

## Unidad 2 - Química y Tecnología: Aplicaciones para la vida

### Propósito de la unidad

Abordar el avance de la nanoquímica y los polímeros desde la perspectiva científico-tecnológica, estudiando contextos históricos, sociales, éticos y ambientales. Se busca que los estudiantes comprendan que especies químicas, nanoquímicas y polímeros impactan sobre los ecosistemas y la sociedad. Se puede orientar la actividad con preguntas como las siguientes: ¿Qué cambios han provocado en las personas y la naturaleza, el desarrollo y el avance científico y tecnológico de la química de polímeros? ¿Cómo cambiará nuestra forma de vida el desarrollo científico y tecnológico en nanoquímica?

### Objetivos de Aprendizaje

OA 1. Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.

OA 5. Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.

OA c. Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

OA d. Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemáticas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos

## Actividad 1. Nanoquímica: ¿consecuencia de la historia?

### PROPÓSITO

Describir y valorar el desarrollo de la nanoquímica como área de estudio interdisciplinar, relacionando los hitos históricos con las aplicaciones en la vida cotidiana.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

#### OA 1

Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.

#### OA d

Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemáticas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos

### ACTITUDES

Actuar de acuerdo con los principios de la ética en el uso de la información y de la tecnología, respetando la propiedad intelectual y la privacidad de las personas.

### Duración

10 horas pedagógicas

### DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

A partir de la información del siguiente texto, analizan y responden las preguntas a continuación.

#### Observaciones al docente:

La actividad permite relacionar la nanotecnología con aspectos de la unidad anterior referidos a polímeros. Como son materiales moleculares manipulables a partir del método *bottom-up*, se los puede usar para ejemplificar dicho método. Además, se sugiere considerar que uno de los estudios más importantes en nanoquímica fue el que condujo a Heeger, MacDiarmid y Shirikawa (ganadores del Premio Nobel de Química en el año 2000) a descubrir y desarrollar los polímeros conductores.

Se recomienda enfatizar la relación entre nanoquímica y las disciplinas interrelacionadas, como la nano-ingeniería y la medicina, entre otras (dé ejemplos como las máquinas nano-cazadoras que se emplean en medicina para “cazar” células peligrosas o virus y bacterias; también puede mencionar los premios Nobel de ciencias entregados recientemente).

#### El inicio del nanomundo

El prefijo “nano” se refiere a una unidad métrica llamada nanómetro (nm). Es una escala de longitud (como el milímetro o las micras) y equivale a una mil millonésima parte de un metro ( $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$ ). Para comprender mejor qué significa, podemos imaginar un virus (diámetro aproximado: 60 a 250 nm) o un glóbulo rojo (diámetro aproximado de 2000 nm) y compararlos con un cabello, cuyo diámetro varía entre 30000 y 50000 nm.

Los materiales nanométricos se comenzaron a popularizar en la década de 1980 y en julio de 1990, se efectuó en Baltimore (Estados Unidos) uno de los primeros simposios internacionales sobre Nanociencia y Nanotecnología; entonces se definió formalmente el estudio de nanomateriales (NMs) y se clasificó la nanotecnología como una sub-área de las ciencias básicas.

El estudio de las aplicaciones tecnológicas de los NMs ha crecido vertiginosamente; entre ellas, los avances en el campo de la microscopía electrónica, el descubrimiento de las formas alotrópicas del carbono (como los fullerenos), los nanotubos de carbono y las innovaciones basadas en el grafeno.

De la nanotecnología y todas sus áreas de aplicación, surge la nanoquímica como conjunto de estrategias inteligentes para resolver problemas, por medio del diseño de materiales que responden a necesidades especiales en campos que van desde la catálisis industrial hasta la biomedicina. En tal sentido, cabe mencionar las intervenciones del destacado físico Richard Feynman (1918-1988). Casi como un profeta, el científico vislumbró todo un nuevo mundo de posibilidades en el ‘nano mundo’, introdujo el concepto de nanotecnología y propuso uno de sus primeros paradigmas, con lo que cambió la forma de sintetizar las nuevas estructuras moleculares: de la tradicional estrategia de construir de arriba hacia abajo (del inglés *top-down*) a un nuevo modelo de construir moléculas de abajo hacia arriba (del inglés *bottom-up*)”.

*Adaptación y extracto de Nanotecnología: fundamentos y aplicaciones* ISBN: 978- 980 -12- 8382-9 Editores: C Lárez-Velásquez, S Koteich-Khatib, F López-González.

