



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE QUÍMICA**

**“PROPUESTA EXPERIMENTAL PARA LA MODALIDAD EMSAD  
(EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR A DISTANCIA) DEL COLEGIO DE  
BACHILLERES CON UN ENFOQUE DE SUSTENTABILIDAD Y  
QUÍMICA VERDE”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA**

**PRESENTA**

**JUDITH BERENICE SÁNCHEZ CORRALES**



**MÉXICO, D.F.**

**2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** Profesor: PILAR MONTAGUT BOSQUE

**VOCAL:** Profesor: ELIZABETH NIETO CALLEJA

**SECRETARIO:** Profesor: MERCEDES GUADALUPE LLANO LOMAS

**1er. SUPLENTE:** Profesor: LUIS MIGUEL TREJO CANDELAS

**2° SUPLENTE:** Profesor: MARGARITA MENA ZEPEDA

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INORGÁNICA Y NUCLEAR**

**ASESOR DEL TEMA:** \_\_\_\_\_

**Q. MERCEDES GUADALUPE LLANO LOMAS**

**SUSTENTANTE:** \_\_\_\_\_

**JUDITH BERENICE SÁNCHEZ CORRALES**

## Dedicatorias y Agradecimientos



## Índice General

---

Dedicatorias y Agradecimientos.....	3
Índice General .....	5
Índice de Tablas.....	7
Índice de Figuras .....	8
Acrónimos y abreviaturas .....	9
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO 2: OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo General .....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
CAPÍTULO 3: EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR A DISTANCIA (EMSAD).....	13
3.1 La Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) en México.....	13
3.1.1 Marco Curricular Común con base en competencias .....	14
3.1.2 Definición y regulación de las modalidades de oferta .....	15
3.1.3 Mecanismos de Gestión .....	16
3.1.4 Certificación del Sistema Nacional de Bachillerato .....	17
3.2. Bachillerato General.....	17
3.3. Colegio de Bachilleres .....	18
3.4 Educación Media Superior a Distancia (EMSAD).....	18
3.5 Asignatura Química I en la modalidad EMSAD.....	20
CAPÍTULO 4. SUSTENTABILIDAD Y QUÍMICA VERDE .....	26
4.1 Desarrollo Sustentable .....	26
4.2 Química Verde y sus Doce Principios .....	29
4.3 Certamen Presidencial sobre Química Verde .....	32
CAPÍTULO 5: HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS PARA QUÍMICA VERDE .....	36
5.1 Acercamiento Verde.....	36
5.2 Hojas de Datos Seguridad (HDS) .....	40
5.3 Rombo de Seguridad .....	41
5.4 Otros pictogramas de riesgo .....	41
5.5 Microescala .....	43
5.6 Manejo de residuos.....	47
5.6.1 Tratamiento de residuos .....	47
5.6.2 Minimización de residuos .....	49

5.7 Principio de las 3R's.....	50
5.8 Seguridad en el laboratorio.....	51
CAPÍTULO 6: METODOLOGÍA .....	52
CAPÍTULO 7: PROPUESTA DE TRABAJO PARA LA MODALIDAD EMSAD. ....	54
7.1 Módulo 1: ¿Química? ¿Para qué? .....	55
7.1.1 “Accidentes Químicos en México” .....	56
7.1.2 “La Química, mi mundo” .....	56
7.1.3 “Revoluciona la química verde la industria manufacturera mundial” .....	57
7.1.4 “Normas básicas de Higiene y Seguridad en el laboratorio” .....	57
7.1.5 “Conociéndonos todos nos tratamos mejor” .....	57
7.1.6 “Apoyo para la elaboración de Carteles” .....	57
7.2 Módulo 2: Reacción química, reacciones de óxido reducción, reacciones ácido base, reacciones... ¿Y para qué?.....	74
7.2.1 Parte 1. Actividad previa .....	76
7.2.2 Parte 2. Diferentes tipos de reacciones químicas .....	78
7.2.2 Preparación de Reactivos .....	95
7.3 Módulo 3: ¿Qué tanto se forma y qué tan rápido? .....	105
Módulo 3: ¿Qué tanto se forma y qué tan rápido? .....	108
7.3.1. Rapidez de reacción .....	108
7.3.2 Preparación de Reactivos .....	118
7.4 Integración de las Herramientas de Análisis de QV: Diagrama Verde .....	120
7.5 Lecturas .....	128
Referencias utilizadas para la elaboración de la Propuesta.....	130
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.....	133
Referencias bibliográficas .....	135
Referencias electrónicas .....	138
Anexos.....	142
Anexo 1. Figuras a color .....	142
Anexo 2. Rombos de Seguridad de los reactivos utilizados .....	148
Anexo 3. Imágenes del material utilizado .....	151
Anexo 4. Alternativas para el material de laboratorio.....	154
Anexo 5. Diagrama Verde .....	155

## Índice de Tablas

---

Tabla 1. Competencias para el Sistema Nacional de Bachillerato (DOF, 26/09/2008)..	15
Tabla 2. Programas del Bachillerato General (DGB, 2013).....	17
Tabla 3. Propósitos de la Educación Media Superior a Distancia (COLBACHQROO, 2013).....	21
Tabla 4. Los doce principios de la Química Verde (Anastas y Warner, 1998, p. 30.).....	31
Tabla 5. Selección de ejemplos de Ganadores del Certamen Presidencia sobre Química Verde. ....	34
Tabla 6. Principios de la Química Verde que cumple la Microescala.....	44
Tabla 7. Ventajas retos e inconvenientes de la Microescala. ....	45
Tabla 8. Desecho de residuos químicos (COLBACH, 2011) y (García, 2004). ....	48
Tabla 9. Ejemplo de Principios de Química Verde relacionados y su calificación, para la reacción entre el hidróxido de sodio (NaOH) y el ácido clorhídrico (HCl). ....	124

## Índice de Figuras

---

Figura 1. Estructura administrativa de un Centro EMSAD. (EMSAD, 2013) .....	19
Figura 2. Mapa Curricular del Bachillerato General con un enfoque Basado en el Desarrollo de Competencias. (EMSAD, 2013) .....	22
Figura 3. Ubicación de la materia Química I (*) y su relación con otras asignaturas en el Plan de Estudios (SEMS, 2013). .....	23
Figura 4. Rol docente en la asignatura Química I dentro del MCC. ....	24
Figura 5. Bloques de Aprendizaje de la Asignatura Química I (SEMS, 2013). ....	24
Figura 6. Cambios que han tenido lugar en la filosofía industrial del desarrollo de procesos (Doble y Kumar, 2007). ....	32
Figura 7. Áreas de enfoque del Certamen Presidencial sobre Química Verde. ....	33
Figura 8. Guía de análisis para los casos ganadores del Ganadores del Certamen Presidencial sobre Química Verde.....	34
Figura 9. Escala de Análisis y Evaluación (Miranda et al., 2011). ....	37
Figura 10. Reacción de oxidación del ácido ascórbico (Dosal, M.A. y Llano, M., 2011). ....	38
Figura 11. Diagrama de flujo de la experiencia práctica: Determinación indirecta de ácido ascórbico (Dosal, M.A. y Llano, M., 2011). ....	39
Figura 12. Evaluación de la experiencia práctica: Determinación indirecta de ácido ascórbico.....	39
Figura 13. Ejemplo de Rombo de Seguridad (STPS, 2000). ....	41
Figura 14. Ejemplo de Panel de Seguridad (Haddad et al., OPS).....	42
Figura 15. Ejemplos de Rótulo de Riesgo. ....	42
Figura 16. Ejemplo de pictogramas y clases de peligro, GHS (Haddad et al., OPS). ....	43
Figura 17. Ejemplos de pictogramas de transporte, GHS (Haddad et al., OPS). ....	43
Figura 18. Evolución de los requerimientos de reactivos en el laboratorio (Mainero, 1997).....	46
Figura 19. Diagrama Verde antes del uso del Formato.....	126
Figura 20. Diagrama Verde propuesto después de haber usado el Formato .....	126
Figura 21. Diagrama Verde haciendo uso del Formato propuesto. ....	127

## Acrónimos y abreviaturas

<b>ACS</b>	American Chemical Society
<b>COLBACH</b>	Colegio de Bachilleres
<b>DGB</b>	Dirección General de Bachillerato
<b>DOF</b>	Diario Oficial de la Federación
<b>EMS</b>	Educación Media Superior
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency
<b>EUA</b>	Estados Unidos de América
<b>EMSAD</b>	Educación Media Superior a Distancia
<b>GHS</b>	Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos
<b>HDS o MSDS</b>	Hojas de Datos Seguridad o Material Safety Data Sheet
<b>LGE</b>	Ley General de Educación
<b>MCC</b>	Marco Curricular Común
<b>mg/mL</b>	Masa de soluto (en miligramos) presente en 1mL de disolución
<b>mL</b>	Mililitro
<b>molL<sup>-1</sup></b>	Concentración de cantidad de sustancia (moles de soluto por cada litro de disolución)
<b>NFPA</b>	National Fire Protection Association
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>pH</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>QV</b>	Química Verde
<b>RIEMS</b>	Reforma Integral de la Educación Media Superior
<b>SEP</b>	Secretaría de Educación Pública
<b>STPS</b>	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
<b>SNB</b>	Sistema Nacional de Bachillerato
<b>TIC's</b>	Tecnologías de la Información y la Comunicación
<b>UNAM</b>	Universidad Nacional Autónoma de México
<b>% m/v</b>	Gramos de soluto presentes en 100 mL de disolución

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En el artículo “El interés de los estudiantes hacia la química” (Vázquez y Manassero, 2006), se menciona que la ciencia y la química escolares son percibidas por los estudiantes como aburridas, difíciles e irrelevantes para la vida; y que los problemas ambientales han ocasionado que la química tenga una imagen negativa ante la sociedad. Dada esta situación se considera indispensable que todos los estudiantes reconozcan la importancia de la química y la conciban como una ciencia que a lo largo del tiempo ha generado múltiples satisfactores y que además puede contribuir al conocimiento, control y minimización de muchos de los problemas ambientales. Independientemente de su futuro profesional, se debe desarrollar en todos los estudiantes una conciencia ambiental informada para que se comporten como ciudadanos con alto grado de responsabilidad al respecto.

Por otra parte, en múltiples y diferentes foros nacionales e internacionales<sup>1</sup> se ha coincidido en la imperiosa necesidad de resguardar el medio ambiente y dirigir un esfuerzo común hacia el desarrollo de una civilización sustentable. El protocolo de la Química Verde (QV) (Anastas y Warner, 1998) cumple con este objetivo, ya que la base de su filosofía de trabajo es la prevención y no sólo la remediación de los problemas ambientales, objetivo que logra al considerar la reducción y/o la eliminación del uso y generación de sustancias peligrosas, en su origen. Por tanto se considera que es una iniciativa que debe ser incorporada al ámbito educativo, escenario propicio para llegar a la sociedad y sensibilizar a los ciudadanos ante la problemática ambiental.

Esto hace ver que los conceptos de Sustentabilidad y QV deben ser considerados y analizados no sólo entre los estudiantes de las carreras universitarias de Química, sino también entre todos los estudiantes del bachillerato, ya que en la gran mayoría de los casos la Educación Media Superior (EMS), es el último encuentro curricular entre el alumno y la Química.

---

<sup>1</sup> En la página web: <http://www.serviit.edu.mx/index.php/educacionambiental> se encuentra un listado de las principales reuniones y acuerdos internacionales en materia de Medio Ambiente y Educación Ambiental.

El plan de estudios de la Dirección General de Bachillerato (DGB) de la Secretaría de Educación Pública (SEP) busca promover a la Química como parte importante de la vida cotidiana y herramienta útil para resolver problemas socioeconómicos, que contribuya al desarrollo humano científico y que permita hacer propuestas para minimizar el impacto que este desarrollo genera en el medio ambiente. Busca también fomentar en el estudiante una conciencia de cuidado y preservación de medio ambiente que lo rodea y accionar en el bachiller el manejo ético y responsable de los recursos naturales para su misma generación y como herencia para generaciones futuras (DGB, 2013).

En cursos de actualización docente de Química impartidos a profesores del Colegio de Bachilleres (COLBACH), surgió la necesidad de una propuesta experimental para su modalidad mixta, la Educación Media Superior a Distancia (EMSAD), respetando en todo momento la filosofía de la Institución y la autonomía del profesor (que en esta modalidad tiene la figura de “Asesor”), debido que en sus Centros existe una seria y variada problemática por la falta de acceso a un laboratorio convencional y la dificultad para la obtención de reactivos y materiales.

En este trabajo de tesis se hace una propuesta de actividades dirigida al Asesor de la modalidad EMSAD del Colegio de Bachilleres, que toma en cuenta todos los aspectos que se han mencionado.

## **CAPÍTULO 2: OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Elaborar una Propuesta Experimental que apoye el Programa de Estudios de la asignatura Química I del COLBACH en su modalidad de EMSAD.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Proponer estrategias que permitan difundir la filosofía de la Química Verde como la alternativa de trabajo de una Química que cumpla con los requerimientos de una Civilización Sustentable.
- ❖ Realizar una búsqueda en bibliografía básica y especializada, de actividades experimentales de Química dirigidas a la Educación Media Superior, considerando los intereses de los estudiantes y su posibilidad de ejecución en los centros EMSAD.
- ❖ Llevar a cabo pruebas de las actividades seleccionadas, con el fin de adaptar el material y los reactivos de laboratorio requeridos, para asegurar su buen funcionamiento en los Centros EMSAD.
- ❖ Diseñar un Formato para la elaboración de diagramas (que se denominarán “Diagramas Verdes”), que permitan relacionar el trabajo experimental realizado en los laboratorios de enseñanza, con los Principios de la Química Verde, las medidas de seguridad requeridas en los laboratorios de Química, los pictogramas y rombos de seguridad de los reactivos utilizados y la disposición de los residuos generados.

## **CAPÍTULO 3: EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR A DISTANCIA (EMSAD)**

### **3.1 La Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) en México**

La RIEMS fue decretada en el Acuerdo 442 del Diario Oficial de la Federación (DOF) publicado el 26 de Septiembre de 2008 y en ella se estableció el Sistema Nacional de Bachillerato (SNB). Todos los subsistemas educativos del Nivel Medio Superior de México tuvieron que rediseñar sus programas de estudio a fin de cumplir con los lineamientos establecidos en esta Reforma (DOF, 2008).

Cualquier plantel de EMS puede ser miembro del SNB si demuestra que ha concretado, a cierto nivel, los cambios previstos en la RIEMS en cuanto a planes y programas de estudio, ajustados a la educación por competencias y al desarrollo de los campos del conocimiento determinados como necesarios; contar con docentes que reúnan las competencias previstas; tener la organización de la vida escolar apropiada para el proceso de aprendizaje y para la seguridad y desarrollo de los alumnos; contar con instalaciones materiales suficientes para llevar a cabo el proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias (SEP, 2013).

La RIEMS contempla los siguientes ejes de desarrollo:

1. Construcción de un MCC con base en competencias, orientado a dotar a la EMS de una identidad clara que responda a sus necesidades presentes y futuras de los estudiantes.
2. Definición y regulación de las opciones de oferta de la EMS en el marco que contempla la Ley General de Educación (LGE), de manera que puedan ser reguladas e integradas al sistema educativo nacional y específicamente al SNB.
3. Instrumentación de los mecanismos de gestión de la Reforma necesarios para fortalecer el desempeño académico de los alumnos y para mejorar la calidad de las instituciones, de manera que se alcancen estándares mínimos y se sigan procesos compartidos. Éstos consideran la importancia de la formación docente, los instrumentos de apoyo a los estudiantes y la evaluación integral, entre otros

aspectos que no podrían perderse de vista en el proceso de construcción del SNB.

4. La Certificación complementaria del SNB, es decir, la expedición de un Certificado Nacional que avale el hecho de que distintas opciones de la EMS comparten ciertos objetivos fundamentales y participan de una identidad común.

### **3.1.1 Marco Curricular Común con base en competencias**

Dentro de la RIEMS se establece que una competencia es *la integración de habilidades, conocimientos y actitudes en un contexto específico* (DOF, 2008). Un MCC en las instituciones de EMS comprende una serie de desempeños terminales expresados como competencias genéricas y competencias disciplinares básicas.

Las competencias genéricas constituyen el perfil del egresado y se clasifican en tres grupos que tienen las siguientes características:

- Competencias Genéricas Clave: son aplicables en contextos personales, sociales, académicos y laborales amplios. Son relevantes a lo largo de la vida.
- Competencias Genéricas Transversales: son relevantes para todas las disciplinas académicas, así como para actividades extracurriculares y procesos escolares de apoyo a los estudiantes.
- Competencias Genéricas Transferibles: refuerzan la capacidad de adquirir otras competencias, ya sean genéricas o disciplinares.

Por otro lado, las competencias disciplinares básicas son los conocimientos, habilidades y actitudes, asociados con las disciplinas en las que tradicionalmente se ha organizado el saber y que todo bachiller debe adquirir. Se desarrollan en el contexto de un campo disciplinar específico y permiten un dominio más profundo de éste (DOF, 2008). En adición a las competencias genéricas y disciplinares básicas, el MCC puede contar con competencias disciplinares extendidas (de carácter propedéutico) y competencias profesionales (para el trabajo). Estas competencias no serán comunes a todos los subsistemas y modalidades de la EMS; cada uno las podrá definir según sus objetivos.

**Tabla 1. Competencias para el Sistema Nacional de Bachillerato (DOF, 26/09/2008).**

Competencias		Descripción	Ejemplos	
Genéricas		Comunes a todos los egresados de la EMS	Participa en intercambios de información basados en la correcta interpretación y emisión de mensajes mediante la utilización de distintos medios, códigos y herramientas.	Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez. <sup>2</sup>
Disciplinares	Básicas	Comunes a todos los egresados de la EMS	Realiza la conversión de notación científica a notación ordinaria y viceversa.	Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas. <sup>3</sup>
	Extendidas	Específicas de los distintos subsistemas de la EMS	Obtiene las derivadas sucesivas de una función.	Diseña prototipos o modelos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos, hechos o fenómenos relacionados con las ciencias experimentales. <sup>4</sup>
Profesionales	Básicas	Formación elemental para el trabajo	Opera equipo de oficina conforme a los manuales y requerimientos establecidos.	Explica el funcionamiento de máquinas de uso común a partir de nociones científicas. <sup>5</sup>
	Extendidas	Para el ejercicio profesional	Aplica medidas de control contable, financiero y fiscal interno de una empresa u organización, conforme a principios y normatividad establecidos.	Controla la calidad de los procesos y productos de acuerdo con estándares establecidos y requerimientos del cliente. <sup>6</sup>

### 3.1.2 Definición y regulación de las modalidades de oferta

Aprobada la reforma a la LGE, en la que se decreta el carácter obligatorio de la EMS para todos los mexicanos, es atribución de las autoridades educativas coordinar el

<sup>2</sup>DGETI.

