

## *Ideas para el aula*

### **ENSEÑANDO QUÍMICA CON SIGNIFICADO EN SECUNDARIA A PARTIR DE PINTURAS Y DISOLVENTES**

Isabel Aurora Velazquez<sup>1</sup> y María Gabriela Lorenzo<sup>2</sup>

*1-Universidad Nacional de Río Negro. Área de Química. Sede Andina El Bolsón. Argentina. 2-Universidad de Buenos Aires-CONICET*

E-mail: [ivelazquez@unrn.edu.ar](mailto:ivelazquez@unrn.edu.ar)

**Resumen.** En este trabajo se presentan una serie de siete actividades especialmente diseñadas, que han sido utilizadas para enseñar diferentes aspectos de la química en clases de secundaria, desde un enfoque CTS. La problemática abordada ha sido el tema de las pinturas dado que desde el punto de vista disciplinar, permite un abordaje amplio de los diversos contenidos de la asignatura. La propuesta incluye además actividades de producción de pinturas no convencionales de características más amigables con el ambiente y por tanto una aplicación concreta de los conocimientos construidos por los estudiantes.

**Palabras clave:** secuencia didáctica; vida cotidiana; compuestos orgánicos; toxicidad.

#### **High School Chemistry Teaching. Giving sense from Paints and Solvents**

**Abstract:** A set of seven activities specially designed to Chemistry teaching is presented here. These activities were thought by STS model at High School. "Paints & Solvents" was the chosen topic because its huge possibilities of subject-matter contents to be studied with it. The proposal also includes activities to produce unconventional paints sustainable with the environment. In this way, students were able to put their learning into practice

**Key Words:** didactic sequence; daily life; organic compounds; toxicity.

#### **LOS FUNDAMENTOS DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

La humanidad, desde sus orígenes, ha utilizado pigmentos y colorantes para dejar sus huellas (Ibañez, 2013). Desde los productos naturales utilizados inicialmente, se han ido desarrollando nuevos materiales para cubrir la gran demanda de pinturas que se utilizan con muchos y diversos usos: artísticos, de protección, de identificación, cosméticos, entre otros. Su uso ha ido ocasionado diversos impactos sobre la salud humana (como el saturnismo por contaminación con plomo) y sobre el ambiente.

En los últimos años, las problemáticas ambientales se han convertido en una de las mayores preocupaciones en el mundo. Consecuentemente, se han establecido un conjunto de medidas a nivel público y privado para cuidar nuestro hábitat natural, preservándolo del deterioro y la contaminación.

En este sentido, se considera fundamental diseñar actividades que ofrezcan al alumno la oportunidad de tener un rol activo, integrando los conceptos previos, sus realidades y contextos con el fin de que logre, inicialmente interpretar los fenómenos que lo rodean. A partir de allí, con la ayuda de conceptos y modelos científicos podrán ser analizados y explicados, para finalmente lograr una significatividad social del conocimiento alcanzado.

Desde una mirada pedagógica, es frecuente escuchar la preocupación de los docentes de Química, por el "cómo enseñar", por la creatividad o la motivación que demandan sus clases, debido a la apatía que se atribuye a los alumnos que no quieren ni entienden para qué estudiar esta materia.

Considerando estas intranquilidades, podemos decir que nos encontramos frente a la necesidad de hallar soluciones prácticas que permita responder a la pregunta "y en el aula: ¿qué hacemos?".

En este trabajo se propone entonces una alternativa para colaborar con los docentes y los alumnos de modo que encuentren el significado al estudiar Química juntos, proponiendo desde la enseñanza una relación diferente con el conocimiento. Para que se produzca un aprendizaje significativo, el sujeto que aprende debe tener la motivación de hacerlo, ya que el aprendizaje necesita ser deseado e invadido de curiosidad (Hengemühle, 2005). Como dice Paulo Freire (1997, p. 30): "no hay enseñanza sin investigación e investigación sin enseñanza", por lo que el docente indaga para enseñar mientras que el educando aprende indagando.

Teniendo en cuenta la importancia de crear posibilidades para que los estudiantes puedan producir su propia construcción de conocimientos a partir de la enseñanza (Freire, 1997) se pensó en una secuencia didáctica que incluyera el trabajo de campo y el trabajo en el laboratorio con un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología, Sociedad). Éste, se lo reconoce como un movimiento surgido en los Estados Unidos que cobra importancia en la escuela secundaria desde la década del ochenta (Membiela, 1997). Más tarde, fueron incorporadas otras letras para significar ciertas problemáticas específicas como, por ejemplo, A por ambiente, I por innovación, G por género (Farré y Lorenzo, 2016).