- Considerando las unidades de medida de los sistemas estudiados, ¿qué importancia tiene intervenir la materia en un nivel nano? Para responder, los alumnos relacionan este aspecto con la superficie de contacto de una especie química y su reactividad.
- De acuerdo con los conocimientos adquiridos en la unidad y en años anteriores, y dado el nivel nanométrico, ¿qué modelo de la materia describe mejor el comportamiento de la materia en este nivel: el modelo físico clásico o la mecánica cuántica? Argumentan la respuesta.
- A partir del texto, explican cómo surgió la nanoquímica desde una perspectiva histórico-social; para complementar su respuesta, indagan en fuentes del área (resaltando el rol de hombres y mujeres en el avance de la ciencia) y construyen una línea de tiempo que relacione el contexto socio-histórico.
- Los estudios de la nanoquímica se centran en el método *bottom-up*, con el fin de conseguir nuevas propiedades y aplicaciones de diversas especies. Buscan ejemplos concretos de la aplicación de este método y lo comparan con el método *top-down*; para ello, elaboran trípticos y/o afiches científicos informativos (deben incluir ventajas y desventajas de cada método).
- El texto presenta a Richard Feynman como “profeta” del área. ¿Qué induce a pensar el autor del artículo con esta afirmación?

## Estudio de casos

Leen los tres casos siguientes:

Caso 1: Una terapia para contrarrestar la hipoxia y el estrés oxidativo de las células en seres vivos es utilizando ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico encapsulado en nanopartículas (NPs) de quitosano (Trolox®). La comprobada actividad antioxidante (similar a la de la vitamina E) de este ácido, sumada al efecto sinérgico del quitosano, aumentan la efectividad del tratamiento. Además, por encontrarse encapsulado, la liberación del fármaco es lenta, permitiendo a los sistemas in vivo tomar la cantidad necesaria del antioxidante cada vez que la necesite y evita la excreción en exceso, o la degradación de este por otras vías metabólicas.

Conexión interdisciplinaria:

**Ciencias de la Salud**

OA 5

Caso 2: Se han reportado estudios en el campo de la nano-oncología utilizando NPs de oro en la detección de células cancerígenas.

Caso 3: Maier-Hauff et al desarrollaron un tratamiento para el glioblastoma multiforme (tumor cerebral) utilizando NPs magnéticas de óxido de hierro, ya que las NPs interactúan con el tumor utilizando una sonda termométrica (catéter).

Para elaborar el afiche:

- Diseñan un póster informativo para socializar los casos expuestos; tienen que incluir las estructuras químicas de las especies involucradas y usar imágenes que expliquen su respectivo impacto.
- Indagan sobre la norma ISO TC-229 (que recoge todos los aspectos relacionados con la nanotecnología) y luego exponen sus implicancias y significado en el desarrollo de la nanoquímica.

### Observaciones al docente:

Se aconseja trabajar colaborativamente con Física en los aspectos relacionados con mecánica cuántica, y las explicaciones que ofrece la nanoquímica sobre el comportamiento y el análisis de las propiedades de nanomateriales, pues no se pueden entender desde la Física clásica. Otra opción es recordar conceptos trabajados en 8° básico en el eje temático de Química.

También hay que abordar las implicancias éticas y sociales del desarrollo del tema, pues no existe una legislación consensuada ni establecida al respecto.

**Observaciones al docente**

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Vinculan las propiedades de nivel nano de la materia con su aplicación y efecto en ámbitos médicos, agrícolas, industriales, entre otros.
- Evalúan el impacto del desarrollo de la nanoquímica y química de polímeros en diversos aspectos de la vida humana y la naturaleza, considerando las relaciones entre las partes de un sistema y las implicancias tecnológicas, éticas y sociales de sus usos.

**Recursos y sitios web**

- El Observatorio de nanomateriales de la Unión Europea ofrece información sobre los nano materiales existentes en el mercado de la UE:  
[www.curriculumnacional/link/https://euon.echa.europa.eu/es/uses](http://www.curriculumnacional/link/https://euon.echa.europa.eu/es/uses)
- Página informativa sobre las normas ISO:  
[www.curriculumnacional/link/https://www.isotools.org/normas/](http://www.curriculumnacional/link/https://www.isotools.org/normas/)
- El proyecto NANOSUSTAIN, financiado con fondos europeos, responde algunas interrogantes importantes con respecto a la seguridad de tres nanomateriales artificiales (NA) y uno fabricado a partir de productos naturales:  
[www.curriculumnacional/link/https://cordis.europa.eu/project/rcn/94362/brief/es](http://www.curriculumnacional/link/https://cordis.europa.eu/project/rcn/94362/brief/es)
- Sitio web del Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y la Nanotecnología: [www.curriculumnacional/link/http://cedenna.cl/](http://www.curriculumnacional/link/http://cedenna.cl/)

## Actividad 2. Impactando el entorno: nanoquímica y contaminantes

### PROPÓSITO

Identificar y describir las consecuencias de una especie nanoquímica a partir de su comportamiento, argumentando ventajas y desventajas en su uso.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

#### OA 1

Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.

#### OA 5

Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.

#### OA d

Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemáticas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos

### ACTITUDES

Responsabilidad por las propias acciones y decisiones con consciencia de las implicancias que ellas tienen sobre sí mismo y los otros.