[http://www.dgeti.sep.gob.mx/sitio2012/images/multimediaDGETI/archivosPdf/planesyprogramas/Programas653/Qumica\\_Acuerdo\\_653\\_2013.pdf](http://www.dgeti.sep.gob.mx/sitio2012/images/multimediaDGETI/archivosPdf/planesyprogramas/Programas653/Qumica_Acuerdo_653_2013.pdf)

<sup>3</sup> *ibidem*

<sup>4</sup> *ibidem*

<sup>5</sup> IPN.

[http://servicios.encb.ipn.mx/tutorias/formatos/LECTURA\\_TUTO/COMPETENCIAS%20DISCIPLINARES%20B%20C3%81SICAS%20DEL%20SN%20DE%20BACHILLERATO.pdf](http://servicios.encb.ipn.mx/tutorias/formatos/LECTURA_TUTO/COMPETENCIAS%20DISCIPLINARES%20B%20C3%81SICAS%20DEL%20SN%20DE%20BACHILLERATO.pdf)

<sup>6</sup> CONALEP. <http://conalepn.edu.mx/planes/16.pdf>

establecimiento del MCC con respeto al federalismo, la autonomía universitaria y la diversidad educativa (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2013).

El establecimiento del MCC busca construir una identidad compartida que permita al conjunto educativo abordar los diversos retos que enfrenta y avanzar en una misma dirección. Se busca que las distintas modalidades reúnan condiciones mínimas para ofertar educación de calidad. De este modo, los estudiantes de la EMS cursarán sus estudios en opciones educativas que les permitan alcanzar una serie de competencias que compartirán con el resto de todos aquellos que cursen este nivel educativo (DOF, 2008).

### **3.1.3 Mecanismos de Gestión**

Para lograr la implantación de la Reforma de manera exitosa, la creación del SNB se acompaña de los siguientes mecanismos a fin de fortalecer el desempeño académico de los alumnos y mejorar la calidad de las instituciones (DOF, 2008):

- Generar espacios de orientación educativa y atención a las necesidades de los alumnos, teniendo en cuenta las características propias de la población en edad de cursar el bachillerato.
- Formar y actualizar la planta docente de manera que pueda trabajar con base en un modelo de competencias y adoptar estrategias basadas en el aprendizaje.
- Mejorar las instalaciones y el equipamiento correspondiente, estableciendo criterios distintos para distintas modalidades.
- Personalizar la gestión de manera que el liderazgo en los distintos subsistemas y planteles alcance ciertos estándares y esté orientado a conducir de manera adecuada los procesos de la RIEMS.
- Evaluar el sistema de forma integral. Este mecanismo será indispensable para verificar que se está trabajando con base en un enfoque de competencias, que los egresados reúnen aquellas que definen el MCC y que se ha implementado el resto de los mecanismos de gestión.
- Implementar mecanismos para el tránsito entre subsistemas y escuelas. Esto será posible a partir de la adopción de definiciones y procesos administrativos compartidos.

### 3.1.4 Certificación del Sistema Nacional de Bachillerato

Los planteles de EMS que ingresan al SNB son aquellos que han acreditado un elevado nivel de calidad. Para ello se someten a una evaluación por parte del Consejo para Evaluación de la Educación del Tipo Medio Superior (COPEEMS) A.C., que es el organismo con independencia técnica creado para ese efecto. Como ya se mencionó al inicio de este Capítulo, un plantel que es miembro del SNB puede demostrar que ha concretado hasta determinado nivel los cambios previstos en la RIEMS (SEP, 2013).

### 3.2. Bachillerato General

La LGE establece que la EMS comprende el nivel bachillerato y los demás niveles equivalentes a éste, así como la educación profesional que no requiere del bachillerato o sus equivalentes (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2013); es posterior al nivel secundaria y se orienta hacia la formación integral de la población escolar compuesta, mayoritariamente, por jóvenes entre 15 y 18 años de edad, quienes reciben el servicio en instituciones federales, estatales, autónomas y privadas (DGB, 2013).

El bachillerato general está conformado por dos programas diferentes que se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Programas del Bachillerato General (DGB, 2013).**

<b>Carácter propedéutico</b>	<b>Carácter bivalente</b>
Prepara para el estudio de diferentes disciplinas científicas, tecnológicas y humanísticas y proporciona una cultura general a fin de que sus egresados se incorporen a las instituciones de educación superior o al sector productivo.	Estructura curricular integrada por un componente de formación profesional y otro de carácter propedéutico, ya que al mismo tiempo que prepara para continuar estudios superiores, proporciona una formación tecnológica orientada a la obtención de un título de técnico profesional.

El COLBACH es una de las instituciones a nivel nacional en las que se puede cursar la modalidad de carácter propedéutico.

### 3.3. Colegio de Bachilleres

El COLBACH inicia actividades académicas en febrero de 1974 surgiendo de la necesidad de ofrecer estudios de bachillerato a los egresados de educación secundaria. Fue creado por decreto presidencial el 26 de septiembre de 1973 como un organismo descentralizado del Estado, con personalidad jurídica, patrimonio propio y domicilio en la ciudad de México (Echeverría, 1973).

El objetivo general del COLBACH es egresar alumnos con una formación académica integral, de calidad, con motivación e interés por aprender, con adopción de los valores universales que les permitan una adecuada inserción en la sociedad y un buen desempeño en sus actividades académicas o laborales (Colegio de Bachilleres, 2013).

El plan de estudios de la institución contempla tres tipos de formación: básica, propedéutica y para el trabajo. En los primeros cuatro semestres se cursan las materias de formación básica y durante los dos últimos las asignaturas de formación propedéutica y del trabajo. Como resultado final los estudiantes obtienen un Certificado de Bachillerato (SEMS, 2013).

### 3.4 Educación Media Superior a Distancia (EMSAD)

La DGB es una unidad administrativa encargada de coordinar la educación que se imparte en el Bachillerato General, en los aspectos técnicos y pedagógicos (DGB, 2013). Los servicios estatales que coordina académicamente son:

#### **Modalidad escolarizada**

- 27 Colegios de Bachilleres Estatales
- 110 Preparatorias Federales
- 644 Escuelas Particulares  
Incorporadas

#### **Modalidad mixta**

- 967 Centros de EMSAD

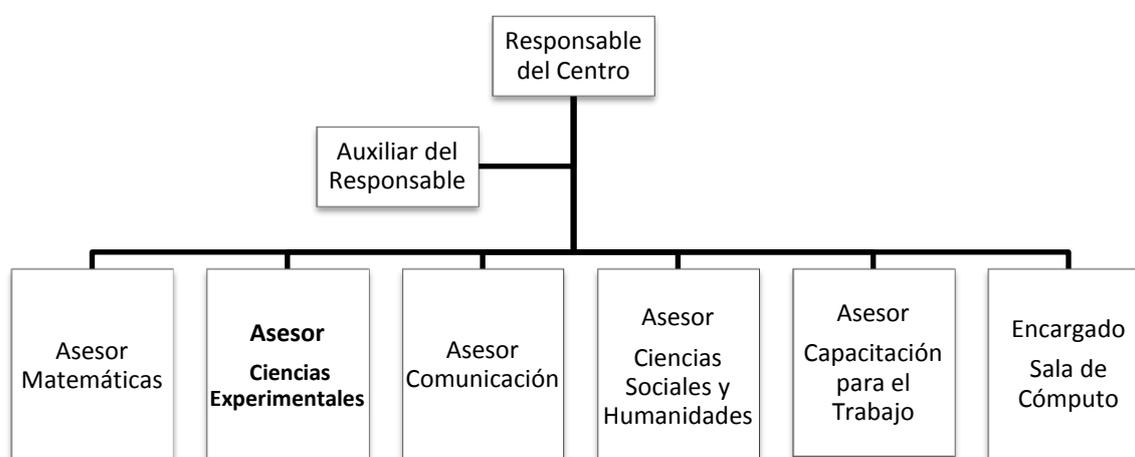
La EMSAD es una opción educativa no convencional, de calidad, que fundamenta su acción en el empleo de diversos medios (material impreso, videos, televisión, etc.) y en la asesoría grupal e individual. Su operación está a cargo de instituciones que

ofrecen el servicio de tipo medio superior, generalmente del COLBACH o del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos (SEMS, 2013).

El modelo EMSAD ha permitido ampliar la oferta educativa en los diferentes estados de la República, atendiendo específicamente las necesidades educativas de localidades apartadas, lo cual ha coadyuvado a disminuir la desigualdad en el acceso a las oportunidades de educación (Fuentes y Arroyo, 2005). El servicio se ofrece generalmente de lunes a sábado y se han ubicado instalaciones de escuelas secundarias generales, técnicas, albergues, casas ejidales, presidencias municipales, escuelas primarias y telesecundarias, entre otras. Los Centros fueron diseñados para operar en la modalidad mixta. En la práctica, son escolarizados en un 85% (SEMS, 2013).

Los docentes tienen figura de “**Asesores**” por campo de conocimiento. En la Figura 1 se presenta la estructura administrativa mínima que presenta un Centro (EMSAD, 2013).

Figura 1. Estructura administrativa de un Centro EMSAD. (EMSAD, 2013)



El objetivo general del EMSAD es: *“Ofrecer una opción educativa no convencional, de calidad, que fundamente su acción en el empleo de diversos medios (material impreso, videos, televisión, computadoras, audiocassettes, etcétera) y la asesoría grupal e individual”* (EMSAD, 2013).

El sistema EMSAD favorece la promoción del estudio independiente y el apoyo didáctico no se centra en el uso de un solo medio, sino que se hacen confluir diversos

apoyos que faciliten el proceso educativo. Este modelo educativo contiene características que lo determinan (Fuentes y Arroyo, 2005):

- Brinda orientación a los alumnos por parte de profesores que tienen la figura de Asesores por campos de conocimiento.
- Dispone de apoyos didácticos: guías de aprendizaje, programas televisivos transmitidos por la Red Satelital de Televisión Educativa (EDUSAT), recursos informáticos, etc.
- Facilita que los estudiantes desarrollen capacidades analíticas mediante el estudio independiente.
- Fomenta la aplicación de los conocimientos para resolver problemas prácticos y promover el aprendizaje continuo.
- Concibe el proceso enseñanza aprendizaje como una comunicación en ambos sentidos donde los Asesores y alumnos se retroalimentan constantemente.
- Forma y prepara a los alumnos para el trabajo.

### **3.5 Asignatura Química I en la modalidad EMSAD**

Como se ha mencionado, la modalidad en la que la EMSAD opera es mixta y utiliza el plan de estudios del Bachillerato General ajustado a la RIEMS (SEMS, 2013), es decir, el mapa curricular del Bachillerato General con enfoque educativo basado en el desarrollo de competencias el cual se presenta en la Figura 2. En la Tabla 3 se muestra los propósitos de la EMSAD publicados por el COLBACH Quintana Roo (2013), los cuales están basados en los “Cuatro Pilares de la Educación” planteados J. Delors, (2007), presidente de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI, en el informe a la UNESCO: *La Educación encierra un tesoro*.

**Tabla 3. Propósitos de la Educación Media Superior a Distancia (COLBACHQROO, 2013).**

<b>APRENDER A CONOCER</b>	<b>APRENDER A HACER</b>	<b>APRENDER A CONVIVIR</b>	<b>APRENDER A SER</b>
A través de estrategias que favorezcan la interacción del alumno con los procesos de construcción del conocimiento, sin descuidar la función esencial de la memoria.	A partir de la adquisición de competencias socialmente útiles.	A través de actividades de acción social que valoren la importancia del respeto a los demás y del trabajo en equipo.	A partir del estudio independiente que conduzca a la autonomía, a la responsabilidad y a la libertad de pensamiento.

La asignatura precedente de Química I en el Bachillerato General es Ciencias III (énfasis en Química) impartida en la Educación Secundaria; continúa con Química II en el segundo semestre. En la Figura 3 se muestra la relación de la materia Química I con otras asignaturas.

Química I se imparte durante cinco horas a la semana y tiene un valor de diez créditos dentro del Plan de Estudios; se encuentra ubicada en el primer semestre y su contenido temático se encuentra relacionado directamente con Química II, Biología, Física, Geografía, Ecología y Medio Ambiente. Química II a su vez se encuentra relacionada con Temas Selectos de Ciencias de la Salud, Biología y Química, Actividades paraescolares y Capacitaciones para el trabajo.

Figura 2. Mapa Curricular del Bachillerato General con un enfoque Basado en el Desarrollo de Competencias. (EMSAD, 2013)

PRIMER SEMESTRE			SEGUNDO SEMESTRE			TERCER SEMESTRE			CUARTO SEMESTRE			QUINTO SEMESTRE			SEXTO SEMESTRE		
ASIGNATURA	H	C	ASIGNATURA	H	C	ASIGNATURA	H	C	ASIGNATURA	H	C	ASIGNATURA	H	C	ASIGNATURA	H	C
MATEMÁTICAS I	5	10	MATEMÁTICAS II	5	10	MATEMÁTICAS III	5	10	MATEMÁTICAS IV	5	10				FILOSOFÍA	4	8
QUÍMICA I	5	10	QUÍMICA II	5	10	BIOLOGÍA I	4	8	BIOLOGÍA II	4	8	GEOGRAFÍA	3	6	ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE	3	6
ÉTICA Y VALORES I	3	6	ÉTICA Y VALORES II	3	6	FÍSICA I	5	10	FÍSICA II	5	10	HISTORIA UNIVERSAL CONTEMPORÁNEA	3	6	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	3	6
INTRODUCCIÓN A LAS CIENCIAS SOCIALES	3	6	HISTORIA DE MÉXICO I	3	6	HISTORIA DE MÉXICO II	3	6	ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA DE MÉXICO	3	6	*	3	6	*	3	6
TALLER DE LECTURA Y REDACCIÓN I	4	8	TALLER DE LECTURA Y REDACCIÓN II	4	8	LITERATURA I	3	6	LITERATURA II	3	6	*	3	6	*	3	6
LENGUA ADICIONAL AL ESPAÑOL I	3	6	LENGUA ADICIONAL AL ESPAÑOL II	3	6	LENGUA ADICIONAL AL ESPAÑOL III	3	6	LENGUA ADICIONAL AL ESPAÑOL IV	3	6	*	3	6	*	3	6
INFORMÁTICA I	3	6	INFORMÁTICA II	3	6	**	7	14	**	7	14	*	3	6	*	3	6
												**	7	14	**	7	14
	26	52		26	52												
							30	60		30	60						
													25	50		29	58

H: HORAS  
C: CRÉDITOS

\* COMPONENTE DE FORMACIÓN PROPEDEÚTICA

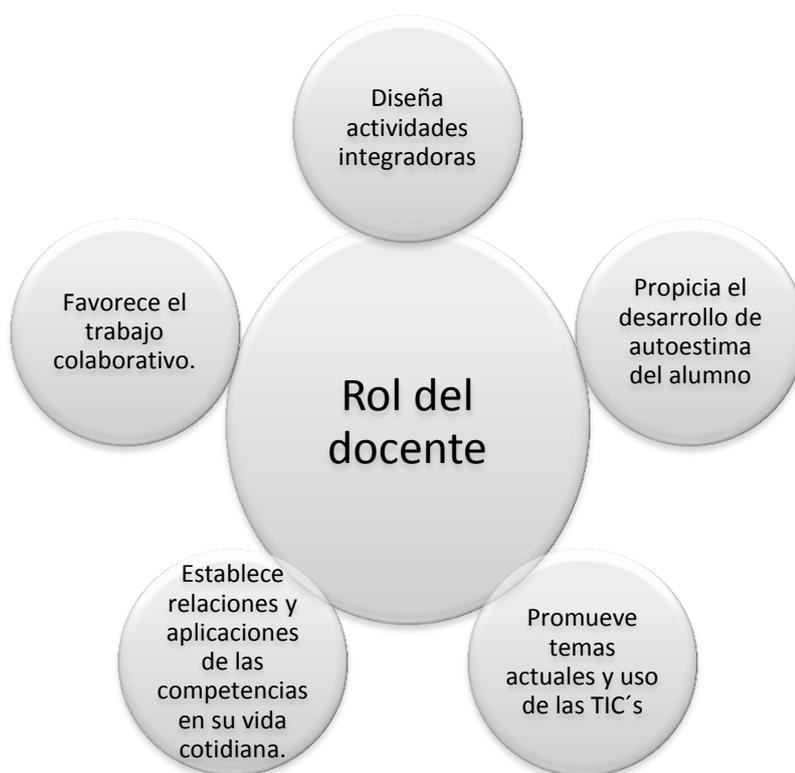
\*\* COMPONENTE DE FORMACIÓN PARA EL TRABAJO POR MÓDULOS BAJO EL ENFOQUE DE COMPETENCIA LABORAL

Figura 3. Ubicación de la materia Química I (\*) y su relación con otras asignaturas en el Plan de Estudios (SEMS, 2013).

Secundaria	Bachillerato					
	Tercer año	Primer Semestre	Segundo Semestre	Tercer Semestre	Cuarto Semestre	Quinto Semestre
Ciencias 3 (Énfasis en Química)	Matemáticas I	Matemáticas II	Física I **	Física II **	Geografía **	Ecología y Medio Ambiente **
	Taller de Lectura y Redacción I	Taller de Lectura y Redacción I	Biología I **	Biología II **	Temas Selectos de Ciencias de la Salud I +	Temas Selectos de Ciencias de la Salud II +
	Introducción a las Ciencias y Sociales	Historia de México I			Temas Selectos de Química I +	Temas Selectos de Química II +
	Informática I	Informática II			Temas Selectos de Biología I +	Temas Selectos de Biología II +
	Ética y Valores I	Ética y Valores II				
	Lengua Adicional al Español I	Lengua Adicional al Español I				
	<b>Química I</b>	<b>Química II *</b>				
			Laboratorista Clínico, Laboratorista Químico *			
			Relación de la Asignatura con las Capacitaciones para el Trabajo. +			
			Relación de la Asignatura con Actividades Paraescolares. +			

En la asignatura Química, se busca consolidar los aprendizajes y desempeños adquiridos en secundaria, ampliando y profundizando los conocimientos, habilidades, actitudes y valores relacionados con el campo de las ciencias experimentales. El rol del docente que tiene lugar se muestra en la Figura 4 (SEMS, 2013).

Figura 4. Rol docente en la asignatura Química I dentro del MCC.



La asignatura Química I está organizada en ocho bloques de aprendizaje que se muestran en la Figura 5 (SEMS, 2013).

Figura 5. Bloques de Aprendizaje de la Asignatura Química I (SEMS, 2013).

