) Laboratorio Nacional de Nanotecnología, Centro Nacional de Alta Tecnología, Edificio "Dr. Franklin Chang Díaz", Pavas, San José, Costa Rica

(2) Laboratorio de Polímeros, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional, Campus Omar Dengo, Heredia, Costa Rica

*Correo electrónico autor de contacto: adriveraa@gmail.com

FICHA I.6

RESUMEN DE LA ACTIVIDAD

Se busca mostrar al estudiante una ligera pincelada de efecto loto en la naturaleza. El objetivo principal es mostrar como varía la capacidad hidrofóbica de las hojas de los árboles y, a través de este experimento, explicar que son las superficies hidrofóbicas y cuál es su mecanismo de acción. El experimento consiste en observar el comportamiento de una gota de agua en las diferentes hojas de las plantas. Los estudiantes deberán ir al patio o zona exterior recolectar hojas de diferentes árboles y plantas, agregar una gota de agua a estas hojas y medir su diámetro en la hoja. Posteriormente se le adiciona tierra o sólidos finos a las hojas y se vuelve a realizar el experimento.

OBJETIVOS DIDÁCTICOS

- Familiarizar al estudiante con el concepto de efecto loto y superficies hidrofóbicas.
- Comprender la aplicabilidad de estas superficies en usos comerciales.

EDADES DE LOS ALUMNOS: 12-16

NIVEL DE DIFICULTAD DE LA ACTIVIDAD: BAJO

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD: 1 hora

ASIGNATURAS EN LAS QUE SE PUEDE INSERTAR ESTA ACTIVIDAD

- Ciencias de la Naturaleza (Ed. Secundaria)
- Física y Química (Ed. Secundaria)
- Física (Bachillerato)
- Química (Bachillerato)
- Matemáticas
- Tecnología

CONOCIMIENTOS PREVIOS QUE DEBEN POSEER LOS ALUMNOS

Los alumnos deben estar familiarizados con los conceptos de superficies, con la diferencia de materiales aceitosos y no aceitosos, para comprender como cambia la superficie entre una hoja de árbol y una hoja de cuaderno común.

OTRAS ACTIVIDADES DE ESTA GUÍA QUE ES RECOMENDABLE LLEVAR A CABO CON ANTELACIÓN

Sería recomendable haber realizado otras fichas del Bloque I (I.1, I.2, y I.5).

MATERIALES

- Hojas de plantas y árboles recolectadas por los estudiantes. Cantidad: 3-4 hojas.
- Un pedazo de hoja de cuaderno.
- Un gotero por estudiante o grupo de trabajo.
- Un vaso con agua.
- Regla milimétrica.
- Un poco de tierra fina recolectada por los estudiantes. También sería recomendable tener harina de trigo o de maíz.
- Algún objeto donde se pueda poner la tierra fina. Ejemplo: pedazo de papel, vaso, tapa de botella, objeto capilar, entre otros.
- Toallas de papel para secar el agua utilizada.
- Hojas para realizar anotaciones (ver Materiales Complementarios).

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Explicación previa (5 – 10min)

Esta explicación busca ser una guía para los estudiantes durante el experimento, no lleva terminologías ni conceptos, estos serán dados al final de la experiencia. Se busca que el estudiante observe lo que a va suceder en las hojas: ¿Qué tamaño tiene la gota de agua?, ¿Qué tan esférica es?, ¿Qué pasa cuando se le agrega tierra a las hojas?

Para esto se debe hacer una pequeña reflexión sobre la importancia de la observación en las ciencias, cualitativas y cuantitativas; luego de la observación plantear preguntas sobre lo observado y por último, anotar posibles respuestas a estas preguntas. Luego de esta reflexión se le indicara al estudiante seguir este método para desarrollar su experimento.

Explicación preliminar: Se agregara una gota de agua a cada hoja y se anotan observaciones sobre ¿Qué sucede a la gota en las distintas hojas? Posteriormente se agregará tierra a la hoja y se repetirá el experimento.