### Duración

10 horas pedagógicas

### DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Basados en la información que sigue, analizan y desarrollan las preguntas a continuación del texto:

#### **Nanopartículas y su efecto contaminante**

El dióxido de titanio en forma de nanopartículas se usa como decolorante en cremas y lociones; actualmente está aprobado como filtro UV para protectores solares en concentraciones de hasta un 25% m/m, que pueden considerarse seguras para los seres humanos al aplicarse en pieles intactas (sanas) o “quemadas” por el sol.

La evaluación de seguridad del producto establece que el dióxido de titanio no penetra la piel en ninguna de sus formas, incluida la nanoforma; si surgen nuevas pruebas científicas que demuestren un comportamiento distinto de las nanopartículas, habrá que revisar dicha conclusión. Sin embargo, inhalar nanopartículas puede causar toxicidad e inflamación de los pulmones, y algunas pruebas sugieren que podría provocar cáncer.

También existe un leve riesgo de que la exposición a estos nanomateriales provoque irritación de la piel o los ojos y sensibilización cutánea. Aún no existe información relevante sobre la toxicidad reproductiva, pero algunas pruebas científicas indican que los nanomateriales de dióxido de titanio, si penetran en el organismo, pueden dañar el material genético (en todo caso, es poco probable que la aplicación cutánea tenga estos efectos).

En determinados casos, las nanopartículas de dióxido de titanio también pueden actuar como fotocatalizadores; esto significa que reaccionan a la luz UV, acelerando la fotorreacción que provoca la oxidación de algunas moléculas biológicas y generando radicales libres. Esto último podría potenciar los efectos tóxicos mencionados. Sin embargo, no todas las partículas de dióxido de titanio que se usa en los productos cosméticos tienen esta propiedad. Con el recubrimiento apropiado, las nanopartículas dejan de actuar como fotocatalizadores, pero mantienen su función como filtro UV. No obstante, se recomienda que los fabricantes de protectores solares eviten usar nanopartículas de dióxido de titanio con niveles importantes de actividad fotocatalítica, o que recubran su superficie con un material estable y seguro.

**Observaciones al docente:**

Se sugiere que prepare algún material sobre la nanoquímica, contaminantes y los conceptos relacionados con ella, o que haga una introducción al tema para que los estudiantes tengan referencias al abordar las siguientes preguntas. Se sugiere revisar los recursos web incluidos al final de la actividad.

Basados en la información anterior (que complementan con bibliografía relacionada con la nanoquímica), responden lo siguiente para explicar cómo se comporta el dióxido de titanio:

- Luego de indagar en diversas fuentes o en el material entregado por el docente, ¿cómo se define “contaminante” y cuál es su ciclo de vida? Exponen sus definiciones en una discusión colaborativa.
- Según dicha definición, ¿se comportan así las partículas de dióxido de titanio? Argumentan la respuesta basados en evidencias.
- Considerando el uso de bloqueadores solares en aerosol y polvo, relacionan la exposición por inhalación y su efecto contaminante. Lo explican con un papelógrafo o material digital.
- Describen los efectos de las nanopartículas de dióxido de titanio en servicios ecosistémicos locales o nacionales.

**Observaciones al docente:**

El uso comercial de los nanomateriales es relativamente reciente; por ende, hay grandes expectativas sobre sus aplicaciones. El profesor debe recalcar que también plantean problemas de seguridad, pues se carece de evidencias sustentadas en el tiempo y de las normas correspondientes. Por esto, conviene potenciar la argumentación científica y la comunicación de avances (apoyada en documentos de entidades especializadas) desde el desarrollo del pensamiento crítico.

Un ejemplo es el uso de nanosílice en cosméticos. GreenFacts elaboró un resumen, pues el contrato que firmó con la DG Health and Food Safety autorizó su publicación. Puede consultarlo en [europa.eu](http://europa.eu) fuente ccsc (2015) Resumen & Detalles: GreenFacts.

**Desarrollan aplicaciones experimentales**

**Observaciones al docente:**

Para este experimento, hay que preparar las muestras 15 días antes, al menos. Se sugiere dejarlas al aire libre (en un patio), bajo un techo y lejos del contacto con personas o animales.

El profesor buscará artículos de nanopartículas de plata, silice y titanio para apoyar la discusión relativa a contaminantes.

Dada la dificultad de trabajar con el nivel nano de la materia, los alumnos desarrollan dos experiencias simples:

**Observaciones al docente:**

Se aconseja establecer un consenso previo sobre la evaluación de las actividades, y que se diseñe y aplique según escalas de heteroevaluación.

También deben abordar los aspectos éticos y sociales del tema.

**Experimento 1:**

Toman dos trozos de cinta adhesiva o cartón, previamente untados con vaselina, y dejan uno en contacto con el aire; para contrastar, ponen el otro trozo en un lugar resguardado (interior de la casa o el aula). Después de 15 días, comparan las muestras utilizando una lupa y/o microscopio.