<b>BLOQUE I: Reconoces a la química como una herramienta para la vida.</b>
Se reconocen los grandes momentos de la Química y su influencia en el desarrollo de la humanidad, conjuntamente con el estudio del método científico como herramienta importante para la resolución de problemas.
<b>BLOQUE II: Comprendes la interrelación de la materia y la energía.</b>
Se comprenden las interrelaciones de la materia y la energía.
<b>BLOQUE III: Explicas el modelo atómico actual y sus aplicaciones.</b>
Se estudian los modelos atómicos que dieron origen al modelo atómico actual y sus aplicaciones en la vida cotidiana.
<b>BLOQUE IV: Interpretas la tabla periódica.</b>
Se hace una interpretación de la Tabla Periódica y se analizan los antecedentes que dieron lugar a la Tabla Periódica actual, finalizando con un estudio de los metales y no metales más importantes del país desde el punto de vista socioeconómico.
<b>BLOQUE V: Interpretas enlaces químicos e interacciones intermoleculares.</b>
Se relacionan las propiedades macroscópicas de las sustancias con los diferentes modelos de enlace tanto interatómicos como intermoleculares.

**BLOQUE VI: Manejas la nomenclatura química inorgánica.**

Se identifican los diferentes compuestos a través del uso del lenguaje de la Química y se promueve el uso de normas de seguridad para el manejo de los productos químicos.

**BLOQUE VII: Representas y operas reacciones químicas.**

Se describen los diferentes tipos de reacciones químicas y se aplica la Ley de la Conservación de la Materia al balancear las ecuaciones.

**BLOQUE VIII: Comprendes los procesos asociados con el calor y la velocidad de las reacciones químicas.**

Se estudian los factores que intervienen en la velocidad de una reacción química conjuntamente con los intercambios de calor que experimenta la reacción finalizando con un análisis del consumismo y el impacto que esto genera en el medio ambiente y en su vida cotidiana.

Como se puede apreciar en los bloques de aprendizaje, se pretende que el bachiller sea capaz de reconocer a la Química como una ciencia de aspecto multidisciplinario y presente en la vida cotidiana; una herramienta para resolver problemas y analizar el impacto de esta ciencia sobre el medio ambiente, buscando así la formación de conciencia sobre el manejo sustentable de los recursos naturales.

Acorde con la idea anterior, una línea de acción importante del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 es continuar con la incorporación de criterios de Sustentabilidad y educación ambiental en el Sistema Educativo Nacional (PND, 2013).

## CAPÍTULO 4. SUSTENTABILIDAD Y QUÍMICA VERDE

### 4.1 Desarrollo Sustentable

En 1983 se constituyó la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (Comisión Brundland) que en 1987 presentó el informe *Our Common Future* (Nuestro Futuro Común, en español), en el que el Desarrollo Sustentable es definido como *aquel que permite satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias* (Brundland et al., 1988).

El antecedente histórico de este concepto se remonta al año de 1977 con la concepción del Ecodesarrollo: “...el conjunto de las interacciones entre los sistemas sociales y los ecosistemas naturales (...) a fin de lograr un mejoramiento constante del medio y de la vida.” Al mismo tiempo, se hablaba del Desarrollo Ambiental como el proceso que empieza por considerar las necesidades y posibilidades locales, (...) y el mejoramiento de los recursos naturales nacionales y humanos subempleados de un país (UNESCO, 1977).

En el año 1992, en el marco de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, Brasil, tuvo lugar el Encuentro de Educación Ambiental que dio como resultado el “Tratado de Educación Ambiental para Sociedades Sustentables y Responsabilidad Global”, en el cual se ratifica el compromiso de los educadores ambientales y se destaca además de la importancia de los aspectos ecológicos, la de los aspectos éticos y socioeconómico (Novo, 2009).

Según Novo (2009) el Desarrollo Sustentable es en sí mismo, “la vía para llegar a la Sustentabilidad”, en los aspectos de valores, formas de gestión y criterios económicos, ecológicos y sociales.

El cuidado ambiental es una actividad prioritaria y tema de preocupación de muchos países y como se mencionó en la Introducción, es abordado continuamente en múltiples reuniones y asambleas de carácter local, regional y mundial. Si bien las políticas medioambientales actuales representan un gran avance para el Desarrollo Sustentable, aún queda un largo camino y mucho trabajo por recorrer para obtener soluciones definitivas a problemas como el cambio climático, la disminución de la capa

de ozono, la lluvia ácida, el mal manejo de residuos químicos e industriales y la sobreexplotación de los recursos naturales, con todo lo que ello implica en perjuicio de la calidad de vida humana presente y futura, por el daño que se causa al ambiente que nos rodea.

Practicar sistemas de producción basados en Sustentabilidad no significa frenar la utilización de recursos; su importancia radica en favorecer la búsqueda de mejores maneras de aprovecharlos. La conservación del capital natural y la adecuada gestión de bienes y servicios ambientales, son elementos clave para el desarrollo de los países y el nivel de bienestar de la población (PND, 2013) respetando la vida en la Tierra. Por lo tanto el conocimiento, principios y conceptos básicos relacionados con el Desarrollo Sustentable, deben estar presentes en el currículo educativo de los estudiantes (Gutiérrez y Mahmud, 2012).

Se considera entonces prioritario que todo docente y particularmente el de Química, aplique estrategias de enseñanza-aprendizaje vinculadas a los objetivos que persigue el Desarrollo Sustentable. Es sumamente importante promover en los estudiantes la comprensión de la contribución que la Química realiza a la prevención, conocimiento, control y minimización de los problemas ambientales (Gutiérrez y Mahmud, 2012).

En la literatura, especializada o no, existe un sinnúmero de artículos, noticias, programas sociales e inclusive blogs, que abordan el tema de la Sustentabilidad. En lo referente a la educación en ciencias experimentales, revistas de instituciones científicas y educativas han destinado secciones importantes para la divulgación de la Sustentabilidad. A continuación se mencionan opciones para encontrar referencias útiles y confiables para el docente.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mantiene un índice con revistas científicas y tecnológicas mexicanas como reconocimiento a su calidad y excelencia editorial (CONACYT, 2013) la cual está disponible en la siguiente página web: <http://www.conacyt.gob.mx/comunicacion/IndiceRevistas/Paginas/default.aspx>. En su sección II, Biología y Química, se enlistan un total de 14 revistas.

En la red se pueden encontrar, para diferentes niveles educativos, publicaciones que incluyen actividades experimentales, secuencias didácticas, estudios de caso, etc., referentes a educación química con un enfoque de QV y Sustentabilidad. A continuación se mencionan algunas de ellas:

- Publicaciones de la Sociedad Americana de Química (*American Chemical Society*, ACS)
  - <http://pubs.acs.org/>
- *Journal of Chemical Education*
  - <http://pubs.acs.org/journal/jceda8>
- *Journal of Green Chemistry*
  - <http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/gc#!recentarticles&all>
- Revista Educación Química
  - <http://educacionquimica.info/index.php>
- Revista Alambique
  - <http://alambique.grao.com/>
- ¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM
  - <http://www.comoves.unam.mx/>
- Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de la Ciencia
  - <http://www.portaleureka.com/>

Un ejemplo del tipo de material que se puede encontrar, se tiene en la Revista Educación Química, que dedica su número 24 del año 2013 a divulgar el tema de la Ciencia de la Sustentabilidad con la mirada de diferentes autores formados como químicos (Amador, 2013). Se menciona que la “Ciencia de la Sustentabilidad” cambia el paradigma que establece que es suficiente con que cada ciencia en particular aporte contribuciones al tratamiento de los problemas socioambientales. Por el contrario, estas contribuciones serán del todo insuficientes mientras no se integren los diversos campos del conocimiento (Vilches y Gil, 2013).

## 4.2 Química Verde y sus Doce Principios

El concepto de QV está íntimamente asociado con la “prevención” de la contaminación ambiental (Meléndez y Camacho, 2008). Fue planteado por primera vez por los doctores Paul Anastas y John Warner de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, *Environmental Protection Agency*) de los Estados Unidos de América (EUA), que en 1998 publicaron su libro “*Green Chemistry: Theory and Practice*”. Actualmente el Programa de QV es administrado por el Instituto de Química Verde (*Green Chemistry Institute*, <http://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry.html>). La ACS (2013) define a la QV como “*una filosofía de trabajo de la Química que tiene como objetivo el diseño, desarrollo e implementación de productos y procesos químicos para reducir y/o eliminar el uso y generación de sustancias peligrosas para la salud humana y el medio ambiente, en su origen*”. A diferencia de la Química Ambiental, la QV no busca métodos efectivos del tratamiento de residuos, busca la prevención de los factores contaminantes mediante la práctica de una Química ambientalmente amigable y económicamente viable. Y al igual que la Química tradicional implica la creatividad e innovación que siempre han caracterizado a la Química; persigue los mismos ideales pero con consideraciones adicionales, que reflejan la autoridad que el químico debe tener, no sólo sobre la finalidad de la química que se crea, sino también sobre todas las implicaciones inherentes a ella, desde su creación y uso hasta su destrucción y aun más allá: hoy día un químico no puede considerar sólo el diseño de una sustancia que tenga ciertas características durante su vida útil; debe también considerar en que sustancias se transformará una vez que su utilidad termine.

La QV utiliza las mismas herramientas que han sido utilizadas siempre por los químicos a través de la historia de la ciencia, pero provee las bases y un marco de referencia para llevar a cabo estas mismas tareas con la mayor creatividad, innovación y responsabilidad, de la mejor manera posible.

La verdadera definición de un área de trabajo en el área científica, resulta del tipo de investigación que se debe hacer y de las destrezas que la deben conducir. La definición de QV no sólo debe resolver la pregunta ¿qué es la Química Verde?, sino también prever el cambio y alcance de su campo de trabajo para determinar cómo

puede conducirse y hacia donde se dirigirá en el futuro. Los Doce Principios de la QV son una reflexión sobre el tipo de ciencia que debe desarrollarse en esta área de trabajo y sobre la dirección y metas que han sido establecidas por algunos de los científicos pioneros en este campo (Anastas y Warner, 1998). En Tabla 4 se encuentran los Doce Principios propuestos por Paul Anastas y John Warner para el cumplimiento de la filosofía de la QV. En la segunda columna se presenta una breve descripción de su significado en el campo de la química experimental.

Doria y Miranda (2007) mencionan que practicar una QV implica dar un paso trascendental hacia la Sostenibilidad. La mayor importancia de la QV, mencionan, radica en el hecho de que su objetivo es la “prevención y no la remediación de la contaminación”. En QV se busca un equilibrio ambientalmente viable de los ámbitos social, económico, energético y ético.

Se hace importante entonces la práctica de los principios de la Sustentabilidad y de la QV en la Industria Química, a fin de desarrollar e implementar técnicas que reduzcan la contaminación y los costos de su remediación. En la Figura 6 se muestran los cambios que han tenido lugar en la filosofía industrial del desarrollo de procesos.

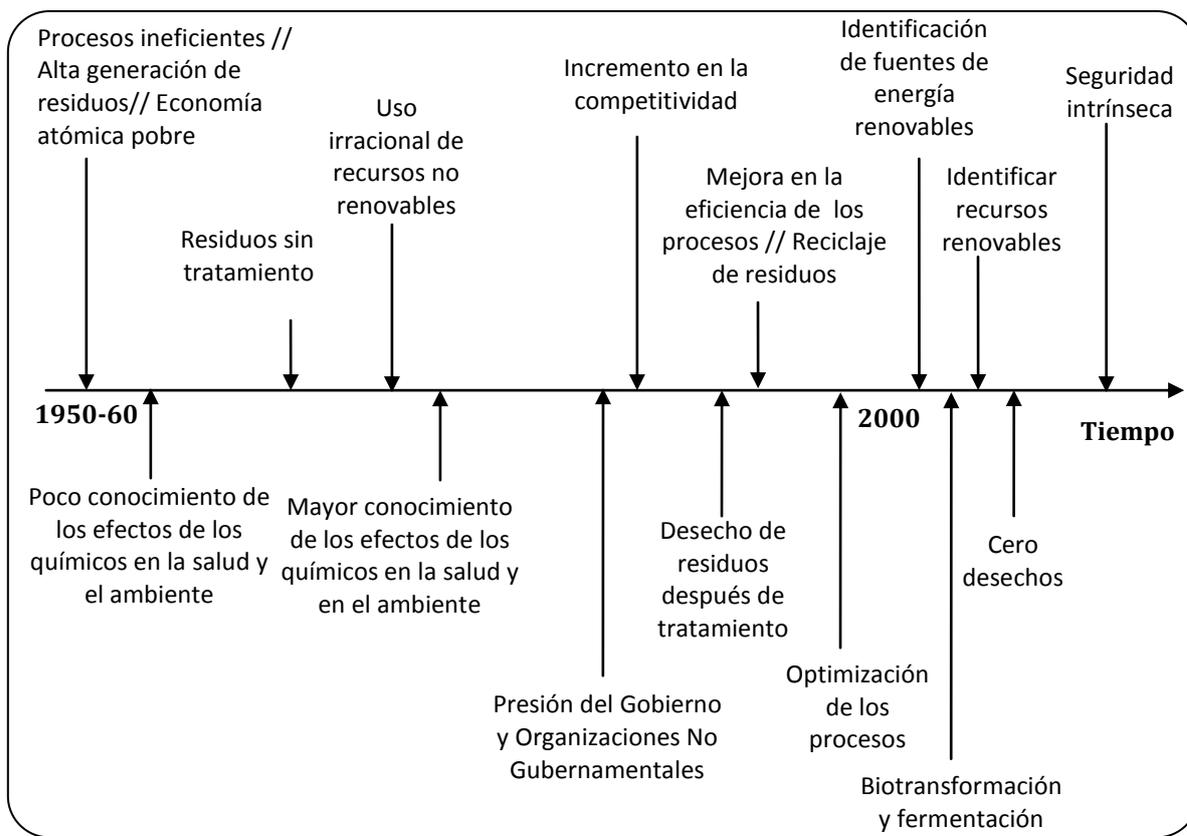
En el ámbito educativo la implementación de la QV se hace con el propósito de promover una conducta en la que la prevención de la contaminación cree un equilibrio entre el desarrollo económico y la protección del medio ambiente (Montagut et al., 2006).

Es importante considerar que la gran mayoría de los estudiantes de bachillerato no continuarán su camino profesional hacia una carrera científica y pocos menos hacia una carrera enfocada a las ciencias químicas y en ello radica la importancia de ofrecerles una plataforma en el campo de la QV, (Hjeresen et al., 2000), para promover en ellos actitudes y competencias que puedan aprovechar y aplicar en su futuro campo profesional y/o laboral.

**Tabla 4. Los doce principios de la Química Verde (Anastas y Warner, 1998, p. 30.).**

<b>Principio</b>	<b>Descripción</b>
<b>1. Prevención de desechos.</b>	Es mejor prevenir la formación de residuos que buscar métodos adecuados de tratamiento y eliminación, una vez que se han formado.
<b>2. Economía atómica.</b>	Los métodos de síntesis se deben diseñar de manera que todos los reactivos utilizados en el proceso se incorporen al máximo en el producto final.
<b>3. Síntesis químicas menos peligrosas.</b>	Siempre que sea posible, los métodos de síntesis deben diseñarse de manera que se utilicen y generen sustancias que presenten la mínima toxicidad para el hombre y para el medio ambiente.
<b>4. Diseño de productos eficaces y no tóxicos.</b>	Los productos químicos deben ser diseñados de manera que presenten la mínima toxicidad posible, manteniendo al mismo tiempo su máxima eficacia.
<b>5. Uso de disolventes y sustancias auxiliares seguras.</b>	Siempre que sea posible se debe evitar el uso de sustancias auxiliares (disolventes, reactivos de separación, etc.). En caso necesario se utilizarán especies que sean lo más inocuo posible.
<b>6. Diseño para la eficiencia energética.</b>	Los requerimientos energéticos se catalogarán por su impacto ambiental y económico y deberán reducirse en todo lo posible. Se debe intentar que las síntesis se lleven a cabo a temperatura y presión ambiente.
<b>7. Uso de materias primas renovables.</b>	Se debe utilizar materia prima renovable en vez de agotable, siempre que esto sea técnica y económicamente viable.
<b>8. Evitar el uso de derivados.</b>	Siempre que sea posible se debe evitar la "derivatización", es decir, la formación de derivados que son producto del uso de grupos de bloqueo, de protección o desprotección y/o de la modificación temporal de procesos físicos y químicos.
<b>9. Uso de catalizadores.</b>	Es preferible el uso de catalizadores lo más selectivos posible, al uso de reactivos estequiométricos.
<b>10. Diseño de productos degradables.</b>	Los productos químicos deben diseñarse de manera que al finalizar su función, no persistan en el medio ambiente, sino que se descompongan en productos de degradación inocuos.
<b>11. Análisis de procesos en tiempo real para prevención de la contaminación.</b>	Las metodologías analíticas se diseñarán de forma que permitan el monitoreo y control de los procesos en tiempo real, previa formación de sustancias peligrosas.
<b>12. Uso de sustancias químicas que disminuyan el riesgo de accidentes.</b>	Las sustancias utilizadas y formadas en los procesos químicos deberán seleccionarse de manera que se minimice el potencial de accidentes, incluyendo fugas, explosiones e incendios.

**Figura 6. Cambios que han tenido lugar en la filosofía industrial del desarrollo de procesos (Doble y Kumar, 2007).**



### 4.3 Certamen Presidencial sobre Química Verde

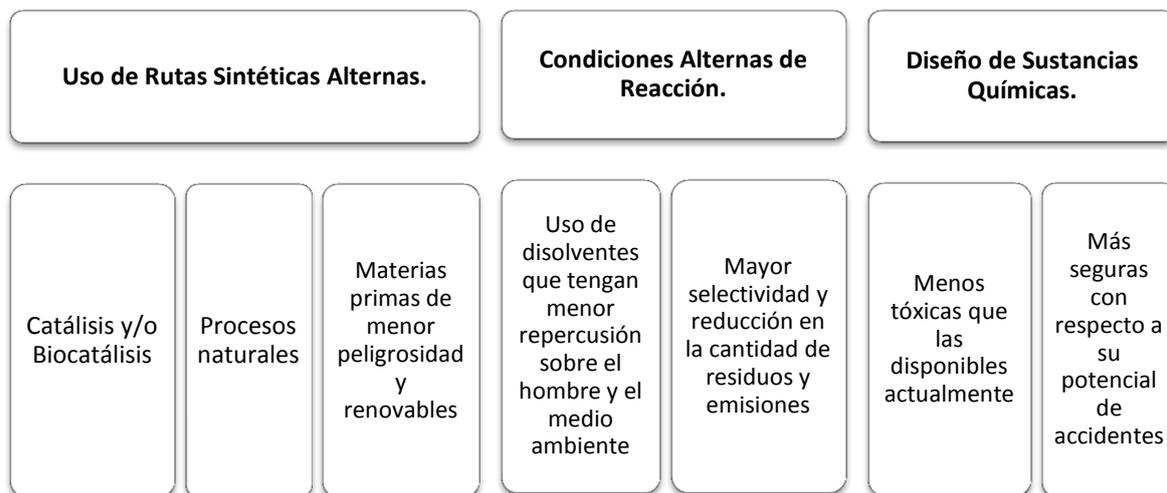
El interés en el campo de la QV ha crecido fuertemente, motivado tanto por los aspectos económicos como por los impactos ambientales. El esfuerzo por implementar “procesos verdes que sean técnica y económicamente viables” en los sectores industriales, ha sido intenso a partir del surgimiento de la filosofía de la QV.