Preparación de ambiente para el experimento: (5 – 10 min)

Utilizar un espacio libre de materiales externos a los requeridos en la experiencia. Por seguridad y por comodidad a la hora de trabajar. Se debe revisar la lista de materiales y comprobar tener todo lo necesario.

Los estudiantes recolectaran hojas de distintas plantas que estén cerca de donde ellos se encuentren. También recolectarán una pequeña cantidad de sólidos finos, o tierra, en un pedazo de papel o algún reservorio. En caso de no tener hojas y tierra cerca, el docente los facilitará. Sin embargo, es parte de la experiencia que ellos se responsabilicen de ese trabajo, ya que es parte de la búsqueda y la observación que se desea despertar en los estudiantes.

A cada alumno se le facilitarán las hojas 1 y 2 que aparecen en los Materiales Complementarios donde debe plasmar sus observaciones, cuestionamientos y respuestas, realizadas durante el experimento.

Experimento (10 – 15 min)

- 1) El estudiante debe leer la hoja de trabajo con antelación y revisar la lista de materiales necesarios para el experimento. En caso de faltar algún material preguntar al profesor para que se lo facilite.
- 2) Salir a buscar las hojas de las plantas y la tierra fina.
- 3) Numerar y describir alguna característica resaltante de cada hoja. Se puede dibujar la forma de la hoja, poner sus características físicas: color, grosor, textura, entre otras.
- 4) Agregar una gota de agua con el gotero a cada hoja (incluyendo la hoja de cuaderno) y anotar las observaciones: forma de la gota, su tamaño, su forma (si es esférica o aplanada), comparación entre la forma de las gotas de agua en distintas hojas.

- 5) Se limpia la hoja con la toalla de papel y se agrega tierra (o harina) a las hojas, se esparce con el dedo o moviendo la hoja, sin aplastar la hoja. Con un leve soplido se eliminan granos gruesos intentando dejar una fina capa de material sobre la superficie.
- 6) Se le agrega la gota de agua y se vuelven a tomar anotaciones sobre lo que sucede con las gotas de agua en las hojas.

Anotar observaciones de la actividad (5 – 10 min)

Las observaciones se pueden ir anotando durante el experimento o finalizado éste. El estudiante escribirá, en las hojas facilitadas, las observaciones, los cuestionamientos basados en estas observaciones y sus respuestas o conclusiones sobre estos.

Preguntas que deben proponerse a los alumnos (5-10 min)

Se reparte la hoja 3 del material complementario.

Esta fase de la experiencia es similar a la anterior, con la salvedad de que ahora estamos guiando al estudiante para obtener una respuesta concreta. En el paso anterior, él tenía la libertad de escribir lo que considerara importante y necesario, ahora sus respuestas van a ser guiadas.

Preguntas

- 1) ¿Qué características podría mencionar de las hojas que utilizó en el experimento, incluyendo la hoja de cuaderno?

Aquí se espera que los estudiantes den una descripción de las hojas, formas, texturas. Algunos se adelantarán y dirán cuáles formaron gotas más grandes o cuáles no formaron gotas.

- 2) ¿En qué hojas se formaron gotas? Explique las diferencias entre unas gotas y otras.

Esto va a depender del tipo de hoja, cuanto más hidrofóbica sea la hoja más esférica va a ser la gota. En general, la mayoría de hojas de las plantas son hidrofóbicas, sin embargo, algunas son más hidrofóbicas que otras.

- 3) ¿Por qué cree usted que las gotas se mantuvieron formadas en estas hojas?

Esta pregunta busca ver la creatividad, capacidad de análisis y observación del estudiante. Hasta ahora no se le ha dado ningún indicio sobre la causa de este fenómeno, y es interesante ver cómo explican los estudiantes esta situación.