El propósito de este trabajo es presentar dicha secuencia didáctica con el fin de orientar a los docentes de nivel secundario en la enseñanza de la química con un enfoque CTS, dado que resulta una herramienta potente para despertar el interés de sus alumnos desde el abordaje de situaciones de la vida cotidiana en donde está presente la química como es el caso de las pinturas y los disolventes.

La propuesta curricular que se presenta plantea que la escuela, en colaboración con su entorno, ofrezcan a los estudiantes la posibilidad de producir su máximo desarrollo en capacidades y dominio de competencias, para que le "permitan integrarse satisfactoriamente en su contexto logrando una sociedad democrática y equitativa" (Casanova, 2006, p. 89). En ese sentido la investigación escolar, permite la construcción progresiva del conocimiento y beneficia a los actores en otros aspectos como, por ejemplo: la responsabilidad, el espíritu crítico, el respeto por las diferentes opiniones, el autoaprendizaje, entre otras actitudes que influyen en su actuar como ser social; y que esos hábitos y formas se acerquen al hacer científico (Porlán Ariza, Rivero García y Martín del Pozo, 1997).

### LA QUÍMICA DE LAS PINTURAS Y LOS DISOLVENTES

Una pintura es un material líquido compuesto por una mezcla de disolventes, pigmentos, aglutinantes y aditivos, que cuando se aplica sobre una superficie, en una capa delgada, se adhiere transformándose en una película sólida al secar. En muchos de los componentes de las pinturas se emplean materiales que, en mayor o menor medida, son contaminantes y/o tóxicos. Por ese motivo, en varios países se desarrollaron normativas que limitan su uso, y en otros, los materiales tóxicos están prohibidos.

En la tabla 1, se presenta una clasificación de los diferentes tipos de pinturas, los solventes más empleados y los usos de cada una de ellas.

*Tabla 1: Tipos de pinturas, sus disolventes y usos (Riveros Alcedo, 2017)*

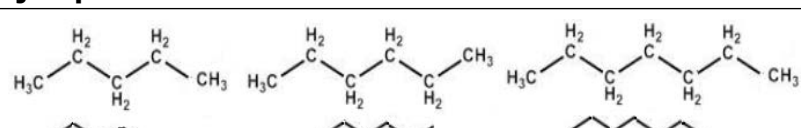
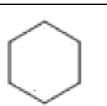
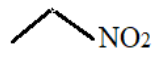
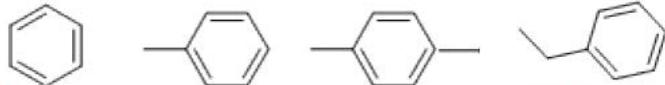
Tipo de pintura	Disolvente	Usos
Alquídicas de secado al aire	Aguarrás	1. Decoración 2. Anticorrosiva
Alquídicas de secado al horno	Tolueno, xileno, butanol y/o sus mezclas	3. Automotriz 4. Electrodomésticos
Vinílicas	Tolueno	5. Anticorrosivos
Celulósicas (lacas)	Acetato de etilo, ciclohexanona, dietilcetona, metiletilcetona y/o sus mezclas	6. Decoración de muebles 7. Automotriz
Cloro-caucho	Xileno, tolueno y/o sus mezclas	8. Pinturas ignífugas 9. Revestimiento antiácido, anti herrumbre
Poliuretano	Cetonas, acetato de etilenglicol, acetato de butilo y/o sus mezclas	10. Pinturas marinas y para hormigón 11. Protectoras de fierro y aluminio
Epóxicas	Ésteres, cetonas, alcoholes, glicoles, y/o sus mezclas	12. Pinturas marinas 13. Revestimiento de estanques

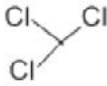
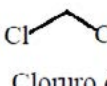
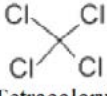
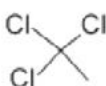

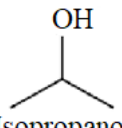
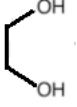

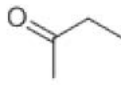
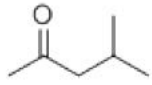
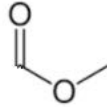
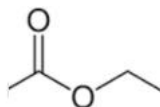
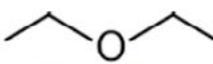
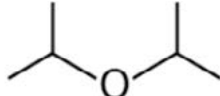


En las pinturas convencionales el principal peligro reside en la inclusión de los metales pesados (plomo, cadmio, mercurio, etc.) y de los compuestos orgánicos volátiles (COV) (tabla 2) que se evaporan a temperatura ambiente. Según la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos, U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA), se define COV "como cualquier compuesto de carbono, excluyendo monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido carbónico, carburos metálicos o carbonatos, y carbonato de amonio, que participan en reacciones fotoquímicas atmosféricas" (Riveros Alcedo, 2017).