Como parte de una iniciativa en el área de renovación de los reglamentos ambientales, el gobierno de EUA en 1998 abrió una convocatoria para otorgar reconocimiento y apoyo económico a metodologías fundamentales de innovación con utilidad en la industria, que logran prevenir la contaminación en su origen.

Dicha convocatoria, conocida como “El Certamen Presidencial sobre Química Verde”, tiene como meta promover logros sobresalientes en QV mediante el desarrollo de avances científicos, ambientales y económicos con base en esta filosofía. (EPA, 2013). El programa incluye becas de investigación, actividades educativas y los premios

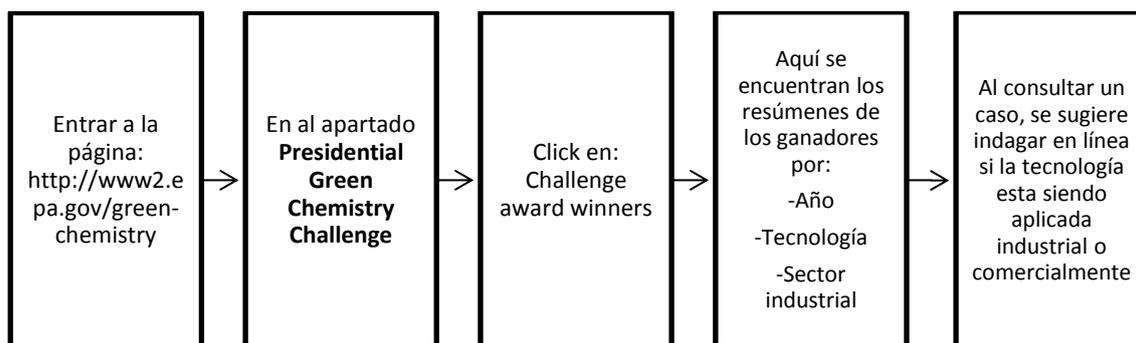
económicos para animar a las empresas e institutos de investigación a fomentar la QV (Doble y Kumar, 2007). La convocatoria y resultados de este concurso son publicados anualmente por la ACS. En la Figura 7 se muestran las áreas de enfoque del Certamen Presidencial sobre QV (EPA, 2013).

**Figura 7. Áreas de enfoque del Certamen Presidencial sobre Química Verde.**



Michael Cann (1999) propone que una discusión general de los casos ganadores del Certamen Presidencial sobre QV se puede utilizar no sólo para despertar en los estudiantes una relación de la Química con la vida real, sino también para estimular en ellos “un sonido ambiental”. Los alumnos pueden hacer presentaciones de carteles, seminarios y/o proyectos que tengan como base procesos ganadores de este certamen, lo que podrá fomentar su creatividad y permitirá la relación con los beneficios de la implementación de una industria verde. Menciona Cann que si los estudiantes tienen conocimiento y comprenden los Principios de la QV, se tendrá una gran ventaja cuando se les enseñe a “pensar en verde”. En la Figura 8 se hace la propuesta de una línea de acción para el análisis de estos casos, que ha sido trabajada con estudiantes del Laboratorio de Química General de la Facultad de Química de la UNAM.

**Figura 8. Guía de análisis para los casos ganadores del Ganadores del Certamen Presidencial sobre Química Verde.**



En la Tabla 5 se presenta una selección de ejemplos ganadores de este Certamen para el uso de esta línea de acción. La lista completa se puede consultar en:

<http://www2.epa.gov/green-chemistry/presidential-green-chemistry-challenge-winners>

**Tabla 5. Selección de ejemplos de Ganadores del Certamen Presidencia sobre Química Verde.**

Año/Categoría	Investigación	Innovación y Beneficios
<b>1997. Uso de rutas sintéticas alternas.</b>	La síntesis del Ibuprofeno, desarrollada por la compañía BHC, ahora BASF, es una tecnología innovadora y eficiente.	Eliminación de grandes cantidades de disolventes y reducción al máximo de la generación de desechos.
<b>1999. Diseño de sustancias químicas.</b>	La compañía Dow AgroSciences aisló el microorganismo <i>Saccharopolyspora spinosa</i> a partir de una muestra de suelo e identificó la actividad insecticida de las espinosinas. Desarrolló así el Spinosad, un insecticida altamente selectivo y ambientalmente amigable.	A diferencia de los plaguicidas tradicionales, no persiste en el medio ambiente y tiene una baja toxicidad para mamíferos y aves. Controla muchas plagas de insectos en hortalizas pero no es particularmente eficaz en ciertos árboles frutales.
<b>2003. Uso de rutas sintéticas alternas.</b>	La compañía DuPont integró la Biología en la fabricación de su plataforma de polímeros: desarrolló un microorganismo genéticamente modificado para la procesos de su línea de termoplásticos, Sorona®.	En lugar de petróleo, el proceso desarrollado utiliza almidón de maíz, para la fabricación de textiles ambientalmente amigables y económicamente competitivos.
<b>2006. Uso de rutas sintéticas alternas.</b>	La compañía Merck desarrolló una nueva síntesis para $\beta$ -amino ácidos para la sitagliptina, ingrediente activo del medicamento de marca registrada Januvia™, que es utilizado para el tratamiento de la diabetes de tipo 2.	A largo plazo Merck espera eliminar la formación de al menos 330 millones de libras de desechos, incluyendo casi 110 millones de libras de desechos acuosos.

<p><b>2008. Pequeñas empresas.</b></p>	<p>La empresa SiGNa Chemistry creó un método para obtener hidrógeno mezclando sodio metálico y agua, sin que la reacción se lleve a cabo de la forma tan violenta en la que normalmente ocurre.</p>	<p>Los metales estabilizados son mucho más seguros de almacenar, transportar y manejar; también pueden ser útiles para la producción de hidrógeno y para la remediación de una variedad de desechos peligrosos.</p>
<p><b>2008. Diseño de sustancias químicas.</b></p>	<p>Dow AgroSciences desarrolló una síntesis verde para un nuevo insecticida llamado Spinetoram que utiliza una "red neuronal artificial" para identificar moléculas análogas y así ser más eficaz contra las plagas de árboles frutales.</p> <p>Spinetoram es también menos persistente en el medio ambiente en comparación con otros insecticidas tradicionales.</p>	<p>Spinetoram conserva los beneficios ambientales del Spinosad al sustituir los plaguicidas órgano fosforados en los árboles frutales, frutos secos, pequeñas frutas, y verduras.</p>
<p><b>2012. Logro académico.</b></p>	<p>El profesor Geoffrey W. Coates de la Universidad de Cornell desarrolló una nueva familia de catalizadores que permiten una conversión eficaz y económica de CO<sub>2</sub> y CO en polímeros valiosos.</p>	<p>Novomer, Inc. está usando sus descubrimientos para desarrollar una gama de productos innovadores y de alto rendimiento, como adhesivos, espumas y plásticos.</p>
<p><b>2013. Uso de rutas sintéticas alternas.</b></p>	<p>El dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) se añade a las pinturas como el pigmento blanco de base debido a su alto índice de refracción y el poder de dispersión de luz. La compañía Dow Chemical Company desarrolló un polímero que al ser aplicado al TiO<sub>2</sub> mejora su dispersión disminuyendo así la cantidad necesaria en la elaboración de la pintura.</p>	<p>El TiO<sub>2</sub> es a menudo el componente más costoso y que consume mayor energía para la elaboración de una pintura. La disminución en la cantidad de TiO<sub>2</sub> disminuye el costo de la pintura.</p>

## CAPÍTULO 5: HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS PARA QUÍMICA VERDE

La QV tiene su origen y gran campo de aplicación en la Química Orgánica. Sin embargo es necesaria su implementación en las distintas áreas de la Química. Debe quedar claro que la QV no es una disciplina en sí, sino una filosofía de trabajo que busca un cambio de mentalidad en la forma de “hacer química” y por tanto debe aplicarse a todas las áreas de la química. Obaya y Vargas (2010) mencionan que es necesario diseñar y/o seleccionar experimentos para la enseñanza aprendizaje de la Química, en los que sea relevante la aplicación de algunos principios de QV. Se considera que este es un ejercicio que debe realizarse desde una etapa temprana, en los laboratorios de enseñanza de las ciencias del nivel básico.

### 5.1 Acercamiento Verde

Miranda y colaboradores (2011) desarrollaron la metodología “Acercamiento Verde”, que tiene como objetivo analizar de forma crítica y bajo el protocolo de la QV, desarrollos experimentales publicados como “verdes” en revistas especializadas de Química (*Journal of Green Chemistry, Journal of Organic Chemistry, Journal of Chemical Education*, etc.) así como prácticas, ejercicios o proyectos educativos, con objeto de establecer criterios para determinar su “acercamiento” verde, es decir, determinar qué “tan verde es el proceso o experimento”. Estos autores practican esta propuesta desde el año 2004, como ejercicio del “Seminario de Química Verde” del programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM. El Seminario pretende contribuir a que docentes y alumnos cambien su forma de pensar y actuar hacia el medio ambiente, a través de la implementación de la QV y la construcción de valores que les permitan hacer realidad un cambio cultural que se refleje en su práctica profesional y su aplicación en el nivel medio superior se considera de gran importancia y suma utilidad cualquiera que sea el campo de desarrollo profesional futuro del bachiller (Miranda, 2011).

Los pasos a seguir para implementar la metodología de Acercamiento Verde son los siguientes:

- ❖ Seleccionar y leer el documento a evaluar.

- ❖ Documentar título, autores, año, nombre de la publicación, volumen, página inicial y resumen.
- ❖ Elaborar un resumen del trabajo en cuestión en el contexto de la química verde o bien analizar los Principios de la QV relacionados con el trabajo experimental.
- ❖ Construir un diagrama de flujo del procedimiento experimental, asignando a cada etapa una letra en minúscula y orden alfabético consecutivo.
- ❖ A cada etapa asociar un cuadro que contenga el número(s) del Principio(s) de QV. que se asocia(n) y evaluar el grado de acercamiento mediante la selección de un color entre el café y el verde acorde la Figura 9.
  - Análisis cualitativo: Código de colores.
  - Análisis semicuantitativo: Escala numérica tipo Likert (1-10) que va de totalmente café (1), a totalmente verde (10).

**Figura 9. Escala de Análisis y Evaluación (Miranda et al., 2011).**

**(Ver a color en el Anexo 1)**

	(10)	Totalmente verde
	(9)	Gran acercamiento verde
	(8)	Muy buen acercamiento verde
	(7)	Buen acercamiento verde
	(6)	Ligero acercamiento verde
	(5)	Transición café a verde
	(4)	Ligeramente café
	(3)	Medianamente café
	(2)	Muy café
	(1)	Totalmente café

- ❖ Incluir los pictogramas correspondientes a la toxicidad, inflamabilidad, corrosión y daño al medio ambiente, de los reactivos, disolventes, productos y residuos generados, para cada paso del desarrollo experimental.
- ❖ Elaborar una tabla mostrando los pasos experimentales y la evaluación justificada con los Doce Principios de la QV.
- ❖ Realizar la evaluación sumativa y explicar por qué se considera que se cumplieron o no los principios involucrados.
- ❖ Presentar al final la escala promedio de la asignación tipo Likert.

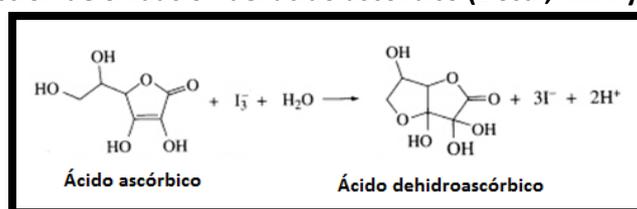
A continuación se presenta un ejemplo que corresponde a una experiencia práctica de Química Analítica propuesta para estudiar el equilibrio de óxido reducción haciendo uso de la técnica de “curva de calibración”. Los fundamentos teóricos de esta

experiencia se relacionan directamente con los de la actividad: ¿Qué tanto se forma y que tan rápido? del Capítulo 7.

**Datos del documento:** Dosal, M.A. y Llano, M. (2011). *Equilibrios de óxido reducción. Determinación indirecta de ácido ascórbico*. En R. Miranda, y colaboradores, *Química Experimental Verde* (107-112). México: UNAM, FES-Cuautitlán.

**Resumen:** Esta experiencia práctica tiene como fundamento el conocimiento de las propiedades reductoras del ácido ascórbico, que le permiten ser oxidado por una disolución de yodo/yoduro. La disminución de la concentración de este reactivo puede ser medida por la correspondiente disminución de la absorción de radiación del yodo/yoduro en la zona del espectro visible. El procedimiento analítico es muy utilizado en análisis cuantitativo; en este caso implica la construcción de la curva obtenida al medir la absorbancia de diversas disoluciones preparadas con una concentración constante de yodo/yoduro y concentraciones variables de ácido ascórbico. De esta forma se obtiene una “curva de calibración indirecta” cuyo uso permite determinar la concentración del ácido en la muestra.

**Figura 10. Reacción de oxidación del ácido ascórbico (Dosal, M.A. y Llano, M., 2011).**



#### **Principios de Química Verde relacionados con el trabajo experimental:**

Principio #1. Prevención de residuos.

Principio #3. Utilizar metodologías que utilicen y generen productos con toxicidad reducida.

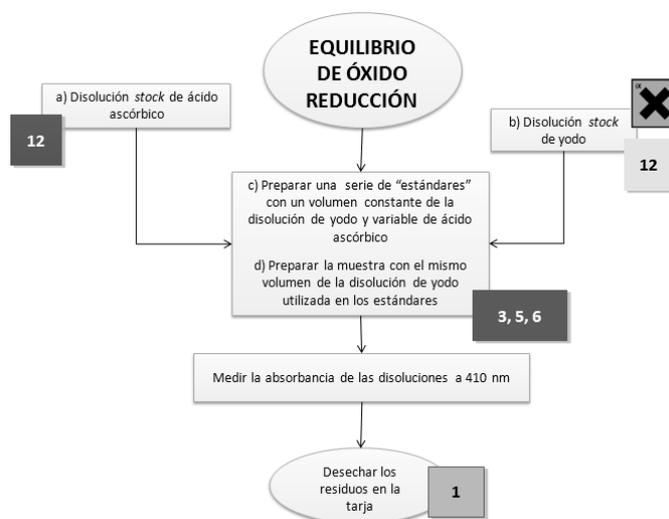
Principio #5. Reducir el uso de sustancias auxiliares.

Principio #6. Disminuir el consumo energético.

Principio #12. Minimizar el potencial de accidentes químicos.

**Evaluación del acercamiento verde:** siguiendo los pasos mencionados y conforme al diagrama de flujo de la Figura 11, en la Figura 12 se presenta la evaluación del proceso.

**Figura 11. Diagrama de flujo de la experiencia práctica: Determinación indirecta de ácido ascórbico (Dosal, M.A. y Llano, M., 2011). (Ver a color en el Anexo 1)**



**Figura 12. Evaluación de la experiencia práctica: Determinación indirecta de ácido ascórbico.**

Paso	Evaluación
a)	El ácido ascórbico no representa un riesgo potencial de accidentes, por lo que se considera pertinente evaluar el paso como <i>totalmente verde (10)</i> con respecto al principio #12 (uso de sustancias químicas que disminuyan el riesgo de accidentes).
b)	A pesar de que el yodo es una sustancia irritante, la disolución que se prepara a partir de la disolución Stock tiene una concentración de $10^{-3} \text{ molL}^{-1}$ , por lo que este paso se evalúa como una <i>transición de café a verde (5)</i> conforme al principio #12.
c) y d)	Se mide la absorbancia de diversas disoluciones resultantes de hacer reaccionar la disolución de concentración constante de yodo/yoduro con diferentes volúmenes de disolución de ácido ascórbico aprox. $10^{-3} \text{ molL}^{-1}$ . Este procedimiento no presenta ningún riesgo (relación con el principio #3, síntesis químicas menos peligrosas). El disolvente empleado es agua que se considera inocua (relación con el principio #5, uso de disolventes y sustancias auxiliares seguras). La práctica analítica se lleva a cabo a temperatura y presión ambiente (relación con el principio #6, diseño para la eficiencia energética). Las tres relaciones se pueden calificar como <i>totalmente verdes (10)</i> .
e)	Los residuos son disoluciones de ácido ascórbico y de $\text{I}^3$ en concentraciones muy bajas. No son contaminantes ni tóxicos y se pueden verter directamente en la tarja. Este paso se puede evaluar con <i>muy buen acercamiento verde (8)</i> con relación al principio #1 (prevención de desechos).

**(8)**

**Evaluación final:** se determina mediante la sumatoria de todas las evaluaciones realizadas  $[(10) + (5) + (10) + (8) = 33]$ , dividida entre el total de eventos analizados que fueron cuatro,  $(33/4)$  obteniendo de esta forma la evaluación correspondiente para este proceso, el cual se considera **“con un buen acercamiento verde, 8”**.

La metodología anterior permite evaluar los diferentes procedimientos experimentales, a nivel investigación y docencia, lo que incluso puede servir como matriz para compararlos.

## 5.2 Hojas de Datos Seguridad (HDS)

En el trabajo experimental y para el análisis y discusión del “acercamiento verde” de un experimento o proceso, se hace necesario el conocimiento de los pictogramas de seguridad de los reactivos y productos utilizados y generados en cada etapa del proceso experimental; los pictogramas se encuentran en las respectivas Hoja de Datos de Seguridad (HDS), las cuales proporcionan información inmediata de la sustancias químicas para su adecuado manejo (STPS, 2000).

En la Norma Mexicana “Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo” de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS) publicada el 27 de Octubre de 2000, se establecen los lineamientos básicos que se deben seguir para la elaboración de las HDS.

En ella se establece que se debe elaborar una HDS por cada sustancia y que la información debe estar en español; el formato es libre pero con un contenido mínimo de información respecto a la sustancia; la información debe ser confiable, no deben existir espacios en blanco, si la información no aplica o no está disponible se anotarán las siglas respectivas (NA o ND) y debe contener datos actualizados y la fuente de información respectiva (STPS, 2000).

Las HDS también son conocidas por sus siglas en inglés MSDS (*Material Safety Data Sheet*). Las HDS son elaboradas por los vendedores o las compañías que sintetizan y/o comercializan los productos químicos; si no fue provista, es posible encontrarla en la página Web de los distribuidores. Lo conveniente es imprimir la HDS de cada reactivo, asegurándose de que se refiere exactamente al utilizado, en la misma forma y presentación. Por ejemplo, una HDS para ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) diluido es muy diferente a la del ácido nítrico fumante,  $\text{HNO}_3$  que contiene disuelto  $\text{NO}_2$  (Bruce, 2008).