4) ¿Qué sucede cuando se le agrega tierra fina y se vuelve a agregar la gota?

Se podría hacer esto solo con una hoja, pero la idea es que se repita el procedimiento viendo que el resultado es el mismo. La capa lipídica de la hoja se cubre con la tierra fina y la gota de agua se esparce en la tierra, cambiando sus propiedades en relación a la primera gota. Esto va a depender de la cantidad de tierra fina agregada a la hoja. Puede ocurrir que la gota se aplane o que se haga más esférica en función del tipo de material depositado.

Explicación de Conceptos (10 – 15 min)

Inicialmente se repasan, una por una, las preguntas de forma oral para incentivar la participación de los estudiantes, escuchando una o dos respuestas, sin invertir mucho tiempo en esta parte. Posteriormente se prosigue explicando aquellos conceptos de una forma clara para los estudiantes. También se buscará transmitir los conceptos en una secuencia para que se produzca un orden lógico que facilite su aprendizaje.

Grasas y aceites

Se inicia con el típico ejemplo de agua y aceite. ¿Qué ocurre cuando se mezcla agua y aceite? El agua se va a mantener abajo y el aceite arriba ¿Correcto? Aunque se mezcle vigorosamente siempre va a tender a separarse. Ahora ¿Qué sucede si tratamos de mezclar grasa sólida y agua? La grasa, también llamada cera, se mantendrá unida y se esparcirá en la superficie del recipiente que lo contiene sin mezclarse con el agua. La poca afinidad entre el agua y la cera es uno de los principios de porque las hojas mantienen la forma de la gota, a estas superficies se les llama superficies hidrofóbicas, que no les gusta el agua, entre más hidrofóbica sea una superficie mayor será la forma esférica de la gota de agua en ella.



Figura 1. Superficies hidrofóbicas

Efecto Loto

Se llama así por las hojas de loto, cuya superficie es superhidrofóbica (superficie que repele fuertemente el agua).



Figura 2. Hoja de loto

El efecto loto consta de dos principios, el primero es el que se menciona anteriormente, la superficie encerada de la hoja no permite que la gota se mueva libremente en la hoja, que es una superficie hidrofóbica. El segundo principio es la forma de su superficie, ya que está constituida por dos tipos de regiones. Unas zonas largas, extensas y formadas por cúmulos de orden de micras (10^{-6} m). Otras zonas conformadas por pequeños vellos o filamentos de tamaño nanométrico (10^{-9} m). Estas nanoestructuras hacen que la superficie de contacto aumente y se vuelva más hidrofóbica.