Por su alta volatilidad, a temperatura ambiente se encuentran mayormente como gases y resultan altamente inflamables. En determinadas proporciones con respecto al oxígeno del aire pueden combustionar espontáneamente y producir incendios con las consiguientes posibles pérdidas humanas y materiales.

Sustancias como el xileno, el tolueno, los epóxidos, las acetonas, los fenoles y el formaldehído, son COV que se encuentran como componentes de muchas pinturas y, por tanto, suelen ser emitidos como gases, tanto mientras se están aplicando, como posteriormente durante el secado pudiendo perdurar durante semanas incluso meses, con las posibles consecuencias adversas para la salud y al ambiente. Los COV también son liberados al aire por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural y por disolventes, pinturas, pegamentos y otros productos empleados y almacenados en los hogares y centros de trabajo.

Tabla 2: Principales grupos de COV, según su estructura química (Mercado, 1997)

Grupo de COV	Ejemplos
Hydrocarburos alifáticos	 Pentano                      Hexano                      Heptano
Hydrocarburos alicíclicos	 Ciclohexano
Hydrocarburos nitrogenados	 Nitroetano
Hydrocarburos aromáticos	 Benceno    Tolueno                      Xileno                      Etilbenceno

Hidrocarburos clorados	 Metil cloroformo	 Cloruro de metileno	 Tetracoloruro de carbono	 Tricloroetano	
Alcoholes	 Metanol	 Isopropanol			
Glicoles	 Etilenglicol				
Cetonas	 Acetona	 Metil etil cetona	 Metil isobutil cetona		
Ésteres	 Formiato de metilo	 Acetato de etilo			
Éteres	 Éter etílico	 Éter isopropílico			
Aldehídos	 Formaldehido	 Acetaldehído			

Esta emisión de COV a la atmósfera contribuye a la degradación de la capa de ozono atmosférico y, con el NO<sub>2</sub>, en presencia de luz solar, actúan como precursores de la formación de ozono troposférico o ambiental.

COV + NO<sub>2</sub> + luz solar → ozono troposférico (O<sub>3</sub>)

El ozono liberado puede causar efectos nocivos en la salud humana y en el ambiente. Particularmente, las especies vegetales y los cultivos son más sensibles a este contaminante que los seres humanos, dado que interfiere en la actividad fotosintética, en el crecimiento y en el metabolismo general, y también, aumenta la sensibilidad de los árboles a las heladas, al calor y a la sequía (Sbarato y Sbarato, 2010).

Los daños directos de los COV en la salud humana pueden ser por contacto o por inhalación, afectando al sistema nervioso central generando problemas neurológicos, como pérdida de memoria, dolores de cabeza y cansancio. Si la exposición es a largo plazo también produce daño renal, hepático y respiratorio (Puente y Romaroson, 2006, Mercado 1997).

Otro aspecto importante para señalar es que muchos de esos compuestos tardan años en degradarse y quedan expuestos al aire, agua y suelo, que a través del tiempo pueden traer consecuencias irremediables para el ambiente. Por ello, la elaboración de pinturas ecológicas a base de productos de origen natural puede llegar a ser la solución a este problema.

En las reglamentaciones y normativas nacionales argentinas, a diferencia de las internacionales, no existe prohibición o limitación en la concentración y en el empleo de determinados productos (metales pesados, solventes aromáticos y algunas resinas) para la fabricación de pinturas. El ciudadano, entonces, utiliza estos productos nocivos, debido a la falta de indicaciones en las etiquetas de los envases, por parte de los fabricantes respecto de los materiales que componen dicha pintura, los cuidados que deben tener en su aplicación y el procedimiento para tratar los residuos, entre otros (Abuin, Niño Gómez y Vorobey, 2002).

En la actualidad se distinguen pinturas en función de su composición, estado físico y condiciones de aplicación. Muchos de sus componentes provocan un potencial impacto ambiental durante su elaboración y también durante su uso. Se debe tener en cuenta que son derivados de recursos naturales no renovables, y que muchos de ellos, son tóxicos para la salud humana. El proceso de fabricación también origina residuos que pueden ocasionar polución del aire y del agua (Abuin y col., 2002).

En contraposición a las pinturas industriales, en los últimos años han surgido las llamadas pinturas no convencionales o ecológicas que utilizan otros aglutinantes no tóxicos como las resinas, aceites, almidones y ceras de origen vegetal.

## **DESCRIPCION DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA**

En este apartado describiremos los objetivos y las diferentes actividades que componen la secuencia didáctica, con el fin de colaborar con la enseñanza de la química. La propuesta ha sido pensada para el nivel secundario, pero dada su amplitud y flexibilidad podrá ser adaptada por los docentes a su propio grupo y nivel de estudiantes.