**Experimento 2:**

Ponen un imán dentro de una bolsita de plástico y la atan con un hilo o cuerda para arrastrarla por el suelo o sobre espacios donde detectar contaminación. Luego la dejan sobre una cartulina blanca y deslizan el imán con movimientos suaves (las partículas se depositarán sobre la cartulina).



Se recomienda hacer esta experiencia en diferentes zonas y comparar la cantidad de partículas obtenidas.

- Antes de exponer los resultados, discuten sobre lo importante que es controlar las variables e identifican en cada caso cuáles eran dependientes e independientes del experimento.
- Presentan los resultados en un póster, tríptico y/o V de Gowin, y crean rúbricas de heteroevaluación del trabajo realizado.
- Para el experimento 1, cuando exponen y comunican los resultados, explican la importancia y el rol de los tamaños en la contaminación, usando como referente la superficie de contacto y su efecto en nanocontaminantes.
- En el experimento 2, analizan la metodología empleada en relación con las propiedades de ciertas partículas contaminantes y las asocian con los casos documentados de nanocontaminantes.

#### Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Explican el concepto de contaminante, describiendo propiedades y ciclo de vida, y estableciendo relaciones entre las partes de un sistema, mediante ejemplos aplicados a actividades domésticas e industriales.
- Discriminan la función de contaminante de especies nanoquímicas y poliméricas, modelando su acción sobre sistemas naturales, servicios ecosistémicos y actividades domésticas.

#### Recursos y sitios web



- Página del Comité Científico de Seguridad de los Consumidores, en la cual se abordan temas contingentes y dictámenes sobre uso de nanomateriales  
[www.curriculumnacional/link/https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/ccsc.htm](http://www.curriculumnacional/link/https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/ccsc.htm)
- Sitio web del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (encontrará información sobre contaminación local)  
[www.curriculumnacional/link/https://sinca.mma.gob.cl](http://www.curriculumnacional/link/https://sinca.mma.gob.cl)
- Guía informativa para docentes sobre contaminación:  
[www.curriculumnacional/link/http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf)

## Actividad 3. Los polímeros: ¿Cuál es su origen?

### PROPÓSITO

Analizar el origen de polímeros naturales y sintéticos, abordando el contexto histórico para la síntesis de polímeros sintéticos y el dinamismo del conocimiento científico.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

#### OA 1

Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.

#### OA c

Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

### ACTITUDES

Perseverar en torno a metas con miras a la construcción de proyectos de vida y al aporte a la sociedad y al país con autodeterminación, autoconfianza y respeto por sí mismo y por los demás.

### DURACIÓN

10 horas pedagógicas

### DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

#### Características de los polímeros

A lo largo de la historia de la humanidad, se ha denominado a algunas épocas con el nombre de los materiales utilizados; entre ellas, la Edad de Piedra, la Edad de Bronce y la Edad del Hierro. Por ahora, no hay acuerdo sobre cómo identificar el siglo XX; algunas alternativas: edad del plástico, de los polímeros o de las macromoléculas.

#### Observaciones al docente:

Se sugiere que lleve imágenes de un trozo de carne, huevos, bolas de billar, teléfonos antiguos, neumático y pintura acrílica, para apoyar el trabajo en grupos.

A partir de esa introducción, los alumnos:

- Elaboran argumentos para escoger una de las tres opciones.
- Observan algunos objetos del aula o del hogar (mesas de trabajo y su cubierta, lápices de pasta, cuaderno) y las imágenes que les muestra el profesor y anotan sus características.
- Indagan en internet u otro medio sobre la naturaleza química de cada objeto o imagen observada.
- Analizan si las moléculas de cada objeto o imagen son naturales o sintéticas; además, las clasifican como plásticos, polímeros o macromoléculas, y fundamentan.

Luego leen el siguiente texto sobre extracción del caucho y responden las preguntas incluidas a continuación.

### Orígenes de algunos polímeros

“Mi bisabuelo Benito era un aventurero que se fue del Tolima al Putumayo a trabajar como recolector de caucho. El caucho es un líquido que se extrae del árbol del mismo nombre; en lengua indígena significa ‘árbol que llora’. Los trabajadores hacían cortes en su corteza y colocaban recipientes para recolectar el látex. Cuando se comenzó a utilizar para fabricar llantas, se inició la gran explotación de esos árboles. Un señor y sus socios ingleses formaron una de las empresas más poderosas para extraerlo en el Putumayo. La mayoría de los recolectores eran indígenas que vivían en la región. Les entregaban hachas y otras herramientas y trabajaban en estas faenas. El caucho se llevaba a Manaos, pueblo brasileño ubicado en plena selva a orillas del río Amazonas. Allí lo embarcaban en grandes navíos hacia el extranjero. Manaos se convirtió así en un gran centro de comercio y de lujo. Se construyó la casa de la ópera, con arañas de cristal, murales pintados al óleo y columnas de mármol. Las damas ataviadas con plumas de garza, diamantes y brillantes asistían a escuchar las compañías de ópera europea, de brazo de señores vestidos con tela inglesa de lino. Nadie sospechaba que un inglés se había llevado semillas de caucho de contrabando; había engañado al jefe de aduanas, diciendo que eran especies para los jardines de la reina de Inglaterra. Estas semillas se plantaron en Asia y los sembradíos de Asia produjeron tanto que hicieron perder importancia al caucho amazónico...”.