### 5.3 Rombo de Seguridad

El diamante de fuego, modelo rombo o rombo de seguridad está establecido por el código 704 de la *National Fire Protection Association* (NFPA por sus siglas en inglés) y tiene la finalidad de identificar los tipos específicos y grados de riesgo de los materiales peligrosos en almacenamiento. Ayuda al personal de emergencia a identificar rápida y fácilmente los procedimientos especiales, precauciones y equipo especial necesario para minimizar el peligro (Bruce, 2008).

El rombo de seguridad contiene cuatro secciones, cada una con una asignación y fondo de color específicos: salud (color azul), inflamabilidad (color rojo), reactividad (color amarillo) y riesgos especiales (color blanco). En las tres primeras secciones el riesgo se clasifica con números del 0 a 4 que corresponden a:

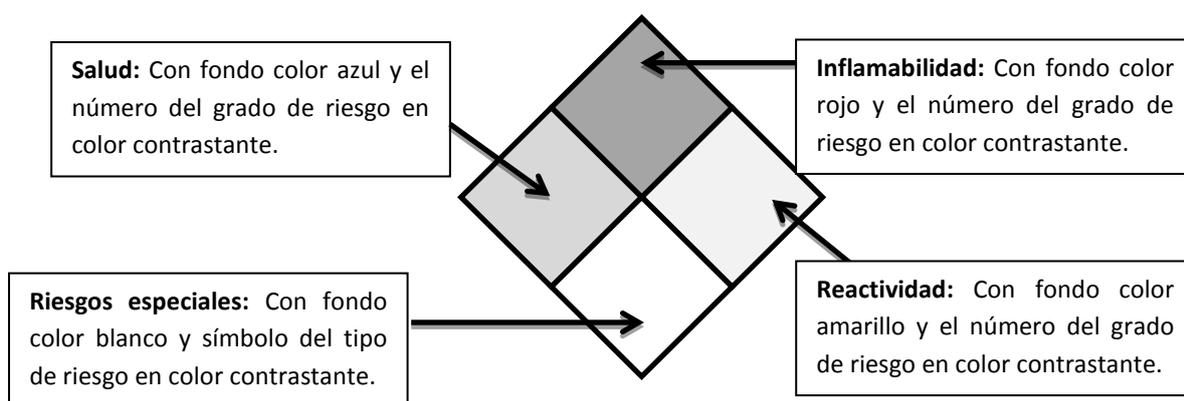
**0 Mínimamente peligroso / 1 Ligeramente peligroso / 2 Moderadamente peligroso /  
3 Seriamente peligroso / 4 Severamente peligroso**

En la sección de riesgos especiales se puede encontrar:

**OXY: Oxidación / ACID: Ácido / ALK: Alcalino / COR o CORR: Corrosivo /**

**W: No use Agua / ☢ Peligro de Radiación**

Figura 13. Ejemplo de Rombo de Seguridad (STPS, 2000).  
(Ver a color en el Anexo 1)



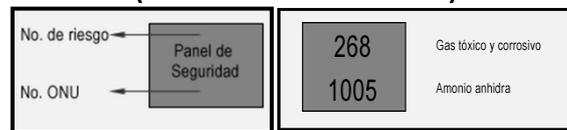
### 5.4 Otros pictogramas de riesgo

A continuación se presentan otros pictogramas que han sido utilizados para la identificación y clasificación de sustancias químicas:

I. La **Organización de las Naciones Unidas (ONU)** clasifica los productos químicos, de acuerdo al riesgo que presentan, bajo nueve clases y sus respectivas subclases. Hace uso de criterios técnicos que están definidos por la Organización Panamericana de la Salud de la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) en la legislación sobre el transporte de mercancías peligrosas (Haddad et al., OPS). Su simbología de riesgo tiene los siguientes componentes:

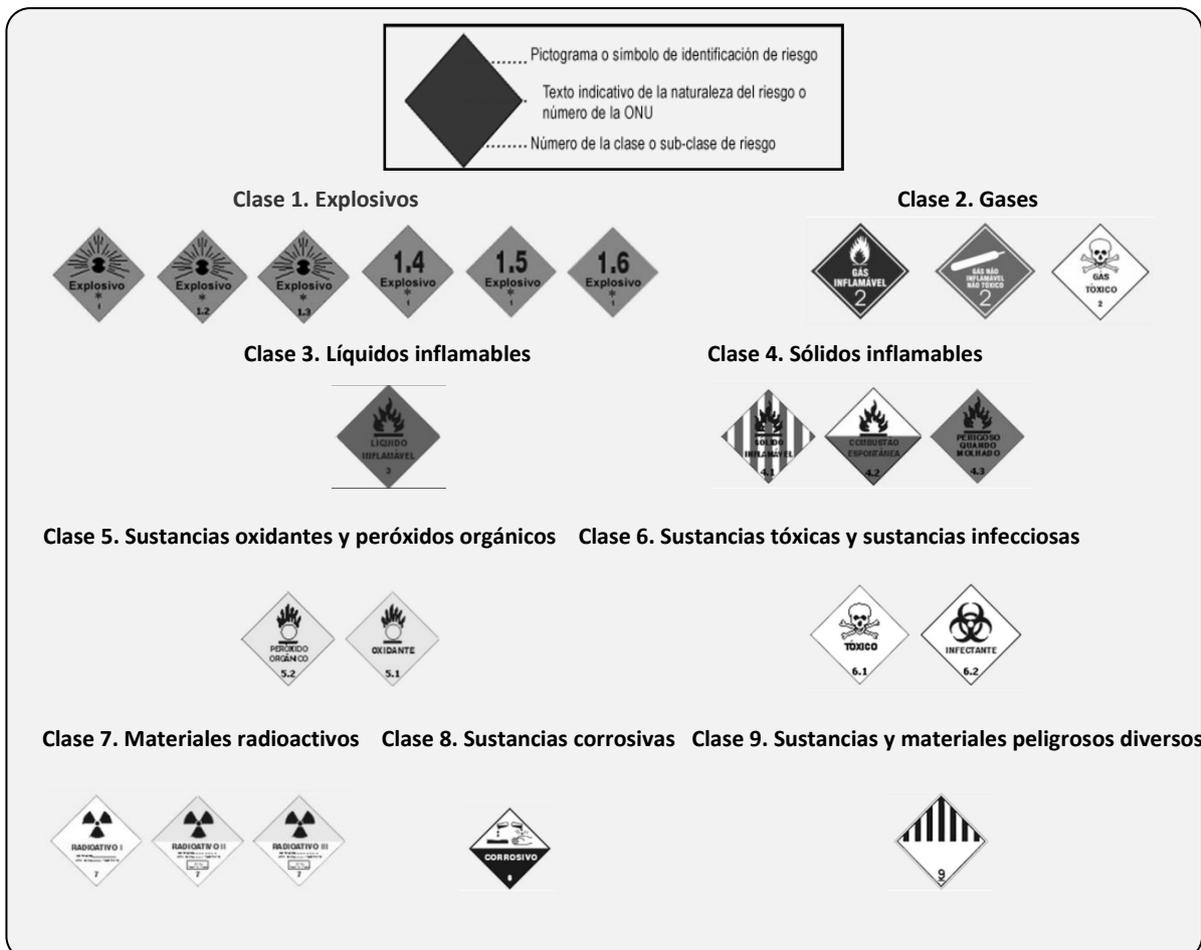
- ❖ Un panel de Seguridad que incluye el Número de Riesgo y el Número que le asigna la ONU. (Figura 14).

**Figura 14. Ejemplo de Panel de Seguridad (Haddad et al., OPS).  
(Ver a color en el Anexo 1)**



- ❖ Un rótulo de Riesgo que incluye Símbolo de Riesgo y la clase o subclase correspondiente. Algunos ejemplos se presentan en la Figura 15.

**Figura 15. Ejemplos de Rótulo de Riesgo.  
(Ver a color en el Anexo 1)**



II. El GHS es el **Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos** (GHS, *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals*). Corresponde a una clasificación establecida por las Naciones Unidas en el 2011. Es un punto de partida para comunicar peligros e implica la identificación como producto químico o mezcla y el establecimiento de una categoría de peligro en base en criterios previamente establecidos. No pretende ser una reglamentación ni propone armonizar procedimientos ni decisiones en el manejo de riesgos (Haddad et al., 2013). En la Figura 16 se muestran ejemplos de pictogramas de acuerdo la GHS y en la Figura 17 ejemplos para los pictogramas de transporte.

**Figura 16. Ejemplo de pictogramas y clases de peligro, GHS (Haddad et al., OPS). (Ver a color en el Anexo 1)**

Pictogramas y clases de peligro del GHS		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidantes</li> <li>• Peróxidos orgánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflamables</li> <li>• Autoreactivos</li> <li>• Pirofóricos</li> <li>• Autocalentables</li> <li>• Emite gas inflamable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosivos</li> <li>• Reactivos</li> <li>• Peróxidos orgánicos</li> </ul>
Toxicidad aguda (severa)	• Corrosivos	• Gases bajo presión

**Figura 17. Ejemplos de pictogramas de transporte, GHS (Haddad et al., OPS). (Ver a color en el Anexo 1)**

Pictogramas de transporte		
Líquido inflamable Gas inflamable Aerosol inflamable	Sólido inflamable Sustancias autoreactivas	Pirofórico (espontáneamente combustible) Sustancias autocalentables
Sustancias que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables (peligrosos al mojarse)	Gases oxidantes, líquidos oxidantes Sólidos oxidantes Peróxidos orgánicos	Explosivo Divisiones 1.1, 1.2 y 1.3
Explosivo, división 1.4	Explosivo, división 1.5	Explosivo, división 1.6
Gases comprimidos	Toxicidad aguda (veneno) Oral, dérmica, inhalación	Corrosivo
Contaminante marino		

## 5.5 Microescala

Ya se ha mencionado que la QV, a diferencia de la Química Ambiental, es una filosofía de trabajo, una forma de “hacer química” que tiene como principio fundamental “prevenir la contaminación, no remediarla”. El análisis de los Principios

de la QV, permite ver que llevar a cabo procesos que cumplan con los Doce Principios es una tarea de altísima dificultad. Sin embargo, existen alternativas de trabajo que favorecen la práctica de una QV.

La Microescala es una técnica que favorece el desarrollo de procesos químicos con un enfoque verde, sobre todo en el ámbito educativo. Dentro de la propuesta de la QV, la Microescala se enmarca como una alternativa de trabajo experimental (Montagut et al., 2003).

En la columna izquierda de la Tabla 6, se enlistan los Doce Principios de la QV y en la columna derecha de esta misma tabla, las ventajas de la Microescala. Con el signo (✓) se indican los principios de la QV que son apoyados al realizar trabajo en Microescala. Se puede ver que a pesar de sus grandes ventajas, la Microescala sólo tiene relación con alguno de los principios. Se recomienda practicar Microescala y al mismo tiempo tener presente la filosofía de trabajo de la QV.

**Tabla 6. Principios de la Química Verde que cumple la Microescala.**

QUÍMICA VERDE	MICROESCALA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prevención de desechos. ✓</li> <li>2. Economía atómica.</li> <li>3. Síntesis químicas menos peligrosas. ✓</li> <li>4. Diseño de productos eficaces y no tóxicos.</li> <li>5. No uso de disolventes y si de sustancias auxiliares seguras.</li> <li>6. Diseño para eficiencia energética. ✓</li> <li>7. Uso de materias primas renovables.</li> <li>8. Evitar el uso de derivados.</li> <li>9. Uso de catalizadores.</li> <li>10. Diseño de productos degradables.</li> <li>11. Análisis de procesos en tiempo real</li> <li>12. Uso de sustancias que disminuyan el riesgo de accidentes.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor cantidad de reactivos y productos. ✓</li> <li>• Mayor seguridad por tener un mejor aire. ✓</li> <li>• Menor exposición a productos tóxicos. ✓</li> <li>• Elimina el riesgo de explosiones. ✓</li> <li>• Elimina el riesgo de derramamientos y accidentes. ✓</li> <li>• Reduce los costos de reactivos de laboratorio. ✓</li> <li>• Reduce los tiempos de experimentación. ✓</li> <li>• Ahorra espacio para almacenaje. ✓</li> <li>• Promueve el principio de las 3Rs: reducir, reutilizar y reciclar. ✓</li> <li>• Herramienta rentable, productiva y previene la contaminación. ✓</li> </ul>

En la Tabla 7 se muestra una comparación entre las bondades de la Microescala y los retos e inconvenientes que hay que enfrentar para su implementación. Esta comparación permite apreciar los puntos de vista de diferentes autores.

**Tabla 7. Ventajas retos e inconvenientes de la Microescala.**

<b>Ventajas (Montagut et al., 2006)</b>	<b>Retos e inconvenientes (Mainero, 1997)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilización racional de recursos.</li> <li>▪ Hacer conciencia sobre la contaminación y conservación del medio ambiente.</li> <li>▪ Desarrollar habilidades para trabajar en el laboratorio con mayor precisión.</li> <li>▪ Reducir el nivel de riesgo en el uso de sustancias tóxicas.</li> <li>▪ Minimizar el número de accidentes.</li> <li>▪ Reducir la cantidad de desechos.</li> <li>▪ Fomentar la creatividad e inventiva en el diseño de materiales de laboratorio con mayor precisión.</li> <li>▪ Tomar conciencia de la importancia del escalamiento de los experimentos, en macro y microescala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El requerimiento de reactivos mucho más puros y limpieza escrupulosa de material, ya que en caso extremo, puede suceder que la masa de un contaminante exceda la de los reactivos.</li> <li>▪ La dificultad de efectuar la observación de algunos de los fenómenos notorios en escala mayor, como la transferencia de calor.</li> <li>▪ La necesidad de material especial y de equipos de medición, mucho más precisos y por lo tanto más costosos y delicados, como las micropipetas graduadas y automáticas y las balanzas analíticas o semianalíticas.</li> <li>▪ La dificultad de aplicar óptimamente algunas técnicas como destilación fraccionada, destilación al vacío y extracción con embudos de separación.</li> </ul>

En 1912 el químico Fritz Pregl logró determinar cuantitativamente carbono, nitrógeno, hidrógeno, halógenos y azufre, mediante métodos de micro-análisis utilizando masas de reactivos en un intervalo de 5 a 13 mg. También desarrolló diferentes aparatos, incluyendo balanzas microsensibles.

Pregl se hizo acreedor a una serie de reconocimientos, entre ellos el Premio Nobel (1923), ya que su trabajo, a pesar de no implicar un descubrimiento, permitió modificar y mejorar los métodos analíticos existentes (Nobel Prize Org, 2013).

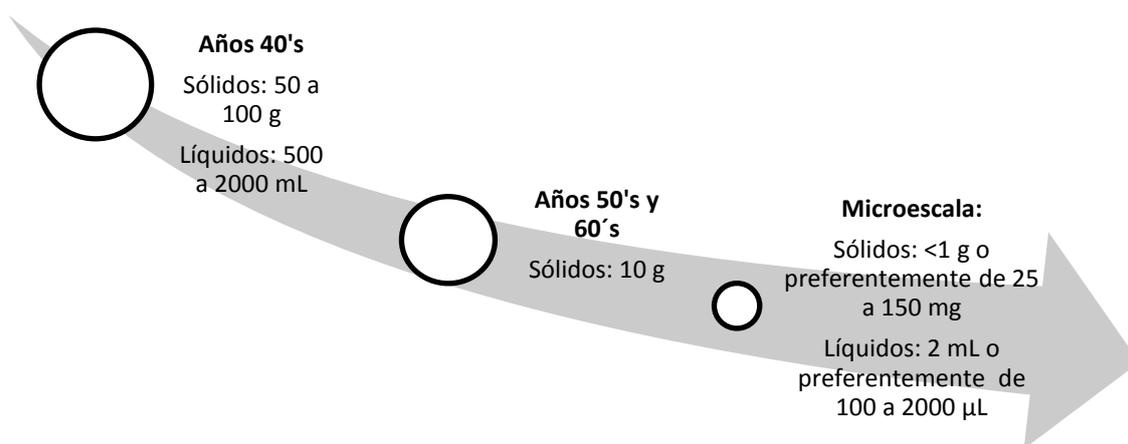
Algunos ejemplos de las aplicaciones de la Microescala al microanálisis son: la microtitulación orgánica, los estudios del potencial redox en función del pH, las microvaloraciones de compuestos orgánicos de alto costo, el monitoreo *in situ* de pH en medio de cultivo bacteriológicos, los sensores para corrosión, estudios en materiales fílmicos, la micropotenciometría redox, entre muchos otros (Baeza, 2007).

Mainero (1997) afirma que muchas de las prácticas en Microescala podrían ser realizadas por todos los alumnos de dos grupos completos, con la misma cantidad de reactivos y disolventes que utilizaba un solo alumno con las técnicas convencionales.

Un breve resumen de costos lo presenta David Berry (2000), en una práctica para estudiar las propiedades del cobre. Para el paso de  $\text{CuO}$  a  $\text{CuSO}_4$  se requerían 90 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  6 molL<sup>-1</sup>. De hecho encontró que funciona adecuadamente con 30 mL, lo que en sí mismo no parecería una gran diferencia. Pero en su curso contaba con 700 estudiantes, por lo que el ahorro fue de 150 dólares canadienses (\$1.872.00 pesos mexicanos<sup>7</sup>); además la posterior neutralización del ácido con NaOH, significó un ahorro de 450 dólares canadienses (\$5.616 pesos mexicanos). En la Figura 18 se muestran los requerimientos de reactivos en los laboratorios de enseñanza y su evolución.

La Microescala como herramienta de trabajo experimental tiene grandes ventajas, ya que permite fomentar la habilidad, creatividad y competencias de los alumnos; y con el apoyo y diseño de materiales de uso cotidiano, se pueden obtener amplias ventajas (García, 2005). Es por tanto una propuesta adecuada para el modelo EMSAD, ya que en la mayoría de los casos los Centros carecen de instalaciones adecuadas para realizar trabajo experimental.

**Figura 18. Evolución de los requerimientos de reactivos en el laboratorio (Mainero, 1997).**



<sup>7</sup> Tipo de cambio al 20 de Octubre de 2013.

## 5.6 Manejo de residuos

Si bien el punto de partida de la QV establece que es mejor prevenir la formación de residuos que buscar métodos efectivos para su tratamiento, es sumamente arriesgado afirmar que es fácil lograr procesos que sean cien por ciento limpios. Esto refuerza la importancia de los procedimientos de la Microescala, la Química Ambiental y el Tratamiento de Residuos.

### 5.6.1 Tratamiento de residuos

El término residuo puede definirse como cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó (CENAPRED, 2006).