En la tabla 3 se presentan los saberes que pueden ser trabajados con esta propuesta, según los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP), incluidos en los nuevos diseños curriculares de la Nueva Escuela Secundaria, para la asignatura Química Ambiental de 4to año del Ciclo Orientado de Ciencias Naturales.

Tabla 3: Unidades curriculares conectadas

Saberes disciplinares	
A recuperar	A construir
<p>El análisis de algunas consecuencias ambientales de la solubilidad de las sustancias en distintos medios para el reconocimiento y la argumentación de estrategias de cuidado ambiental.</p> <p>La elaboración e interpretación de representaciones gráficas de la relación entre variables (volumen, solubilidad, temperatura, concentración, presión) para reconocer y explicar el comportamiento de un sistema.</p> <p>La aplicación del modelo teórico utilizado para explicar aspectos de la discontinuidad de la materia, los fenómenos de la superficie de los líquidos, los cambios de estado, como así también fenómenos de disolución.</p>	<p>El reconocimiento de las propiedades y estructura de los compuestos orgánicos de importancia para la explicación de procesos y fenómenos que se vinculan con la vida y el ambiente, implicando las características del átomo de carbono que origina gran cantidad de compuestos de diverso comportamiento químico, relacionando sus propiedades químicas y su estructura.</p>

La secuencia didáctica que se propone consta de tres etapas. La etapa I propone la recuperación de los conocimientos de los alumnos que les permita la contextualización y además actuar como inclusores y referentes de la nueva información y en simultáneo, despertar el interés sobre la temática. La etapa II, es aquella en donde se introduce la nueva información que responde a las cuestiones curriculares. Se propone una secuenciación que va desde lo cotidiano, por ejemplo, el uso de quitaesmalte para sacar una pintura de uñas, pasando por su toxicidad en el envase y al evaporarse, para luego analizar el impacto sobre la vida de las personas y el medio ambiente.

Por último, la etapa III puede considerarse como de aplicación, transferencia y socialización de los conocimientos construidos por los estudiantes que plantea el desafío de desarrollar un producto que reemplace la pintura analizada y sea amigable con la salud y el ambiente. En total, se presentan siete actividades (tabla 4) que se comentarán con mayor detalle más adelante.

Tabla 4: Esquema general de la secuencia didáctica

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Objetivo General</b>
<b>I</b>	1. Inicio y recuperación de conocimientos previos	Introducir a los alumnos en la problemática a trabajar retomando ideas previas.
	2. Acercamiento al concepto de compuestos orgánicos	Aprender química orgánica a partir de la composición de las pinturas
<b>II</b>	3. Exploración	Evaluar la información que proporcionan los envases de las pinturas y cotejarlas con sus fichas técnicas
	4. Prueba	Identificar los solventes orgánicos presentes en las pinturas y evaluar el tiempo que tardan en evaporarse.
	5. Relevamiento del conocimiento	Evaluar el grado de conocimiento que poseen los comerciantes acerca de los productos que venden y de la población en general, que los compra.
<b>III</b>	6. Elaboración	Fabricar pinturas y disolventes amigables con el ambiente según recursos disponibles.
	7. Socialización	Concientizar sobre el uso responsable de las pinturas y disolventes.

### Actividad 1: Inicio y recuperación de conocimientos previos

Para promover una lluvia de ideas en la que todos los estudiantes puedan participar compartiendo con el gran grupo sus conocimientos, ideas o creencias, el docente plantea:

1. ¿Qué es el aire?
2. ¿Qué gases y en qué proporción componen el aire?

La función del docente durante esta actividad es de guía y coordinador. No es quien tiene la fuente del saber o el conocimiento, sino, quien propicia un espacio de diálogo, escucha y respeto por las opiniones.

Luego de registrar en la pizarra cada comentario, idea y fundamento, el docente convoca a copiar a los estudiantes en sus diarios de clase, y luego realizar una búsqueda bibliográfica, para profundizar lo que ellos creen sabido sobre el tema. Diversos recursos pueden utilizarse como fuentes de información: libros de texto, revistas, páginas de Internet y/o videos.



Una vez que estos dos conceptos han sido explicados y discutidos en clase, se plantean otros interrogantes para continuar indagando en las ideas previas de los estudiantes mientras se va co-construyendo un marco teórico para el trabajo posterior.

3. ¿Qué es la contaminación atmosférica?
4. ¿Qué tipo de contaminantes hay?
5. ¿Cuáles son las fuentes de contaminación?

El docente pide a los estudiantes que respondan en sus diarios de clase de forma individual primero y luego lo discutan en pequeños grupos de tres o cuatro integrantes. A continuación, les propone elegir un vocero de grupo para que comparta con el resto las conclusiones extraídas, mientras las registra en la pizarra para visar si están de acuerdo.