- ¿Por qué es importante el caucho en la historia de la humanidad?
- ¿Qué implicancias éticas y económicas tuvo la explotación del caucho en el Amazonas, tanto para las personas indígenas como para los ingleses?
- Indagan en sitios web qué aportes hicieron los científicos Thomas Hancock y Charles Goodyear en el trabajo con el caucho, y qué evidencias hay al respecto.
- Analizan la relación entre el proceso natural de la formación del caucho y su uso, y la vulcanización del caucho y su empleo.
- ¿Qué consecuencias ambientales tiene el cultivo de caucho en Asia?

Conexión interdisciplinar:  
**Geografía, Territorio y  
Desafíos Socioambientales**  
OA 3

#### Observaciones al docente:

Es importante que los estudiantes identifiquen los orígenes naturales y sintéticos de los polímeros.

Un aspecto interesante es exponer el concepto de polímero a partir de las unidades monoméricas. Se sugiere analizar el plástico como un tipo de polímero, junto con otros tipos de polímeros sintéticos: las gomas, las fibras, los recubrimientos de superficies y adhesivos instantáneos. El profesor debe explicar que las sustancias naturales muchas veces se clasifican como polímeros, pero en realidad son macromoléculas (por ejemplo, las proteínas).

El análisis del texto de extracción del caucho permite reflexionar sobre el impacto natural y económico de esta actividad, la sobreexplotación e introducción de especies en diversos lugares del planeta, y sus consecuencias. Asimismo, el estudio sobre Hancock y Goodyear permite analizar cómo se trabaja en las ciencias, donde algunos investigadores hacen ciertos aportes y otros los mejoran.

Analizan los hechos que describe la infografía y responden las preguntas.

## Infografía 1

**HISTORIA Y USOS DEL PLÁSTICO**

**1860** El primer plástico surgió como resultado de un concurso realizado en 1860 en los Estados Unidos. Debido al agotamiento de las reservas de marfil, una materia con la que se fabricaban las bolas de billar, se buscaba un sustituto. El premio lo ganó John Wesley Hyatt, quien presentó un tipo de plástico al que llamó celuloide.

**1890** El celuloide se fabricaba disolviendo celulosa, un hidrato de carbono obtenido de las plantas, en una solución de alcanfor y etanol. Con este material se empezaron a fabricar distintos objetos, como mangos de cuchillo y película cinematográfica, lo que favoreció el inicio de la industria del cine a finales del siglo XIX. El celuloide puede ser ablandado repetidamente y moldeado de nuevo mediante calor, por lo que recibe el nombre de termoplástico.

**1907** En este año, Leo Baekeland inventó la baquelita, el primer plástico termoestable (que puede ser fundido y moldeado mientras está caliente, pero que no se ablanda por el calor y no se moldea de nuevo una vez que ha fraguado). La baquelita es aislante y resistente al agua, a los ácidos y al calor moderado. Por estas características su uso se extendió rápidamente a numerosos objetos domésticos y a componentes eléctricos.



Infografía: Carolina de los Arcos  
Textos: Manuel Inusta / EL MUNDO

**Observaciones al docente:**

Con ejemplos como del concurso de “bolas de billar” y la síntesis de celuloide, los estudiantes relacionan el contexto histórico con el desarrollo científico; pueden aprovechar de debatir sobre los aportes de Parker en este hallazgo. Como precursor de la química sintética, Friedrich Wöhler aportó mucho a la historia de la síntesis de sustancias a partir de otras; eso ha permitido desarrollar todas las sustancias actualmente disponibles a partir de sustancias naturales. Los alumnos pueden valorar sus descubrimientos y también el aporte de Baekeland, quien sintetizó un polímero desde materias primas totalmente sintéticas.

- ¿Qué semejanzas y diferencias encuentran en los materiales sintetizados por Hyatt y Baekeland?
- ¿Cómo define el contexto histórico, en algunas ocasiones, las investigaciones y hallazgos científicos?

- ¿Qué relación existe entre los experimentos realizados por Wöhler alrededor de 1828 y la síntesis de estos compuestos?
- ¿De qué manera lo sintetizado por Alexander Parker en 1855 permitió a Wesley Hyatt sintetizar el celuloide?
- ¿Cuál es la importancia de Leo Baekeland en la historia de los polímeros?

#### Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Describen cómo avanzó el conocimiento de la nanotecnología y la química de polímeros con el desarrollo histórico de la ciencia.
- Evalúan las consecuencias de tales saberes, considerando los patrones y las tendencias en el impacto ético, ambiental, social, entre otros.

#### Recursos y sitios web



- Artículo sobre la historia de los polímeros:  
[www.curriculumnacional/link/http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf)
- Artículo que aclara conceptos sobre polímeros y macromoléculas:  
[www.curriculumnacional/link/http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/publicados/cristobal1.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/publicados/cristobal1.pdf)
- Artículo que incluye aspectos históricos del análisis de estructuras de macromoléculas biológicas:  
[www.curriculumnacional/link/http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2013000200009](http://www.curriculumnacional/link/http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2013000200009)
- Tesis sobre unidades didácticas relativas a la historia y el reciclaje de plásticos:  
[www.curriculumnacional/link/http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/248/TO-18859.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.curriculumnacional/link/http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/248/TO-18859.pdf?sequence=1&isAllowed=y) ;  
[www.curriculumnacional/link/http://bdigital.unal.edu.co/54489/1/41934614.2015.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/54489/1/41934614.2015.pdf)
- Artículo sobre el mundo de los polímeros:  
[www.curriculumnacional/link/http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1076](http://www.curriculumnacional/link/http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1076)

## Actividad 4. Plásticos: ¿Solución o problema?

### PROPÓSITO

Investigar sobre el reciclaje de algunos plásticos y su impacto en el planeta.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

#### OA 1

Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.

#### OA 5

Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.

#### OA c

Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

#### OA d

Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemáticas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos

### ACTITUDES

Responsabilidad por las propias acciones y decisiones con consciencia de las implicancias que ellas tienen sobre sí mismo y los otros.

### Duración

10 horas pedagógicas

### DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Leen el siguiente texto y desarrollan ideas a partir de las preguntas.

#### Reciclando el plástico

“Alberta tiene 17 años y vive en una ciudad muy particular y un poco complicada, de esas que uno no quiere ver ni en la que mucho menos se desea vivir: en ese lugar no conocen los polímeros. Imagine el teclado de su computador en madera o, peor aún, que la carcasa de su celular se fabrica en hierro”.

- ¿Qué tal si todavía los carros usaran ruedas en lugar de neumáticos de caucho? ¿Sabían que la suela del zapato, el cepillo de dientes, los lentes que mejoran su visión, la pantalla líquida de la televisión o el traje de baño que usan los campeones olímpicos de natación son elaborados a partir del mismo material? ¿Cuál es la base de ese material?
- ¿Qué importancia tienen los polímeros en la vida cotidiana?
- ¿Qué otro material podría reemplazar al plástico? Justifican su respuesta.

- Imaginan quedescubren la forma de sintetizar polímeros en aquel lugar y comienzan a producir plásticos para satisfacer las necesidades de sus habitantes. Describen el impacto de este cambio sobre la ciudad.
- Leen la siguiente frase: “En un principio se consideró la durabilidad de los plásticos como una de sus cualidades más preciadas. Este hecho no reflejó su verdadero costo, si se considera el impacto que tiene sobre el medioambiente”. Escriben un párrafo que interprete su sentido.
- Discuten sobre la forma de reciclar y el sistema de códigos que hay.
- Analizan la relación entre Gary Anderson, M.C. Escher, la banda de Moebius y la Container Corporation of American, y luego la presentan a sus pares.

Leen la siguiente infografía y responden las preguntas.

### Infografía 2

#### TIPOS DE PLÁSTICOS, Y SU CLASIFICACIÓN

		<b>PET o PETE</b> Botellas de agua y bebidas, envases de alimentos
		<b>HDPE</b> Bolsas plásticas Bolsas de yogurt Productos de limpieza
		<b>PVC o V</b> Mangueras Cables eléctricos Tubos y cañerías
		<b>LDPE</b> Algunas botellas Bolsas muy diversas Bolsas de basura Manteles
		<b>PP</b> Envases de aderezos Algunos shampoo Tapas, envases snacks
		<b>PS</b> Vajillas desechables Bandejas de comida *No plumavit
		<b>OTROS</b> Comida de perros Envases doy pack

- ¿Qué significa cada uno de los números y siglas presentes en cada tipo de plástico?
- ¿Cómo es el proceso de biodegradación del plástico? Deben considerar aspectos moleculares y estructurales en sus respuestas.
- Averiguan sobre los procesos de reciclaje de diferentes plásticos en fuentes apropiadas y describen los usos de tales productos con un ejemplo.

- Analizan si se puede reciclar plásticos termoestables y termoplásticos. Comparten los hallazgos con el curso.

**Observaciones al docente:**

Se sugiere destacar lo importante que es reciclar para disminuir los contaminantes de plástico, y que también valoren que exista un sistema de códigos para el reciclaje y la necesidad de usarlos.