El Principio #1 de la QV se refiere a la prevención de desechos: es mejor buscar métodos para evitarlos que implementar métodos para su tratamiento. En todo caso, ante la generación de residuos se debe considerar como alternativa, la posibilidad de incorporarlos a otros procesos.

El Manual de Higiene y Seguridad del Colegio de Bachilleres, define como “residuo químico” aquella pequeña cantidad de producto proveniente de una o varias reacciones químicas que resulta de trabajar con reactivos (COLBACH, 2011). Y para determinar si un residuo es peligroso indica que se considere lo siguiente:

1. Que sea residuo, esto es, que no pueda incorporarse al mismo proceso que lo generó.
2. Que haya sido listado en la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.
3. Que cuente con alguna característica CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico-Infecioso).

Se debe resaltar entonces que un buen manejo de residuos en los laboratorios de enseñanza representa un aspecto importante a considerar en términos de seguridad y salud ambiental y que resulta de suma importancia conocer el tratamiento

adecuado que debe darse a un reactivo clasificado como desecho (García, 2004). La vieja costumbre de desechar “todo por la tarja” sin pensar en los posibles riesgos que esto implica debe concluir.

En la Tabla 8 se resume la información presentada para el Tratamiento de residuos químicos por el COLBACH (2011) y por García (2004) en su publicación “Reglas para el manejo y disposición de desechos químicos”.

**Tabla 8. Desecho de residuos químicos (COLBACH, 2011) y (García, 2004).**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Método de tratamiento</b>
<p><b>1. Ácidos inorgánicos.</b>  <b>Ácido clorhídrico (HCl),</b>  <b>ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>),</b>  <b>ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) o ácido acético (CH<sub>3</sub>-COOH)</b></p>	<p>Neutralizarse con desechos de hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de potasio (KOH) u otras bases diluidas. El pH de la disolución final deberá estar cercano a 7. Desechar a la tarja con abundante agua.</p>
<p><b>2. Disolventes.</b></p> <p><b>Solubles en agua.</b>  <b>Acetona (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O).</b>  <b>Alcoholes:</b>  <b>(etílico, butílico, isopropílico, metílico).</b>  <b>Éter etílico (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O).</b></p> <p><b>Insolubles en agua.</b>  <b>Alcohol amílico (C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>OH),</b>  <b>Benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>),</b>  <b>Cloroformo (CHCl<sub>3</sub>),</b>  <b>Tetracloruro de Carbono (CCl<sub>4</sub>),</b>  <b>Xileno</b>  <b>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b></p>	<p>Pueden reciclarse fácilmente mediante destilación la cual debe realizarse en una campana de extracción y con los cuidados específicos para materiales inflamables.</p> <p><i>Solubles en agua:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrame: eliminar de inmediato posibles fuentes de calor para evitar que se encienda y lavar con abundante agua.</li> <li>• Disposición: Diluir el disolvente en agua y verterlo al drenaje dejando fluir abundante agua.</li> </ul> <p><i>Insolubles en agua:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrame: eliminar inmediatamente fuentes de calor, aplicar fosfato trisódico (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), fosfato dibásico (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) o un detergente y limpiar.</li> <li>• No pueden verterse al drenaje pues tiene la posibilidad de reaccionar de forma violenta, explosiva o incendiaria; y además contaminan fuertemente el medio ambiente. Se recomienda depositarlos en un bote de boca ancha y posteriormente solicitar a una empresa especializada su retiro.</li> </ul>
<p><b>3. Agentes oxidantes fuertes.</b></p> <p><b>Soluciones como:</b>  <b>Permanganato de potasio (KMnO<sub>4</sub>),</b>  <b>Clorato de sodio (NaClO<sub>3</sub>).</b></p> <p><b>Deben reducirse antes de descargarse en el drenaje, para evitar reacciones no controladas.</b></p> <p><b>Sólidos:</b>  <b>Se sugiere recogerlos con</b></p>	<p>Permanganato de potasio:          Para cada mL de solución adicionar una gota de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrado. En la campana de extracción, lentamente y con agitación, adicionar solución de bisulfito de sodio (NaHSO<sub>3</sub>) al 10% hasta que desaparezca el color del permanganato y se inicie la precipitación de dióxido de manganeso, de color café. Neutralizar la solución resultante con carbonato de sodio sólido y desechar la solución incolora en el drenaje.</p> <p>Clorato de sodio:          Por cada 10 mL de disolución adicionar lentamente y con agitación constante, 18 mL de una disolución al 10% de bisulfito de sodio (NaHSO<sub>3</sub>).</p> <p>Para verificar la presencia de agente oxidante, medir 3 mL de solución en un tubo de ensayo y adicionar 3 mL de una</p>

<b>cuidado y colocarlos en un recipiente con tapa para su disposición adecuada.</b>	disolución recientemente preparada de yoduro de potasio (KI) en ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) $3\text{ molL}^{-1}$ . Un cambio de color de ámbar a café indica que el agente oxidante aun está presente; continuar hasta que este ensayo resulte en un líquido incoloro o amarillo pálido. Neutralizar la solución ácida por adición de carbonato de sodio ( $Na_2CO_3$ ) sólido y desechar en el drenaje con agua.
<b>4. Sustancias poco reductoras: cloruro de sodio (NaCl), albúmina, almidón, carbonato ácido de sodio (<math>NaHCO_3</math>), fructosa (<math>C_6H_{12}O_6</math>).</b>	Ya neutralizados y diluidos, los desechos deben eliminarse en el desagüe, dejando fluir agua en abundancia.
<b>5. Sustancias tóxicas: plomo, mercurio y bario.</b>	No pueden desecharse en el drenaje. Debe enviarse a un relleno específicamente diseñado para este tipo de residuos.

Según el COLBACH la principal regla para trabajar y disponer las sustancias químicas de forma adecuada, es conocer sus propiedades físicas y químicas, los efectos que tienen sobre la salud, la forma de emplearlas y su compatibilidad con otras sustancias, (COLBACH, 2011). Esta información puede encontrarse en las HDS.

#### 5.6.2 Minimización de residuos

En el marco de la QV la ACS ha divulgado la filosofía “*Less is Better*” (“*Menos es mejor*”), la cual promueve la minimización de residuos químicos en los laboratorios. En su guía publicada exclusivamente “en línea”, propone la implementación de las siguientes estrategias y actividades para cumplir dicho objetivo (ACS, 2002).

1. Planificar para la prevención de la contaminación.
2. Controlar el inventario de reactivos y las estrategias de compra.
3. Reducir el uso de reactivos para minimizar los excedentes y residuos.
4. Tener conocimiento de la disposición y tratamiento de residuos.

Por su parte, el COLBACH recomienda las siguientes medidas para prevenir la generación de residuos químicos (COLBACH, 2011):

1. Solicitar al área central sólo la cantidad de reactivos necesaria. No se deben almacenar sustancias en exceso, ya que además de generar riesgos es posible que se contaminen o mermen.

2. Emplear en su totalidad las sustancias que fueron solicitadas. Esto se logra si se evita hacer las prácticas de manera demostrativas y todos los grupos realizan todas las actividades experimentales.
3. Desechar los residuos al término de cada práctica con lo que está estipulado en la *Guía Técnica de Higiene y Seguridad*

## 5.7 Principio de las 3R's

Los autores Vilches y Gil (2010) en su documento *¿Cómo puede contribuir cada ciudadan@ a construir un futuro sostenible?* promueven acciones en educación, referentes al uso de las “tres erres” (Reducir, Reutilizar y Reciclar), que favorecen un desarrollo sostenible. Hacen propuestas que intentan ir más allá del consumo responsable (... , apagar luces, etc.) y extenderse a acciones a realizar como profesionales y ciudadanos informados (Vilches y Gil, 2010). Algunas de ellas, enfocadas a la actividad escolar, se enlistan a continuación:

1. **Reducir** (no malgastar recursos).
  - Reducir el consumo de agua en la higiene.
  - Incorporar dispositivos de ahorro de agua en grifos, cisternas, etc.
  - Reducir el consumo de energía en iluminación.
  - Usar focos de bajo consumo y aprovechar al máximo la luz natural.
  - Disminuir el consumo de pilas y utilizar pilas recargables.
  - Reducir el uso de papel.
  - Reducir el uso de plásticos (elegir reciclables PET, HDPE, etc.), latas, objetos con pilas, materiales con sustancias tóxicas etc.
2. **Reutilizar** (todo lo que se pueda).
  - Reutilizar el papel.
  - Imprimir sobre papel ya utilizado por una cara.
  - Reutilizar el agua.
  - Recoger el agua del lavabo y el agua de lluvia para los inodoros.
  - Impulsar el compostaje.
3. **Reciclar** (proceso por el que se utiliza nuevamente un material).
  - Separar los residuos para su recogida selectiva.

- Llevar pilas, celulares, computadoras, aceite y productos tóxicos a los Centros de Recolección correspondientes.
- No verter residuos a los inodoros, tarjas o desagües.
- Los materiales que con mayor frecuencia se puede reciclar son: vidrio, cartón, papel, metales, y en ciertos casos los plásticos.

## 5.8 Seguridad en el laboratorio

El COLBACH posee una *“Guía Técnica de Higiene y Seguridad”* para el uso y aplicación del personal académico y administrativo de los Laboratorios, Almacenes de Laboratorio y Aulas-Laboratorio, misma que puede ser abordada de manera menos directa por los estudiantes. En ella se considera que la modalidad EMSAD, no por representar un menor riesgo, debe trabajar fuera de los lineamientos de higiene y seguridad establecidos (COLBACH, 2011). Para fines de los planteamientos que se hacen en este trabajo de tesis, es necesario hacer hincapié en que las actividades experimentales planteadas oficialmente, deben adecuarse a las necesidades de esta modalidad. El COLBACH (2011) define la Higiene como: *“el conjunto de normas y medidas que deben aplicarse para que un lugar determinado, en el que una persona realiza sus actividades, sea cómodo, limpio, funcional, saludable y seguro.* El concepto de Seguridad lo define como *“una condición de mínimo riesgo de accidente y de un ambiente que evite la afectación de salud física y mental de las personas”* (COLBACH, 2011).

## CAPÍTULO 6: METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la propuesta experimental se realizaron las siguientes actividades:

- (1) Análisis del plan de estudio de la DGB propuesto para la normalización de los planteles que desean entrar al SNB, mediante el MCC, acorde al Anexo Único de la RIEMS.
- (2) Revisión y análisis del programa de Química I de la DGB que corresponde al primer semestre, para identificar los temas en los que se pueden implementar actividades experimentales para el EMSAD.
- (3) Revisión de los Cuadernillos de Aprendizaje EMSAD en los aspectos experimentales.
- (4) Búsqueda bibliográfica de actividades experimentales en libros y documentos en línea, especializados en la enseñanza de Química y en páginas de instancias educativas dirigidas a la EMS, que tuvieran o pudieran adaptarse al enfoque de Sustentabilidad y QV.
- (5) Realizar pruebas de las actividades experimentales seleccionando y adaptando materiales y reactivos, con el fin de asegurar su ejecución en los Centros EMSAD. Se consideraron los siguientes aspectos:
  - ❖ Apoyo a los contenidos temáticos del plan de estudios del Bachillerato.
  - ❖ Uso de reactivos de uso común y fácil adquisición.
  - ❖ Uso de reactivos que no representaran riesgos para la salud y el ambiente.
  - ❖ Uso de materiales de fácil adquisición y uso, sin la necesidad de un laboratorio escolar formal.
  - ❖ Implementación de actividades experimentales con un mínimo impacto ambiental.
  - ❖ Adaptación a técnicas de Microescala.
  - ❖ Manejo responsable de los residuos obtenidos.
- (6) Integración de una propuesta de trabajo que apoye diferentes contenidos temáticos, con el fin que sea el Asesor (profesor) del Centro quien planifique la selección y realización de actividades, en los tiempos que considere adecuados.

- (7) Para cada actividad se proporcionan al Asesor (profesor) las referencias de la fuente original, para que las use de acuerdo a sus necesidades.
- (8) Se proporciona al Asesor una guía para el uso del Formato para la elaboración de un “Diagrama Verde”. Para cada actividad experimental se solicita a los alumnos la elaboración del diagrama correspondiente.

## CAPÍTULO 7: PROPUESTA DE TRABAJO PARA LA MODALIDAD EMSAD.

La Propuesta elaborada está dirigida al Asesor del Centro EMSAD y contiene materiales y recomendaciones exclusivas para su uso, así como hojas de trabajo dirigidas a los estudiantes. Se presenta en cinco módulos, cada una con varias actividades; al principio de cada módulo se presentan los contenidos temáticos que se apoyan. No es necesario realizar todas las actividades propuestas, el factor tiempo y las características de cada Centro y de cada grupo de alumnos serán la base para que el Asesor seleccione las que llevará a cabo. Algunas actividades tienen como objetivo que el alumno realice investigaciones en diferentes medios electrónicos o impresos; en caso de no tener acceso a ellos, la información que se presentó en los capítulos anteriores es útil para que se pueda cumplir este objetivo.

Las hojas de trabajo para los alumnos se marcan con la leyenda: *HOJA PARA EL ALUMNO* y se diseñaron de forma tal que puedan ser utilizadas en una versión tipo cuadernillo fotocopiable para cada alumno o para que el Asesor elabore una carpeta. La bitácora de trabajo será de apoyo para resolver los ejercicios, respuestas a las preguntas, anotaciones y observaciones.

**Módulo 1: ¿Química? ¿Para qué?** Tiene como objetivo que los alumnos contemplen a la Química como una herramienta útil para la vida y que se den cuenta de la necesidad de practicar una Química segura. Para ello se desarrolló una serie de actividades a realizar en forma previa a la actividad experimental. Entre ellas se consideran las medidas de Higiene y Seguridad para el trabajo en el laboratorio, la información proporcionada por las HDS, los rombos de seguridad y otros pictogramas.

**Módulo 2: Reacción química, reacciones de óxido reducción, reacciones ácido base, reacciones... ¿Y para qué?** Es una actividad enfocada a estudiar el tema de Reacción Química, con nueve experimentos que por decisión del Asesor pueden estudiarse en serie o individualmente.

**Módulo 3: ¿Qué tanto se forma y que tan rápido?** Está constituido por actividades que tienen como finalidad estudiar el tema Rapidez de una Reacción; también podría

utilizarse como un ejercicio de evaluación de acuerdo al nivel de profundidad establecido por el Asesor.

**Módulo 4: Integración de las Herramientas de Análisis de QV: Diagrama Verde.** Se propone la elaboración de un diagrama en el que se integran las Herramientas de Análisis de QV ya discutidas. La información que se presenta está dirigida al Asesor y orientada al uso de un Formato que sirve de guía para el análisis del *Acercamiento Verde* del trabajo experimental realizado por los alumnos.

**Módulo 5: Lecturas.** Está conformado por una compilación de documentos, artículos y/o recursos de libre acceso, que tienen la finalidad de proveer al Asesor de materiales que pueda trabajar con sus alumnos en un contexto rural, considerando que algunos de los Centros EMSAD carecen de una biblioteca y/o de servicios de Internet.

Al final del Capítulo se presenta un compendio de las referencias utilizadas para la elaboración de esta Propuesta.

## 7.1 Módulo 1: ¿Química? ¿Para qué?

Contenido temático que apoya:		
<b>BLOQUE I.</b>	<b>Reconoces a la Química como Herramienta para la vida.</b>	<b>10 horas</b>
En el Bloque I se reconocen los grandes momentos de la Química y su influencia en el desarrollo de la humanidad, conjuntamente con el estudio del método científico como herramienta importante para la resolución de problemas.		
<b>Desempeños del estudiante al concluir el bloque:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende el concepto de Química, su desarrollo histórico y su relación con otras ciencias.</li> <li>• Utiliza el método científico en la resolución de problemas de su entorno inmediato relacionados con la Química.</li> </ul>		
<b>Objetos de Aprendizaje:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Química.</li> <li>• El método científico y sus aplicaciones.</li> </ul>		

Aunque la propuesta de trabajo no considera la existencia de un laboratorio para el trabajo experimental, si debe contemplarse un espacio donde los alumnos puedan cuestionar premisas y donde experimentalmente puedan exponerse y resolverse o explicarse dudas y/o condiciones de conocimientos teóricos. El Asesor puede introducir a los alumnos a la importancia de practicar una Química segura y

responsable, mediante el uso de una o varias de las actividades que se presentan en este módulo.

Como primer paso se considera necesario que el alumno se familiarice con el material destinado a cada actividad experimental y que tome conciencia de que las medidas de seguridad están destinadas a un eficiente trabajo en el “laboratorio”, cuyo fin es cuidar la integridad propia y la del prójimo. Se presentan siete actividades y será labor del Asesor programar los tiempos que considere pertinentes para cada una, de acuerdo a su plan de trabajo y a los requerimientos del avance curricular. A continuación se presenta una descripción breve de cada actividad y posteriormente las correspondientes Hojas de Trabajo para el Alumno.

**7.1.1 “Accidentes Químicos en México”.** Para esta actividad se presenta una tabla en la que se sintetiza información referente a casos de emergencias ambientales asociados con sustancias químicas, acaecidos en México, la cual que debe ser discutida por los estudiantes con la guía del Asesor. La intención de esta información es que los alumnos comprendan la importancia del manejo adecuado de los productos químicos. Pudiera generarse un momento de desaliento para los alumnos, al considerar que la Química representa más riesgos que beneficios, pero conforme avancen en el desarrollo de la propuesta, se darán cuenta que la Química es mejorar nuestra vida diaria e impulsar un desarrollo sustentable.

Nota: La información referente a los rombos de seguridad (código NFPA) se presenta al alumno en la actividad del inciso a), “Conociéndonos todos nos tratamos mejor”.

**7.1.2 “La Química, mi mundo”.** La actividad y la lectura que se presentan permiten detectar que en varios casos la industria petroquímica y la de los fertilizantes han sido protagonistas de accidentes químicos. Sin embargo será importante hacer la reflexión de que sin la Química nuestra vida actual no sería como la conocemos: careceríamos de muchos implementos de vital importancia y probablemente habría un desabasto aún mayor de alimentos. Algunos ejemplos de las aplicaciones de la Química se encuentran en las lecturas del Módulo 5.

En México la agricultura es una actividad socioeconómica importante en las zonas rurales por lo que el Asesor debe guiar a la reflexión de un manejo adecuado de

las sustancias empleadas por esta industria, para lo que se sugiere hacer uso de la Lectura que se encuentra en el Módulo 5 *“Uso de Fertilizantes no Orgánicos”*

**7.1.3 “Revoluciona la química verde la industria manufacturera mundial”.** Se presenta un fragmento de una noticia periodística en la que se exponen las innovaciones de la Química que se están aplicando en la industria. Se considera la QV como una metodología viable en la búsqueda de la prevención de la contaminación. Con esto los alumnos pueden ver que la QV se está implementando y que las empresas apuestan a esta metodología.