La siguiente clase se plantea recuperar los saberes acerca de la vaporización y lo relacionen con las variables, y entre ellas la naturaleza de las sustancias disolventes que puedan estar presentes en las pinturas.

El docente formula en la pizarra una serie de interrogantes para sondear lo que recuerdan acerca de los cambios de estado, principalmente la vaporización.

1. ¿Todos los líquidos se evaporan?
2. ¿De qué depende el proceso de evaporación?
3. ¿Qué líquidos se evaporan más rápido y cuáles más lento? ¿Por qué?
4. ¿Cómo influye la presencia de otra sustancia disuelta en la evaporación de un líquido?

Para esta actividad, al igual que en la anterior, el docente propone que formen pequeños grupos de hasta cuatro o cinco estudiantes para que respondan que respondan a las preguntas por escrito en sus diarios de clase. Luego de unos minutos, cada grupo elige un vocero quien deberá exponer oralmente sus apreciaciones. Mientras tanto, el docente registra en la pizarra los comentarios de cada grupo.

Una vez que todos los grupos completaron su exposición, el docente promueve una discusión en plenario, donde se analizan las respuestas y se señalan los aspectos positivos y aquellos que deben ser revisados o corregidos para evitar confusiones más adelante. Una vez acordados estos conceptos claves, se propone a los estudiantes el siguiente paso. En él, se les pide que, nuevamente en pequeños grupos como venían trabajando, armen un diseño experimental según recursos disponibles en la escuela o en sus domicilios, para demostrar el proceso.

A continuación, y con la supervisión del docente, los estudiantes deben llevar a la práctica el diseño propuesto, registrando mediciones de volu-

men en forma periódica en intervalos de tiempo a elección. Estos datos serán utilizados posteriormente para elaborar tablas y gráficos, que serán analizados y permitirán la elaboración de conclusiones, para generar nuevas preguntas que permitan continuar profundizando el tema.

El docente guía a los estudiantes de modo que queden claramente expuestos los conceptos sobre el tema y en particular, que la velocidad de evaporación de los líquidos depende de la naturaleza de las sustancias, de la temperatura, de la superficie de contacto con el aire y del movimiento del aire, entre otras causas.

Para la evaluación de esta primera etapa se sugiere utilizar instrumentos como los siguientes:

1. Rúbrica para evaluar el diario de clase
2. Lista de cotejo para evaluar el experimento de laboratorio
3. Lista de cotejo para co-evaluar el trabajo en grupo

### *Actividad 2: Acercamiento al concepto de compuestos orgánicos*

El docente propone a sus estudiantes responder, primero en forma individual en sus diarios de clase, y más tarde en pequeños grupos, las siguientes preguntas disparadoras:

1. ¿A qué se llama pintura?
2. ¿Qué componentes tiene?
3. ¿Qué función cumplen dichos componentes?
4. ¿Qué tipo de pinturas conocen?
5. ¿A qué sustancias se atribuye su olor?
6. ¿Cuánto tiempo tardan en secarse y en perder el olor?
7. ¿Son tóxicas para la salud del ser humano?
8. ¿Afectan al medio ambiente? ¿Cómo?

Luego de unos minutos, los estudiantes de cada grupo eligen un nuevo vocero para compartir con el resto de la clase y sacar una definición acerca de las pinturas y sus propiedades. El docente plasma en la pizarra todas las definiciones que surgen de los grupos y orienta a unificar criterios.

Se les propone que formen un grupo por cada tipo de pintura de acuerdo con el número total de alumnos por curso para ser designados como representantes de ese tipo de pintura, cuyo nombre será exhibido en su mesa, entre los más populares de uso en la región, como figura en la Tabla 1. Cada grupo deberá investigar, con los recursos que tengan

disponible (libros de texto, revistas, páginas de Internet, videos), acerca de los disolventes que componen esos productos y el uso que poseen en la vida cotidiana. Se les proporciona un tiempo para contestarlas en clase para luego continuar con la siguiente tarea.

En el próximo encuentro, cada grupo comparte en plenario con el resto de sus compañeros la información que encontraron sobre cada producto mientras se completa un cuadro comparativo en la pizarra con la orientación del docente.

A continuación, el docente pregunta a los estudiantes acerca los llamados compuestos orgánicos volátiles o COV, y sus definiciones las registra en la pizarra.

Seguidamente, el docente entrega una ficha con el nombre de los diferentes grupos de COV (Tabla 2), a los estudiantes para realizar un trabajo individual o en parejas donde se les solicita que representen dichos compuestos orgánicos, haciendo uso de modelos moleculares. Para ello el docente aporta los elementos necesarios para el armado de los modelos como, por ejemplo: plastilina de cuatro colores diferentes para armar esferas, o bien, pelotitas de telgopor y palillos. Se trabaja sobre los conceptos de *modelo* y de *representación* de modo que las esferas o pelotitas simbolizan los elementos C, H, O y N y los palillos, los enlaces covalentes.