Observan productos plásticos del hogar o del aula y averiguan sus códigos de reciclaje:

- Describen las características de cada producto.
- Organizan y sintetizan la información de esos plásticos en cuanto a su estructura química, sus orígenes, los efectos contaminantes en el ambiente y los usos después de ser reciclados. Pueden utilizar una tabla como la siguiente:

Tabla resumen de información

Nombre del artículo	Número del código de plástico	Nombre del polímero	Uso antes y después de ser reciclado	Orígenes del polímero	Efectos contaminantes

Comparan sus tablas y hallazgos en un plenario.

**Observaciones al docente**

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Explican el concepto de contaminante: describen sus propiedades y ciclo de vida, y establecen relaciones entre las partes de un sistema con ejemplos en actividades domésticas e industriales.
- Evalúan las consecuencias del desarrollo de la nanoquímica y la química de polímeros, considerando los patrones y tendencias en el impacto ético, ambiental y social, entre otros.

**Recursos y sitios web**

- Tesis sobre unidades didácticas relativas a la historia y el reciclaje de plásticos:  
[www.curriculumnacional/link/http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/248/TO18859.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.curriculumnacional/link/http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/248/TO18859.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
[www.curriculumnacional/link/http://bdigital.unal.edu.co/54489/1/41934614.2015.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/54489/1/41934614.2015.pdf)
- Artículo sobre el mundo de los polímeros:  
[www.curriculumnacional/link/http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1076](http://www.curriculumnacional/link/http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1076)



## Actividad de Evaluación: Rescatando aguas con ayuda de los polímeros

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	INDICADORES DE EVALUACIÓN
<p>OA 1. Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.</p> <p>OA 5. Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.</p> <p>OA c. Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.</p> <p>OA d. Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemáticas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos</p>	<p>Evalúan las consecuencias del desarrollo de la nanoquímica y la química de polímeros, considerando los patrones y tendencias en el impacto ético, ambiental y social, entre otros.</p> <p>Explican el concepto de contaminante: describen sus propiedades y ciclo de vida, y establecen relaciones entre las partes de un sistema con ejemplos en actividades domésticas e industriales.</p> <p>Discriminan la función de contaminante de especies nanoquímicas y poliméricas, modelando su acción sobre sistemas naturales, servicios ecosistémicos y actividades domésticas.</p>
<p><b>DURACIÓN</b> 6 horas pedagógicas</p>	

### DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

#### Aplicando la nanoquímica y química de polímeros

Los alumnos leen un extracto de la información publicada en octubre de 2017 en la revista Lancet y después desarrollan las preguntas propuestas:

"Consideramos que las enfermedades causadas por la contaminación han sido responsables de nueve millones de muertes prematuras en 2015. Eso equivale al 16 % del total de muertes en el mundo, según el informe que elaboró, tras dos años de trabajo, una comisión entre la revista médica británica, varios organismos internacionales, ONG y unos 40 investigadores especializados en temas de salud y medioambiente". A raíz de este informe, se ha planteado que una de las preocupaciones es purificar el aire, las aguas y los suelos del planeta.

A continuación, se presenta dos tablas con datos sobre los procesos de purificación de aguas.

Tabla 1: Purificación de agua de acuerdo a diversos métodos.

Método	Características	Eficiencia de remoción	Consecuencias
Electrodialisis	Es capaz de seleccionar componentes iónicos, a través de membranas permeables selectivas (hasta partículas de tamaño 0,0001 $\mu\text{m}$ ), utiliza un campo eléctrico constante.	40-90 %	Genera lodos
Osmosis inversa	Selecciona por radio de partículas de hasta 0,0001 mm.	25-90 %	Genera gran cantidad de lodos
Nanofiltración	Poros muy pequeños, retienen partículas de tamaño menor a 1 nm.	80-95 %	No se ha estudiado
Intercambio iónico	Se genera partículas con carga opuesta a los contaminantes, en forma selectiva por interacciones electrostáticas.	60-90 %	Poco volumen de lodos

- ¿Por qué se denomina “nanofiltración” a una de las técnicas?
- Indique las ventajas y desventajas de aplicar la nanofiltración, en comparación con las otras técnicas.

En el último tiempo se ha creado diversas técnicas para purificar las aguas contaminadas a partir de la generación de nanofibras, como lo evidencia el siguiente artículo:

Un equipo de investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) desarrolló membranas capaces de retener hasta en 98 % metales pesados presentes en el agua; estas nanofibras podrían ser una alternativa para garantizar agua purificada en escuelas, centros laborales, espacios públicos y hogares en zonas marginales.

En México, solo el 57 por ciento de las aguas residuales urbanas se somete a tratamiento, mientras que las no tratadas se vierten “crudas” en los cuerpos de agua o se reutilizan para riego, según la “Agenda Ambiental 2018, Diagnóstico y Propuestas” presentada por la UNAM.