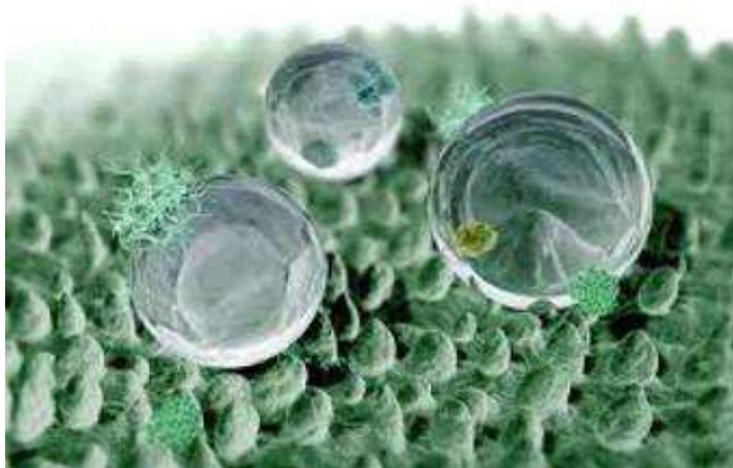


Figura 3. Superficie de las hojas de loto

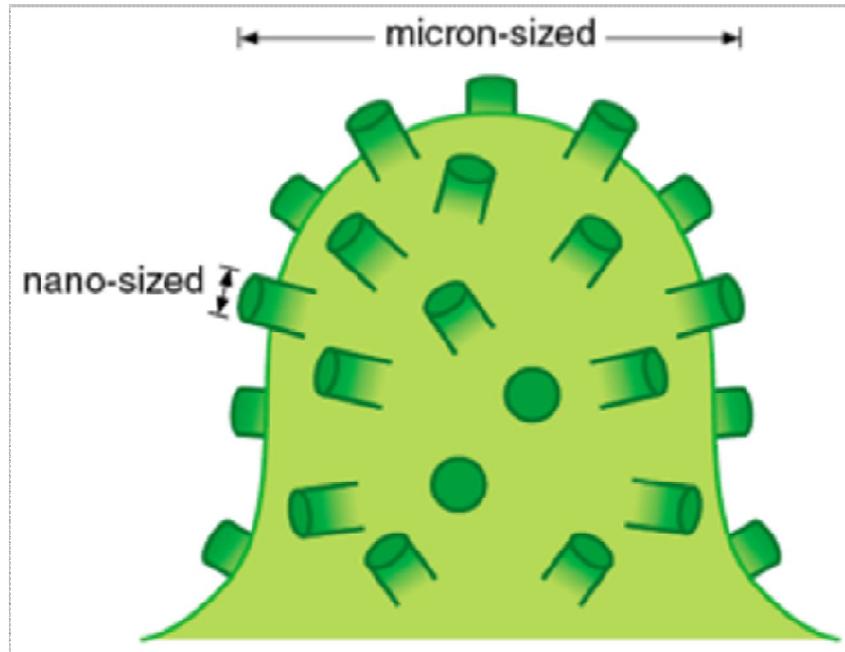


Figura 4. Filamentos nanométricos

Este tipo de superficies también se encuentran en la naturaleza en los insectos y algunos otros animales. Sus propiedades son ideales como medio de protección contra el agua, pero también tienen otras aplicaciones más específicas.



Figura 5. Libélula

Aplicaciones del efecto loto en la Nanotecnología

Las aplicaciones de este material son diversas, sin embargo, todos se basan en el mismo principio un recubrimiento que convierta cualquier superficie en superhidrofóbica. En las referencias se menciona un video que muestra diversas aplicaciones de este principio en la industria.

PROPUESTAS DE ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR POR LOS ALUMNOS EN EL AULA O EN SU CASA TRAS LA ACTIVIDAD

Se podría solicitar a los estudiantes raer o aplastar la superficie de las hojas y poner una gota de agua, para ver cómo cambia la interacción de la superficie y la gota de agua. Al cambiar la conformación de la superficie se pierde su hidrofobicidad.

PRECAUCIONES Y SEGURIDAD

Esta actividad no requiere tomar precauciones específicas.

REFERENCIAS DE APOYO Y DOCUMENTACIÓN

- NanoBioNet, “Experiments 1: Experiments to obtain the lotus effect”. Saarbrücken: NanoBioNet e. V.
- M. Pérez, “Ultra-Ever Dry: la nanotecnología superhidrofóbica que repele cualquier líquido”
Accesible en: <http://blogthinkbig.com/ultra-ever-dry-nanotecnologia-hidrofobica/>
- A. Sakinah, “El efecto Loto”
Accesible en: <http://abusakinah.com/efecto-loto/?lang=es>
- Este video muestra varias aplicaciones de los recubrimientos superhidrofóbicos <http://youtu.be/FzB1-pMl6Cw>.

MATERIALES COMPLEMENTARIOS

Se proporciona un material complementario consistente en tres hojas en las que se muestran las indicaciones generales, se realizarán las anotaciones de las observaciones realizadas por los estudiantes y se responden a una serie de preguntas. El fichero que contiene este material complementario se encuentra en los Anexos de esta Guía Didáctica y se denomina “Anexos - Ficha Didáctica – I.6 – MC.doc”.