Al finalizar, se realiza una muestra en plenario de los diferentes modelos construidos y se debate sobre las estructuras de los compuestos fundamentando sus diseños. Se les solicita entonces hacer intercambios para buscar similitudes y diferencias, como por ejemplo los átomos que los constituyen, la forma en que se unen y la disposición que adoptan. Se completa la actividad con el dibujo de los modelos en sus diarios de clase de modo de que puedan aproximarse al modo de representación bidimensional desde un modelo 3D. Como una estrategia para incentivar a los estudiantes y aportar valor a su trabajo, responsabilidad y creatividad, sus diseños y dibujos quedan expuestos sobre una mesa y de este modo permanecen accesibles como recursos para las próximas actividades.

### *Actividad 3: Exploración*

Esta actividad propone el análisis exploratorio de las etiquetas y envases de materiales aportados por los propios estudiantes. Para ello, en una clase anterior el docente les solicita que aporten desde sus casas, los envases con restos de pinturas de diferentes tipos, para pared, madera, anti óxidos, etc., y algún otro producto que se use para diluir dichas pinturas o limpiar los pinceles. En este caso también se propone un trabajo en pequeños grupos.

El docente guía la lectura de las etiquetas señalando los aspectos importantes como por ejemplo los pictogramas de peligro (Fig. 1). Los estudiantes deberán transcribir los pictogramas presentes en sus etiquetas en sus diarios de clase y luego se discuten en un plenario final.



Figura 1: Etiquetas y pictogramas que aparecen en los envases de las pinturas y disolventes convencionales y su significado

Otros aspectos a ser registrados son: la composición, indicaciones de uso, almacenamiento, inflamabilidad, gestión de residuos, o alguna precaución a tener en cuenta. A partir de estos datos, los estudiantes deberán realizar una búsqueda de información, a modo de pequeña investigación, sobre los efectos de cada componente, sobre la salud humana y el ambiente. La información recabada es posteriormente sintetizada por un cuadro comparativo elaborado de manera colaborativa por el docente junto con sus alumnos.

Es importante señalar que para la realización de estas actividades se recurre permanentemente al uso de la computadora y otros recursos digitales para la búsqueda de información, elaboración de resúmenes y cuadros, entre otras muchas actividades posibles. Integrando de este modo, la tecnología al espacio del aula.

A modo de cierre se les plantea un nuevo interrogante que deberán responder como tarea domiciliaria que será retomada al inicio de la siguiente clase: ¿Qué información ocultan los envases de pinturas y disolventes?

En este caso, los estudiantes deberán reutilizar las destrezas y habilidades adquiridas en el punto anterior a una nueva situación problema.

#### Actividad 4: Pruebas

La actividad propone un trabajo empírico para que los estudiantes efectúen pruebas que relacionen la velocidad de evaporación de los componentes de las pinturas con su estructura, así como también comprendan su toxicidad en el tiempo de exposición.

Se recomienda utilizar las pinturas y los disolventes acercados por los estudiantes en la actividad anterior, junto a pinceles que podría también solicitarse o ser facilitados por la escuela.

En un ambiente bien ventilado, los estudiantes en grupos de dos, deberán extender una o más muestras de pintura y/o disolventes, con la ayuda de un pincel, sobre hojas de cuaderno blancas. Con la ayuda de un cronómetro se registra el tiempo de secado, que deberá luego incluirse en el diario de clase. Se recomienda, repetir las pruebas de una misma muestra, en un espacio cerrado (por ejemplo, una caja) y otra, en un ambiente abierto, para poder realizar estudios comparativos. En este punto, deben extremarse las precauciones teniendo en cuenta que la evaporación puede llevar desde unos pocos minutos hasta horas. Del mismo modo deben realizarse los controles para minimizar la exposición de los estudiantes a los solventes orgánicos respetando los protocolos de seguridad (investigados precedentemente).

Asimismo, les solicita, tratar de identificar los disolventes que se utilizan para diluir pinturas, limpiar las superficies salpicadas y los pinceles luego de ser utilizados.

Con todos estos datos efectuar comparaciones, relaciones y conclusiones, en forma oral, respecto al peligro que conlleva usar este tipo de productos sin condiciones de bioseguridad y cuidado por el medio ambiente.

Por último, los estudiantes confeccionan un cuadro comparativo en la pizarra para visualizar los datos obtenidos. La discusión en plenario de los resultados permite sacar conclusiones más notorias, según síntomas y signos que provocan.