Y aunque la decantación de sedimentos (reposo del agua) y la cloración en tanques de almacenamiento son los métodos más frecuentes para sanear el líquido, no contemplan la eliminación de metales pesados (arsénico, mercurio, plomo, cromo o cadmio) u otros compuestos nocivos.

Ante esta situación, el Grupo de Ciencia de Materiales del ICF (Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM) desarrolla un proyecto de investigación –liderado por Lorenzo Martínez y coordinado por Iván Camps– en el que decidieron crear unas membranas electrohiladas que contienen nanopartículas activas de hierro (Fe) y níquel (Ni).

Camps explicó el proceso de creación: “Como si fueran hilos finos que se jalan de un carrete, los nanohilos son arrastrados desde la aguja de una jeringa que contiene la

suspensión polimérica, hacia una placa colectora en donde se acumula y finalmente se forma la membrana electrohilada compuesta de nanofibras”.

La formación de estos nanohilos es inducida por un campo eléctrico con un potencial de alto voltaje: 30 mil voltios (para poner en perspectiva, los electrodomésticos requieren de 120 V). Al cabo de un par de horas, formará una membrana de 10 centímetros cúbicos.

Para que la membrana retenga los metales pesados, los investigadores sintetizaron nanopartículas cerivalentes de hierro y níquel (característica que las hace extremadamente activas con otros metales) que se agregan a la solución polimérica antes del electrohilado.

Los científicos hicieron pruebas de laboratorio y observaron que, suspendida en la superficie o sumergida en el agua contaminada, la nanofibra retiene altos niveles de cromo (100 partes por millón) en un primer ciclo. “En el laboratorio podemos controlar y cuantificar correctamente el contenido del contaminante, y determinar con exactitud cuánto metal eliminamos”.

Iván Camps subrayó que esta nanotecnología, creada en el ICF, es una alternativa para la sanidad del agua en escuelas, centros de trabajo, espacios públicos y hogares: “Cumple con todos los lineamientos de la química sostenible o 'química verde', que establece que la metodología para fabricar nanopartículas y nanofibras no genere subproductos difíciles de desechar o que puedan ser nocivos para el medioambiente”.

En la fase final del proyecto, los expertos pretenden lograr un método simple que permita lavar y reusar las nanofibras, para maximizar su funcionalidad a mediano y largo plazo.

A partir de la información que leyeron, los jóvenes:

- Responden de qué manera la nanotecnología y la química de polímeros está presente en el desarrollo de esta tecnología.
- Construyen un esquema que describa el origen de los contaminantes involucrados en el proceso señalado. Consideran contaminantes primarios y secundarios. Además, incluyen las vías de exposición de estos contaminantes para los seres vivos.
- Reflexionan sobre cómo el aplicar estas tecnologías mejorará las condiciones de sanidad ambiental.
- ¿Qué implicancias éticas y sociales presenta esta solución científico-tecnológica?
- ¿Qué significado tendrá la afirmación “cumple con todos los lineamientos de la química sostenible o 'química verde', que establece que la metodología para fabricar nanopartículas y nanofibras no genere subproductos difíciles de desechar o que puedan ser nocivos para el medioambiente”?

### Comunicando argumentos sobre nanoquímica y química de polímeros

Los alumnos escriben una columna de opinión según las evidencias incluidas en el texto que leyeron recién sobre nanoquímica y química de polímeros en nanofibras; también pueden investigar respecto de las nanofibras. El artículo debe responder las preguntas que siguen.

**Observaciones al docente:**

Se sugiere recomendarles lo siguiente para su columna de opinión:

- Que su extensión sea breve (alrededor de 800 palabras).
- Que represente la opinión del autor.
- Que tenga un título atractivo y original.
- Que promueva la reflexión del lector.
- Debe contener:
  - Un fragmento introductorio de carácter explicativo-expositivo para que el lector sepa de qué trata.
  - La tesis y la argumentación, que es la parte más fuerte del texto, pues ahí el autor manifiesta su opinión y argumenta por qué sostiene su punto de vista.
  - Un cierre o una conclusión.

Fuente: [www.curriculumnacional/link/https://www.caracteristicas.co/articulo-de-opinion/#ixzz5pufUbww5](http://www.curriculumnacional/link/https://www.caracteristicas.co/articulo-de-opinion/#ixzz5pufUbww5)

- a) ¿Cómo han contribuido las nanofibras a mejorar los servicios ecosistémicos?
- b) ¿Cuál ha sido el desarrollo de este tipo de tejidos a lo largo de la historia hasta llegar a las nanofibras?
- c) ¿Cuáles son los efectos de aplicaciones tecnológicas en nanoquímica y química de polímeros en el ambiente y la sociedad?
- d) Deben incluir el origen de posibles contaminantes involucrados en procesos donde se aplique la nanotecnología y la química de polímeros, y considerar contaminantes primarios y secundarios. Además, tienen que señalar cómo se exponen los seres vivos a esos contaminantes.