**7.1.4 “Normas básicas de Higiene y Seguridad en el laboratorio”.** Es importante que los alumnos comprendan que a pesar de que la mayoría de los experimentos a realizar en esta propuesta, no presentan en si un riesgo potencial, ellos deben buscar siempre la implantación de prácticas seguras tanto en su vida cotidiana como en su futura práctica profesional. Se puede hacer uso de ejemplos sobre obedecer señales de tránsito, usar ropa de protección cuando se manipulan fertilizantes, etiquetar los envases utilizados, etc.

**7.1.5 “Conociéndonos todos nos tratamos mejor”.** Esta actividad tiene como finalidad dar a conocer los rombos de seguridad y la información básica que proporcionan las HDS y los pictogramas de identificación de las sustancias químicas. Con la comparación entre sustancias de la Lectura 7.1.1. *“Accidentes Químicos en México”* y las sustancias de uso común, es posible marcar las diferencias que deben aplicarse en su manipulación, almacenamiento y transporte.

Se proporciona una guía para la consulta de Hojas de Seguridad (HDS) en Internet y un ejemplo de ellas para el caso de no contar con el recurso.

Existen diversos tipos de pictogramas de Identificación de sustancias químicas, algunos con claves numéricas bastante complejas. Su interpretación no es la intención, sino sólo el conocimiento de su existencia. En la Figura 10 se presentan algunos ejemplos que se pueden presentar a los alumnos.

**7.1.6 “Apoyo para la elaboración de Carteles”.** Es un documento en el que se dan indicaciones básicas para la elaboración de carteles. Se propone su uso para que se

refuerce la idea de la implementación de una Química segura ya que se espera que en el marco del trabajo colaborativo, los alumnos elaboren carteles con diferentes temáticas, que lleven al grupo a una reflexión sobre los conceptos de QV y Sustentabilidad para así fomentar en ellos la concepción de una Química útil y relacionada con otras áreas. Se pretende que los alumnos expresen y comuniquen verbalmente las ideas de sus carteles. Algunos de los temas que se pueden considerar son los siguientes:

- **Accidentes químicos.** En noticias de periódico, televisión, internet y/o radio el alumno puede buscar algún accidente “reciente” relacionado con la industria química, y divulgarlo en una exposición de carteles lo que permitirá conducir la reflexión de los alumnos hacia la práctica de una Química segura y responsable.
- **Industria Química.** En equipo, los alumnos pueden elaborar carteles sobre la importancia y aplicación de los productos elaborados por diferentes industrias, que impliquen directamente a la Química o se encuentren relacionadas con ella.
- **Medidas de Higiene y Seguridad.** Pueden tomar como base el documento con el mismo nombre y exponer ideas o casos de riesgos que se corren cuando no se conocen o no se aplican las Normas de Higiene y Seguridad en el trabajo experimental y/o en cualquier actividad laboral y/o cotidiana. Por ejemplo se puede dar respuesta a la pregunta *“¿Qué riesgos están presentes cuando en una obra de construcción no se conoce o aplica la norma “Uso obligatorio de casco”?*
- **Certamen Presidencial sobre QV.** Con base en lo propuesto por Michael Cann los alumnos pueden elaborar carteles de los casos ganadores de este Certamen, haciendo uso de la Guía presentada en la Figura 7 del Marco Teórico. Si el Centro EMSAD no cuenta con acceso a Internet puede hacerse uso de la Tabla 5 del Marco Teórico para conducir a los alumnos a la reflexión de que la filosofía de trabajo de la QV se está materializando en camino hacia la Sustentabilidad.

A continuación se presenta el desarrollo de las actividades propuestas:

## 7.1.1

## Módulo 1: ¿Química? ¿Para qué?

## Lectura: “Accidentes Químicos en México”

En múltiples accidentes que han ocasionado muertes y daños irreversibles, se han visto involucradas sustancias químicas. Son estos accidentes los que nos dejan como experiencia la necesidad de una búsqueda común para prevenir y reducir todos los riesgos, por parte de autoridades, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, industria, trabajadores y ciudadanos, así como una respuesta eficiente y oportuna a emergencias que puedan derivarse de sustancias y/o procesos químicos. En la Tabla 1 se muestra de manera sintetizada, información de algunos accidentes, de origen químico, ocurridos en territorio mexicano, esta información la puedes ampliar consultado las referencias que se presentan al final de la lectura.

**Tabla 1. Información sobre algunos accidentes de origen químico ocurridos en México.**

Sustancia Química	Uso	Efectos o Daños	Tipo de accidente/ Lugar	Año
Fosgeno COCl <sub>2</sub> Código NFPA: S 4; I 0; R 1	Fabricación de plaguicidas.	Salud: sensación de quemazón, dolor de garganta, tos, dificultad respiratoria.	<b>Fuga.</b> Poza Rica, Veracruz.	1950
Petróleo Mezcla de Hidrocarburos	Industria petroquímica.	Ambiente: daños a aguas navegables de zona de pesca; daños a sitios turísticos; 10 años para reparar daños ecológicos.	<b>Derrame.</b> Pozo Ixtoc en la Sonda de Campeche.	1979
Propano C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> Código NFPA: S 1; I 4; R 0	Combustible gaseoso para usos domésticos, comerciales e industriales.	550 muertos y 5,000 damnificados por la explosión de tanques.	<b>Explosión.</b> San Juan Ixhuatepec, Estado de México.	1984
Pentaclorofenol Código NFPA: S 3; I 0; R 0 ácido 2,4-dichlorofenoxiacético (2,4-D) Código NFPA: S 3; I 0; R 0 Malatión. Código NFPA: S 1; I 1; R 0 MetilParatión Código NFPA: S 3; I 2; R 1 Paraquat Código NFPA: S 3; I 1; R 1	Agroquímicos.	Prácticamente desde que la planta inició sus operaciones, los vecinos se quejaron de efectos como irritación de ojos, nariz y garganta, que asociaban con sus actividades.	<b>Incendio.</b> Anaversa en Córdoba, Veracruz.	1991
	Industria petroquímica.	206 muertos y 6,500 damnificados.	<b>Explosión.</b> Drenaje de la	1992

Hidrocarburos			Ciudad de Guadalajara.	
Etano plus Código NFPA: S 3; I 1; R 1	Combustible. Presente en el gas natural.	La exposición a elevadas concentraciones puede causar asfixia por desplazamiento de aire. Se manifiestan síntomas como pérdida del conocimiento y de la movilidad. A bajas concentraciones puede causar narcosis, vértigos, dolor de cabeza, náuseas y pérdida de coordinación.	<b>Explosión.</b> Complejo procesador de gas en Reforma, Chiapas.	1996
Gasolina Código NFPA: S 1; I 3; R 0	Industria petroquímica.	Cuatro personas murieron y otras mil resultaron heridas.	<b>Incendio.</b> Terminal de Pemex ubicada en San Juan Ixhuatepec, Estado de México.	1996

No fue sino hasta la explosión en Guadalajara en 1992, que el Gobierno Federal tomó conciencia de esta problemática y creó la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), con facultades para vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental, velar por los intereses de la población en asuntos de protección y defensa del ambiente, así como para aplicar medidas de seguridad e imponer sanciones.

Para evitar que sigan ocurriendo este tipo de accidentes es necesario que se implementen medidas estratégicas que aborden la filosofía de la prevención, a fin de hacer que la industria Química siga siendo tan beneficiosa como lo ha sido siempre, pero de forma segura y ambientalmente compatible.

**Referencias:**

- Sarmiento, M. (2007). *Emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas en México*. Instituto Nacional de Ecología. Visto por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas/381/sarmiento.html>
- Albert, L. (2011). *Anaversa, a 20 años de un crimen impune*. La Jornada Ecológica. Visto por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www.jornada.unam.mx/2011/04/04/eco-c.html>
- Aparicio, J. (2009). *La explosión de Gases en San Juanico*. Visto por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www.proteccioncivil-andalucia.org/Documentos/SanJuanico.htm>

7.1.2

## Actividad: "La Química, mi mundo"

NOMBRE DEL ALUMNO: \_\_\_\_\_

Completa la siguiente actividad: Menciona algunos ejemplos de productos derivados, utilizados o asociados a las industrias de los fertilizantes y de la petroquímica. Elabora dibujos o pega recortes de los ejemplos mencionados.

Fertilizantes	Petroquímica

*Para meditar:*

- ¿Consideras que en tu comunidad son importantes las industrias de los fertilizantes y de la petroquímica? Justifica tu respuesta.
- ¿Consideras que la vida sería tal como la conoces sin estas industrias? ¿Por qué? Justifica tu respuesta.

## 7.1.3

**Lectura: "Revoluciona la química verde la industria manufacturera mundial"****(Adaptación)**

La revolución de la química verde recorre el mundo y promete ser rentable al tiempo de disminuir riesgos de desastres ambientales.

La "química verde" ya convirtió maíz en plástico biodegradable, desarrolló disolventes no tóxicos y redujo de manera drástica los contaminantes derivados de la manufactura de fármacos tan populares como el ibuprofeno.

*"La química verde tiene que ver con el desarrollo de nuevos productos y procesos que cumplan con el concepto del 'triple balance' en una empresa, es decir, con la medición los resultados en términos económicos, ambientales y sociales",* dijo en entrevista Robin Rogers, investigador y director del Centro para la Manufactura Verde, de la Universidad de Alabama, EUA.

Casi todas las manufactureras involucran procesos químicos. Pero recientemente, algunos científicos repensaron cómo elaborar estos productos sin tener que usar materiales tóxicos ni generar desechos contaminantes.

Los países, incluyendo a los pobres, que implementen una química verde serán globalmente competitivos y aumentarán su participación en el mercado, porque la tecnología es más barata y mejor, dijo Rogers.

La química verde es un asunto internacional, porque las emisiones contaminantes pueden tener un impacto global, dijo Kenneth Seddon, profesor de Química en la Universidad de Queen, en Irlanda.

La química verde a menudo conlleva costos menores, incluyendo la reducción o eliminación de los gastos derivados del tratamiento de residuos y desechos tóxicos. También disminuye los impactos ambientales lo cual volverá a las empresas más competitivas, acotó Seddon.

A la industria le gusta el concepto, pero investigaciones gubernamentales y académicas todavía tienen que captar todo su potencial, agregó.

## **Contesta las siguientes preguntas:**

- ¿Cuáles son las ventajas de la Química Verde?
- ¿Llevará la implementación de la Química Verde a la reducción de riesgos ambientales? ¿Por qué?
- Menciona algunas implicaciones de la Química Verde.
- ¿Sería importante la manipulación adecuada de las sustancias químicas? ¿Por qué?

## **Referencias:**

- Anónimo (2006.) *Revoluciona la química verde la industria manufacturera mundial*. La Jornada Ecológica. Visto por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www.jornada.unam.mx/2006/09/30/index.php?section=ciencias&article=a03n1cie>

**(Adaptación)**

En todo curso de Química es necesario contar con un espacio apropiado para realizar actividades experimentales, aunque no sea propiamente un laboratorio. En la siguiente lista se mencionan normas que deben cumplirse para el buen manejo y uso del material y reactivos disponibles. Es muy importante que comprendas que seguir estas reglas propicia tu propio bienestar y el de tus compañeros.

1. El Asesor debe conocer y/o implementar un sistema de alerta, zonas de seguridad, rutas de evacuación y las medidas de seguridad establecidas en su centro de trabajo.
2. Todas las actividades que se realicen deberán estar supervisadas por el Asesor.
3. Los alumnos deberán abstenerse de dejar objetos de valor a la vista, en el lugar de trabajo,
4. Para la realización de las actividades experimentales es obligatorio que los estudiantes usen ropa de protección (manga larga y algodón).
5. Durante la realización de actividades queda prohibido: fumar, consumir alimentos o bebidas y usar lentes de contacto. Evitar siempre que sea posible el uso de zapatos abiertos (tipo huarache o sandalia).
6. Todas las sustancias, equipos, materiales, etc., deberán ser manejados con el máximo cuidado, atendiendo a las indicaciones del Asesor.
7. Las puertas de acceso y salida deberán estar siempre libres de obstáculos, ser accesibles y estar en posibilidad de ser utilizadas ante cualquier eventualidad.
8. Se debe tener a la mano y en un lugar previamente asignado, un botiquín de primeros auxilios.
9. Queda prohibido desechar sustancias al drenaje o por cualquier otro medio. Las actividades experimentales deben mencionan o considerar la forma correcta de disposición de residuos.
10. Queda prohibido hacer uso de la pipeta con la boca.
11. Al finalizar las actividades experimentales el Asesor deberá verificar que el material quede lavado y bien guardado.
12. El material y reactivos deberán estar guardados en un lugar seguro.
13. Los estudiantes deben informar al Asesor si padecen enfermedades que requieran atención especial y puedan generar incidentes dentro del área de trabajo.

**Referencias:**

- Facultad de Química. *Reglamento de Higiene y Seguridad para los Laboratorios de la Facultad de Química de la UNAM*. Gaceta Facultad de Química. Visto por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/392.pdf>

**7.1.5**

**Documento: “Conociéndonos todos nos tratamos mejor”**

Durante tus actividades experimentales harás uso de materiales elaborados a partir de sustancias químicas, algunas podrás encontrarlas en la farmacia, en la tienda y hasta en tu hogar. Dependiendo de la cantidad a utilizar, “mucho o poco” y de las características propias de cada sustancia, se pueden clasificar en peligrosas o no peligrosas.

Una sustancia peligrosa es aquella que por sus propiedades físicas y químicas presenta la posibilidad de afectar la salud de las personas expuestas a ella, de inflamarse o reaccionar de manera especial o de causar daños materiales a las instalaciones al ser manejada, transportada, almacenada o procesada.

Es por tanto, muy importante que conozcas los sistemas de identificación de las sustancias químicas. En México se cuenta con sistemas oficiales para la identificación y comunicación de peligros y riesgos de sustancias químicas, que de acuerdo a sus características físicas y químicas, la cantidad y concentración utilizadas, puedan afectar la salud.

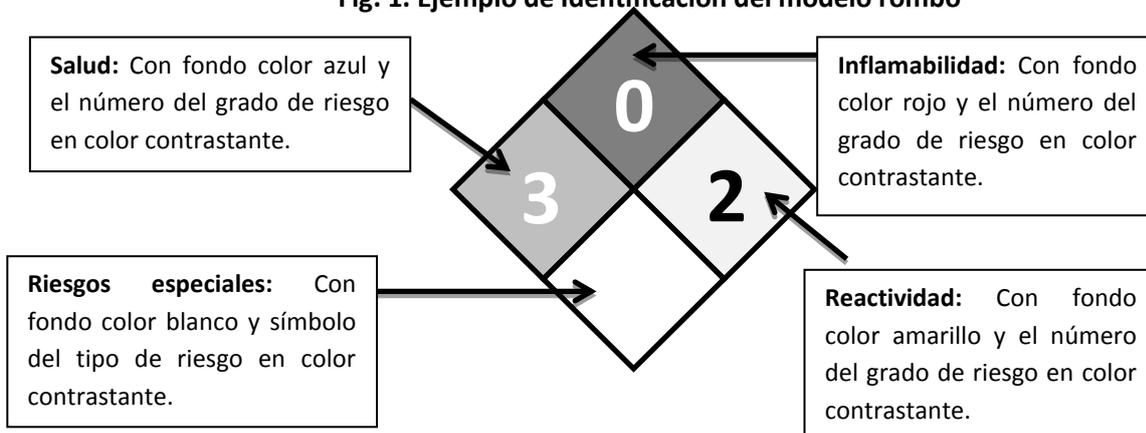
**a) Rombo de Seguridad o Modelo Rombo**

Uno de estos sistemas se llama “modelo rombo”, y el riesgo, es decir, la probabilidad de que una sustancia química peligrosa afecte la salud se califica con números del 0 al 4. (Ver Tabla 1 y Figura 1). Fue establecido por la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, en inglés, *National Fire Protection Association* (N.F.P.A).

**Tabla 1. Grado de Riesgo.**

0	Mínimamente peligroso
1	Ligeramente peligroso
2	Moderadamente peligroso
3	Seriamente peligroso
4	Severamente peligroso

**Fig. 1. Ejemplo de Identificación del modelo rombo**



**Riesgo a la salud:** es la probabilidad de que una sustancia química peligrosa pueda causar directa o indirectamente lesión temporal, permanente o la muerte del trabajador por ingestión, inhalación o contacto.

**Riesgo de inflamabilidad:** es la probabilidad que tienen las sustancias químicas para arder en función de sus propiedades físicas y químicas.

**Riesgo de reactividad:** es la probabilidad que tienen las sustancias químicas para liberar energía al entrar en contacto con otras, y que varía al modificar las condiciones de presión y temperatura.

Para identificar los **riesgos especiales** se deben usar las letras OXI para indicar la presencia de una sustancia oxidante; usar el símbolo  $\text{W}$  para indicar que una sustancia puede tener una reacción peligrosa al entrar en contacto con el agua; opcionalmente usar las letras o símbolos del equipo de protección personal.

Te presentamos ejemplos de códigos de sustancias de uso común. En tu bitácora elabora algunos rombos de seguridad y compáralos con los rombos de la lectura: “Accidentes químicos en México”. Comenta con tus compañeros su interpretación.

**Tabla 2. Sustancias químicas de uso común con su código N.F.P.A.**

Sustancias	Uso común	Código N.F.P.A.			
		Salud (S)	Inflamabilidad (I)	Reactividad (R)	Riesgos especiales (RE)
Ácido oleico: $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$	Componente del aceite de oliva	0	1	0	-
Cloruro de Sodio: NaCl	Sal de mesa	1	0	0	-
Sacarosa: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	Azúcar	1	1	0	-
Hierro: Fe	Algunas esponjas para lavar trastes	1	0	1	-
Peróxido de hidrógeno: $\text{H}_2\text{O}_2$ al 3%	Agua oxigenada	2	0	1	OX
Sulfato de Calcio: $\text{CaSO}_4$	Yeso	0	0	0	-

- Dibuja en tu bitácora los rombos de las sustancias mencionadas en la tabla anterior.
- En el siguiente cuadro, compara la información de riesgos que presentan las sustancias de la Tabla 2. De este documento “Sustancias Químicas de uso común” con la Tabla de la “Lectura: Accidentes Químicos en México”, para analizar el tipo

de precauciones que se deben tomar al manipularlas. Como apoyo se te proporciona un ejemplo. (Realiza tus anotaciones en tu bitácora)

Código N.F.P.A.	Sustancia involucrada en accidente	Sustancia de uso común	Reflexión: ¿Las sustancias comparadas deberían tener el mismo tipo manipulación? Justifica tu respuesta
Salud (S)	Fosgeno COCl <sub>2</sub> S 4; I 0; R 1	Cloruro de Sodio NaCl S 1; I 0; R1	No, ya que vemos que en la manipulación del fosgeno el riesgo para la salud es muy alto, causa una sensación de quemazón, dolor de garganta, tos y dificultad respiratoria, por lo que para utilizarlo es indispensable protección; mientras que el cloruro de sodio lo usamos comúnmente como sal de mesa y lo utilizamos en la preparación de alimentos.
Inflamabilidad (I)			
Reactividad (R)			
Riesgos especiales (RE)			

- ¿Consideras que es útil la información que te proporcionan los Rombos de Seguridad? ¿Por qué?