#### *Actividad 5: Relevamiento del conocimiento del entorno social sobre el tema*

En esta actividad es importante que los estudiantes tomen conciencia de la problemática, que tiene que ver con el conocimiento que sobre las pinturas y sus constituyentes tiene la sociedad en la que está inserta la escuela.

A partir de los resultados y conclusiones obtenidas en la actividad anterior, los estudiantes elaboran una encuesta para efectuar a los comerciantes de pinturas para recabar datos acerca de los tipos de pinturas que se ofertan, convencionales o de etiqueta ecológica; así como también el grado de conocimiento de las personas que las compran según sus percepciones. Se comienza con un trabajo en pequeños grupos para finalizar en una única encuesta común a la que se arriba por consenso.

Con los datos obtenidos, los estudiantes utilizando sus netbooks, realizarán un informe con la confección de tablas y gráficos. Los resultados

podrán ser discutidos empleando una presentación en diapositivas con un proyector, lo que facilitará la elaboración de conclusiones en un trabajo en plenario.

Se señala la importancia de detectar en los comercios la presencia de pinturas ecológicas, si las hubiere y documentarlas a través de una fotografía del producto. Estas etiquetas, deberán ser procesadas de manera semejante a las realizadas anteriormente.

Para relevar los comercios de venta de pinturas y disolventes, se puede organizar una salida escolar, teniendo en cuenta las reglamentaciones jurisdiccionales para cada establecimiento.

Si bien esta actividad puede llevar más de una clase, el trabajo de campo promueve un compromiso activo de los estudiantes que los ayuda a reconocer la importancia de la temática en estudio para la formación ciudadana. Para esta segunda etapa, se sugieren los siguientes instrumentos de evaluación

1. Rúbrica para evaluar el diario de clase
2. Rúbricas para evaluar la participación y compromiso de los estudiantes frente a las tareas asignadas, como por ejemplo las estructuras de los compuestos y sus nomenclaturas; el análisis exploratorio de las etiquetas y la construcción del cuadro comparativo; las pruebas relacionadas con la velocidad de evaporación y la confección de encuestas a la población.
3. Lista de cotejo para co-evaluar el trabajo en grupo

#### *Actividad 6: Elaboración de pinturas*

Esta actividad propone que los estudiantes elaboren pinturas y disolventes relacionando cada ingrediente necesario, con la estructura molecular, funcionalidad, solubilidad y su aplicabilidad.

El docente solicita que los estudiantes consulten a sus familiares o vecinos acerca de qué utilizaban para pintar en viejas épocas, cuando no existían las pinturas convencionales, o bien, una búsqueda bibliográfica acerca de cómo fabricar pinturas y disolventes ecológicos para producirlos y ofrecer a la población como alternativa menos tóxica. Aclara además que, con los datos de los componentes relevados, investiguen su función en las pinturas, es decir, si sirven de aglutinantes, de disolventes o de impermeabilizantes, entre otros.

La siguiente clase, el docente pide a los estudiantes socializar frente a sus compañeros lo que consiguieron averiguar. Luego de las exposiciones, el docente los guía para elegir tres o cuatro formulaciones que sean factibles de elaborar, con ingredientes accesibles por la escuela o que hayan conseguido los propios estudiantes.

El docente divide al curso en cuatro equipos de trabajo numerados del uno al cuatro con funciones que pueden rotar en cada clase, según acuerdos en la instancia anterior:

Grupo 1: tiene el rol de elaborar el producto para pared o para madera según lo investigado por sus compañeros.

Grupo 2: tiene la tarea de preparar la superficie a pintar y la prueba propiamente dicha, utilizando medidas de bioseguridad tales como barbijos y guantes según ingredientes.

Grupo 3: se encarga de la evaluación de la calidad del producto antes y una vez aplicado sobre las superficies y, si observan que los resultados no fueran satisfactorios, propondrían estrategias de cambio, es decir buscar una solución.

Grupo 4: tiene la función de la parte administrativa, calcular los costos de los insumos y traslado al producto, y también se dedica al marketing proponiendo una etiqueta para cada producto fabricado.

El docente propone compartir y discutir los resultados en forma diaria y en no más de dos o tres clases.

#### *Actividad 7: Socialización*

En esta actividad se propone socializar lo investigado acerca de la composición de las pinturas convencionales a otros cursos y niveles de alumnos de la Escuela, para que conozcan esta problemática y participen en la concientización del uso responsable de las pinturas.

El docente solicita a los estudiantes confeccionar folletos informativos para la población en general, para distribuirlos en la escuela y fuera de ella y lograr la concientización y cuidados, en el uso de pinturas y disolventes convencionales, así como también la gestión de los residuos que se generen.

Sería oportuno vincular este conocimiento adquirido para promover acciones comunitarias ofreciendo una alternativa de pintura más amigable con la salud y el ambiente, en jardines de infantes o centros comunitarios de la región con participación de toda la comunidad educativa.

Para esta última etapa, se sugiere utilizar los siguientes instrumentos de evaluación:

1. Rúbricas para evaluar la participación y compromiso de los estudiantes frente a las tareas asignadas en la elaboración de pintura, comunicación y acciones comunitarias.
2. Lista de cotejo para co-evaluar el trabajo en grupo

## COMENTARIOS FINALES

Esta actividad se implementó en el Centro de Educación 48 (CEM 48), de la provincia de Río Negro, en 3er año 1ra división, durante el ciclo lectivo 2012. En ella participaron 22 estudiantes de ambos sexos y se involucró toda la comunidad educativa.

Con este proyecto los estudiantes participaron en Feria de Ciencias del añoR 2012, en las siguientes instancias: zonal, provincial y nacional. Debido a la repercusión obtenida y a nivel comunitario, a partir del año siguiente fue incorporado al Proyecto Educativo institucional de la escuela. Desde entonces se ha implementado en diferentes niveles de escolaridad secundaria.

Se efectuó una convocatoria, a través de las redes sociales, a toda la comunidad educativa para que participaran del proyecto en forma voluntaria. Se consiguió mejorar la calidad de la pintura y se fabricaron otras nuevas. Éstas se comercializaron mediante trueque, rifas y contribuciones, para conseguir los recursos necesarios para su financiamiento y realizar actividades escolares y acciones comunitarias.

Por eso, tomando en cuenta esta experiencia se alienta a los profesores de química a replicar estas actividades u otras que busquen el significado de la química, en las situaciones cotidianas, de modo de estimular a los estudiantes en el estudio de esta apasionante disciplina.

En este trabajo se plantearon diversas actividades que han sido implementadas como una secuencia en su totalidad. Sin embargo, es importante señalar que hemos intentado presentar una estructura flexible de modo que cada actividad pudiera ser considerada como una unidad para que pudiera trabajarse de manera individual. Invitamos a los colegas a replicarlas, adaptarlas, probarlas, mejorarlas, con sus propios estudiantes y a compartir sus experiencias con otros docentes de química.

## AGRADECIMIENTOS

A las autoridades del CEM 48, hoy Escuela Secundaria de Río Negro (ESRN) N° 48. A todos los alumnos, docentes, no docentes y a la comunidad en general que colaboraron con este proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abuin, G., Niño Gómez, A. y Vorobey, A. (2002). Propuesta de Mejoramiento de la Reglamentación para la Protección de la Salud del Usuario. Pinturas, lacas y barnices. *Ambiente ecológico*, 82. Recuperado de:[http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/2002/082\\_02.2002/082\\_Columnistas\\_GracielaAbuin.php3](http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/2002/082_02.2002/082_Columnistas_GracielaAbuin.php3) Consultado el 12 de mayo de 2017

Casanova, M. A. (2006). *Diseño curricular e innovación educativa*. Ma-



drid: La Muralla.

- Farré, A. y Lorenzo, M. G. (2016). La ciencia y la tecnología entre el bien y el mal. Un debate para la formación ciudadana. *Revista Internacional sobre Subjetividad, Política y Arte*, 12 (3), 35-42.
- Freire, P. (1997). *Pedagogía da Autonomía*. São Paulo: Paz e Terra.
- Henjemühle, A. (2005). Subjetividad: el desafío de integrar el sujeto en la educación. *Revista Lasallista de Investigación*, 2 (1), 65-75. Antioquia. Colombia
- Ibañez A. F. (2013). Pigmentos colorantes y tintes: una particular visión. Parte II. *Revista Educación en la Química*, 19 (2), 137-145.
- Membiela, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), 51-57.
- Mercado, F. (1997). *Contaminantes orgánicos volátiles. Introducción a la toxicología ambiental*. Metepec: ECO, 299-313. Consulta: 13 de septiembre de 2017. <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/fulltext/toxico/toxico-04a18.pdf>
- Puente, C. y Ramarosan, R. (2006). Medición y análisis de los compuestos orgánicos volátiles en la atmósfera: últimas técnicas, aplicabilidad y resultados a nivel europeo. *Revista ION*, 19 (1), 43-47. Consulta: 15 de septiembre de 2017. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=342030277009>
- Porlán Ariza, R., Rivero García, A. y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las ciencias*, 15 (2), 155-171.
- Riveros Alcedo, R. G. (2017). *Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) en la industria de pinturas y sus disolventes en Perú – Análisis de caso y estrategias de gestión ambiental y salud ocupacional* (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/8838>
- Sbarato, D. y Sbarato, V. (2009). *Contaminación del Aire*. Córdoba: Encuentro Grupo Editor.