## b) Hojas de Seguridad

Debes saber que para que se realice un manejo adecuado de las sustancias químicas, en la industria se utilizan las Hojas de Datos de Seguridad, mejor conocidas como HDS o MSDS (por sus siglas en inglés, *Material Safety Data Sheet*), que nos proporcionan información inmediata de las sustancias químicas. Este es el contenido mínimo de información que debe contener una HDS:

SECCION I. Datos generales de la HDS.	SECCION VII. Riesgos de Salud y primeros auxilios.
SECCION II. Datos de la sustancia química.	SECCION VIII. Indicaciones en caso de fuga o derrame.
SECCION III. Identificación de la sustancia química.	SECCION IX. Protección especial específica en caso de emergencia.
SECCION IV. Propiedades físicas y químicas.	SECCION X. Información sobre transportación.
SECCION V. Riesgos de fuego o explosión.	SECCION XI. Información sobre ecología.
SECCION VI. Datos de reactividad.	SECCION XII. Precauciones especiales.

Si tienes acceso a Internet puedes consultar la HDS o MSDS de algún reactivo. De cualquier manera aquí te proporcionamos un ejemplo de la misma y una guía rápida para su

consulta. En el Navegador y buscador de preferencia escribe MSDS “Nombre de la sustancia”  
 Por ejemplo: MSDS Ácido clorhídrico.



Puedes consultar las diversas opciones. En la figura 2 se presenta un ejemplo de Hoja de Seguridad tomado del siguiente enlace web para su consulta con fines educativos:

[http://www.mexichem.com/docs/hojas\\_seguridad/HDS%20ACIDO%20CLORHIDRICO%20EL%20SALTO.pdf](http://www.mexichem.com/docs/hojas_seguridad/HDS%20ACIDO%20CLORHIDRICO%20EL%20SALTO.pdf)

### c) Pictogramas de Identificación de Sustancias Químicas

Actualmente la Legislación Mexicana permite el uso de otros pictogramas de identificación seguridad, algunos están enfocados al transporte de sustancias químicas, otros están basados en el acuerdo geográfico. La Organización de las Naciones Unidas clasifica a los productos químicos por el riesgo que representan bajo una simbología basada en numeración que el organismo asigna. Por otra parte ha establecido un Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS).

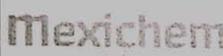
En la siguiente tabla dibuja Pictogramas de Seguridad representativos de cada sistema de clasificación:

Sistema	Sustancia	Pictograma
Rombo de Seguridad		
Clasificación de la ONU		
GHS		

#### Referencias:

- MEXICHEM. *Hoja de Seguridad del Ácido clorhídrico al 30%*. Vista por última vez el 14 de Enero de 2014 en:  
[http://www.mexichem.com/docs/hojas\\_seguridad/HDS%20ACIDO%20CLORHIDRICO%20EL%20SALTO.pdf](http://www.mexichem.com/docs/hojas_seguridad/HDS%20ACIDO%20CLORHIDRICO%20EL%20SALTO.pdf)
- STPS (2000). Guía Informativa de la Norma Oficial Mexicana: NOM-018-STPS-2000. *Sistema para la Identificación y Comunicación de Peligros y Riesgos por Sustancias Químicas Peligrosas en los Centros de Trabajo*. Vista por última vez el 14 de Enero de 2014 en:  
[http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/guias/Guia\\_018.pdf](http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/guias/Guia_018.pdf)

Figura 2. Ejemplo de Hoja de Seguridad de una sustancia química.

		<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA MATERIALES PELIGROSOS</b>		<b>ÁCIDO CLORHÍDRICO</b>										
<small>ETIQUETAS DE RIESGO PRIMARIO DEL ACIDO</small>		<small>FECHA DE ELAB. MAY 98</small>		<small>FECHA DE REV. ENE 2010</small>										
<b>I. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA</b>														
		<b>NOMBRE DEL FABRICANTE O PROVEEDOR:</b> Mexichem Derivados S.A. de C.V., Planta El Salto												
		<b>DOMICILIO COMPLETO:</b> Km 22.5 Carretera Guadalajara El Salto, El Salto, Jalisco <b>EN EMERGENCIAS COMUNICARSE AL TELEFONO:</b> 01 33 3284 8500, Fax: 01 33 3688 0952												
<b>II. IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA QUIMICA PELIGROSA</b>														
<b>NOMBRE QUIMICO:</b> <b>ACIDO CLORHIDRICO</b>		<b>NOMBRE COMERCIAL:</b> Acido Clorhidrico al 30%		<b>SINONIMOS:</b> Ácido Muriático										
<b>FORMULA QUIMICA:</b> HCl		<b>FORMULA MOLECULAR:</b> HCl		<b>FORMULA DESARROLLADA:</b> H-Cl										
<b>GRUPO QUIMICO:</b> Acido Fuerte Inorgánico		<b>PESO MOLECULAR:</b> 36.5 gr / mol		<b>IDENTIFICACION UN 1789, CAS 7647-01-0, EINEC 231-595-7, RTECS MW4025000</b>										
<b>III. IDENTIFICACION DE COMPONENTES PELIGROSOS</b>														
NOMBRE DEL COMPONENTE	% PESO	No ONU	No CAS	CPT	CCT	P	IPVS	GRADO DE RIESGO						
				mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	S	H	R	ESP	E P P		
Cloruro de Hidrógeno	30	1789	7647-01-0	-	7	7	70	3	0	1	ACID	Traje completo de hule, goggles, careta, guantes		
<b>IV. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS</b>														
1. ESTADO FISICO	Líquido		13. CAPACIDAD CALORIFICA	No Relevante										
2. COLOR	Incoloro, amarillo		14. DENSIDAD DE VAPOR (aire = 1)	1.257										
3. OLOF	Picante, irritante		15. DENSIDAD RELATIVA (agua = 1)	1.19										
4. TEMPERATURA DE EBULLICION	90° C (30%)		16. DENSIDAD DEL GAS SECO	No Aplica										
5. TEMPERATURA DE FUSION	-46.2° C (31.24%)		17. DENSIDAD DEL LIQUIDO	1.19 gr / cc (30%)										
6. TEMPERATURA DE INFLAMACION	No Aplica		18. RELACION GAS / LIQUIDO	No Aplica										
7. TEMPERATURA DE AUTOIGNICION	No Aplica		19. COEFICIENTE DE EXPANSION	No Aplica										
8. L.S. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD	No Aplica		20. SOLUBILIDAD EN AGUA	823 gr/lit (0°C), alcohol, eter, benceno										
9. L.I. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD	No Aplica		21. PRESION DE VAPOR	15 mm Hg (20° C y 30%)										
10. CALOR DE COMBUSTION	No Aplica		22. % DE VOLATILIDAD	No determinado										
11. CALOR DE VAPORIZACION	98.6 cal/gr		23. VEL. DE EVAPORACION (butilacetato=1)	Menor de 1										
12. CALOR DE FUSION	476 cal/mol		24. TEMPERATURA DE DESCOMPOSICION	1,782° C										
<b>V. RIESGOS DE FUEGO, O EXPLOSIÓN</b>														
A. MEDIO DE EXTINCION	CO <sub>2</sub> X	NIEBLA DE AGUA X	ESPUMA X	PQS X	OTRO (especificar)									
B. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	Usar ropa de hule (traje completo, guantes, botas) goggles, careta y casco de seguridad. Como protección para los vapores use una mascarilla con cartucho para vapores ácidos o equipo de respiración autónoma (SCBA) con aire a presión													
C. PROCEDIMIENTO Y PRECAUCIONES ESPECIALES EN EL COMBATE DE INCENDIOS	Aísle de 25 a 50 metros para derrames pequeños y de 800 metros en todas direcciones si un carro tanque o pipa se ve involucrada en un incendio. Aléjese si las válvulas de seguridad abren o si se presentan ruidos, deformaciones o decoloración en los recipientes. Evalúe los riesgos y haga su plan de ataque. Use niebla de agua para minimizar la dispersión en el aire de los vapores de ácido si existe algún derrame. Enfriar los recipientes y tanques de almacenamiento con niebla de agua. No aplique el agua directamente o al interior de los recipientes.													
D. CONDICIONES QUE CONDUCEN A OTRO RIESGO ESPECIAL	El ácido es una sustancia no combustible, no inflamable, no explosiva, pero reacciona con la mayoría de los metales generando hidrógeno gas, pudiendo éste formar mezclas inflamables y explosivas en el aire.													
E. PRODUCTOS DE LA COMBUSTION TOXICOS O NOCIVOS PARA LA SALUD	Muy reactivo con los gases de combustión de sustancias químicas involucradas en un incendio, formándose los respectivos cloruros.													
<b>VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD</b>														
A. SUSTANCIA	ESTABLE <input checked="" type="checkbox"/>	INESTABLE	EXTREMADAMENTE INESTABLE											
B. CONDICIONES A EVITAR	Evite la generación de vapores y su emisión al ambiente. Evite el almacenamiento con materiales incompatibles.													
C. INCOMPATIBILIDAD (Sustancias a Evitar)	Reacciona violentamente con: anhídrido acético, alcohol + cianuro de hidrógeno, hidróxido de amonio, carburo de calcio, fosfuro de calcio, formio etanol, ácido clorosulfónico, etilendiamina, oleum, ácido perclórico, óxido de polipropileno, perclorato de plata + tetracloruro de carbono, ácido sulfúrico, acetato de vinilo, U <sub>2</sub> F <sub>6</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , Cs <sub>2</sub> C <sub>2</sub> , Li <sub>2</sub> Si, Mg <sub>2</sub> B <sub>2</sub> , HgSO <sub>4</sub> , RbC <sub>2</sub> H, Rb <sub>2</sub> C <sub>2</sub> , metales alcalinos (Na, K, Li, Cs), Hg, Ag, Au, Pt, Ta, alloys de cobre. Mezclado con formaldehído genera el bis clorometil éter que es un potente cancerígeno humano.													
D. PRODUCTOS PELIGROSOS DE LA DESCOMPOSICION	Hidrógeno, Cloruro de Hidrógeno		POLIMERIZACION ESPONTANEA		PUEDE OCURRIR <input checked="" type="checkbox"/>									
			CONDICIONES A EVITAR: No almacene ácido con materiales incompatibles											

VII. RIESGOS A LA SALUD (TOXICIDAD)			
VII.1 Efectos a la Salud por Exposición Aguda			
Límite de Exposición	ppm	mg/m <sup>3</sup>	Tipo de organismos que se sometieron a la exposición del agente químico
LMPE ó TLV <sup>o</sup> CPT ó TWA	-	-	Concentración promedio ponderada en 8 horas de trabajo para humanos sin efectos adversos a la salud
LMPE-CT	5	7	Concentración máxima a corto tiempo (15 min) en 8 horas de trabajo para humanos, con intervalos de al menos una hora de no exposición entre cada periodo de exposición
LMPE-CT ó Pico	5	7	Concentración que no debe rebasarse en ningún momento durante la exposición del trabajador.
IPVS ó IDLH, CI <sub>B<sub>MS</sub></sub> ó IC <sub>LO</sub>	50	70	Concentración tóxica baja por inhalación reportada para humanos en una hora de exposición
LC <sub>LO, inh</sub>	1,300	1,950	Concentración letal baja por inhalación para seres humanos para media hora de exposición
LC <sub>50, inh</sub>	3,124	4,686	Concentración letal por inhalación para el 50% de las ratas en una hora de exposición
LD <sub>50 oral</sub>	900 mg/kg/día		Dosis letal oral para el 50 % de los conejos
Rutas Potenciales de Ingreso al Organismo			
A. INHALACIÓN. Principal Riesgo de Exposición. Puede ocasionar rinitis (inflamación de las mucosas de la nariz), tos, ronquera, inflamación y ulceración del tracto respiratorio, necrosis del epitelio bronquial, dolor de pecho, sofocación, perforación nasoséptica, erosión dental, laringitis, bronquitis, neumonía y edema pulmonar, dolor de cabeza, palpitación ( latido acelerado del corazón), desequilibrio, la muerte por asfixia debido al edema glótico o laringeal			
B. INGESTIÓN. Puede ocasionar desde irritación hasta corrosión de boca, garganta, esófago y estómago. Puede producir debilidad y pulso rápido, salivación, náuseas, vómito con sangre y perforación del tracto intestinal, diarrea, convulsiones y fiebre, ansiedad, nefritis (inflamación del riñón), shock y sobrevenir la muerte por colapso circulatorio, peritonitis o hemorragia gástrica. Las quemaduras en la boca y labios se tornan de color blanquecino y posteriormente pueden presentar color café oscuro			
C. OJOS (contacto). A baja concentración de vapores o neblanas (10-35 ppm) puede ocasionar irritación inmediata con enrojecimiento de los ojos, vapores mas concentrados o salpicaduras pueden causar irritaciones severas de las conjuntivas (conjuntivitis) con sensación de intenso ardor y fuerte lagrimeo, erosión corneal, necrosis de la conjuntiva y epitelio corneal. Puede provocar quemaduras químicas graves y ceguera permanente.			
D. PIEL (contacto y absorción). Causa depilación, zonas de eritema (inflamación de la piel) con ardor, enrojecimiento. Puede provocar ulceraciones y quemaduras químicas pudiendo dejar cicatrices			
VII.2 Efectos a la Salud por Exposición Crónica			
SUSTANCIA CONSIDERADA COMO: CANCERIGENA No TERATOGENICA. No MUTAGENICA. No OTRO Irritante, Corrosiva			
POR LA DEPENDENCIA U ORGANISMO STPS (NOM-010-STPS-1999) X OSHA X NIOSH X ACGIH X OTRO EPA			
VII.3 Información Complementaria			
La exposición prolongada y repetida aún a bajas concentraciones de vapores de ácido puede provocar dermatitis crónica, fotosensibilización, sangrado de nariz, gastritis, clorosis, corrosión y decoloración de dientes, agravar problemas de asma, bronquitis, enfisema, baja en la capacidad pulmonar y daño crónico a la garganta y senos nasales. Para un LOAEL en ratas de 15 mg/m <sup>3</sup> , la EPA ha reportado una RIC de 0.02 mg/m <sup>3</sup> para una vida media estimada en humanos sin que se presenten efectos adversos en la salud, pero no ha establecido una RID. Exposición prolongada de ratas a inhalación de ácido clorhídrico desarrollaron severa disnea, cianosis, se alteró su ciclo reproductivo y se incrementó la mortalidad fetal por bajo peso. No se considera al ácido clorhídrico potencialmente genotóxico o carcinógeno en humanos. La LC <sub>50, inh</sub> en ratas es de 4,686 mg/m <sup>3</sup> y de 1,662 mg/m <sup>3</sup> en ratones, ambos en una hora de exposición. Una LC <sub>50, inh</sub> reportada para seres humanos es de 3,000 ppm en 5 minutos de exposición. El límite de exposición al ácido clorhídrico establecido por OSHA (PEL), ACGIH (TLV), NIOSH (REL) y DFG (MAK) es de 5 ppm ó 7 mg/m <sup>3</sup> . Los órganos blanco son principalmente vías respiratorias, pie y ojos			
VII.4 Emergencias y Primeros Auxilios			
A. INHALACIÓN: Retirar a la víctima del área contaminada llevándola a un lugar ventilado. Si hay paro respiratorio aplicar respiración artificial o puede aplicar oxígeno húmedo con borboteador. Obtenga atención médica de inmediato.			
B. INGESTIÓN: Si la persona esta consciente dé a beber agua fría o leche de magnesia. <b>No induzca el vómito.</b> Obtenga atención médica de inmediato.			
C. OJOS (contacto): Lave los ojos con abundante agua corriente ocasionalmente girando el globo ocular y abriendo y cerrando los párpados con el objeto de lavar perfectamente toda la superficie del ojo. Haga el lavado al menos durante 30 minutos. Consulte a un médico de inmediato.			
D. PIEL (contacto y absorción): Retire de inmediato la ropa contaminada y lave la piel con abundante agua corriente mínimo durante 30 minutos y de preferencia bajo una regadera de emergencia. Jabones alcalinos pueden ayudar a calmar el ardor. Consulte a un médico de inmediato.			
E. OTROS RIESGOS A LA SALUD: Sustancia con pH ácido (1.1), corrosiva a todos los tejidos por contacto, inhalación o ingestión provocando ulceraciones y quemaduras de severas.			
F. ANTIDOTO (dosis en caso de existir): No Conocido			
G. INFORMACION PARA ATENCION MEDICA PRIMARIA: Evaluaciones médicas deben ser hechas al personal a partir de cuando presentan signos o síntomas de irritación de piel, ojos o tracto respiratorio alto. Cada emergencia médica es única dependiendo del grado de exposición al ácido clorhídrico, pero algunos tratamientos médicos exitosos fueron los siguientes			
a) Para ingestión de a beber leche 240 ml (8 onzas) seguida de una canalización para lavado gástrico. Evalúe quemaduras por medio de una endoscopia o laparotomía para descartar hemorragias gástricas o perforación gastrointestinal. Administre de 10 a 20 ml/kg de fluidos isotónicos para casos de hipotensión y si ésta persiste administre dopamina de 5 a 20 mcg/kg/min o norepinefrina de 0.1 a 0.2 mcg/kg/min. Si hay necrosis gastrointestinal o perforación administrar esteroides seguido de esofagogramas para verificar formación de estricturas.			
b) Para inhalación monitore el estrés respiratorio. Si persiste la tos evalúe la irritación o quemaduras en tracto respiratorio, desarrollo de bronquitis o neumonía química, suministre oxígeno húmedo de 10 a 15 litros/min y trate los broncoespasmos con corticoesteroides en aerosol, broncodilatadores y antibióticos. Si existe edema pulmonar no cardiogénico mantenga la oxigenación y evalúe frecuencia arterial y oximetría de pulso. Si existe hipotensión siga el tratamiento anterior. El isoproterenol o aminofilina resultó exitosa en conejos que inhalaban ácido clorhídrico			
c) Para irritación o quemaduras de piel lave con agua y jabones alcalinos. En caso de desarrollar hipersensibilización usar corticoesteroides sistémicos y tópicos o antihistaminas.			

III.- PROTECCIÓN PERSONAL EN CASO DE EMERGENCIAS				
<p>A. <b>ROTECCION RESPIRATORIA</b> De 0 a 50 ppm use mascarilla COMFO con filtros para vapores ácidos, cubre nariz y boca. De 51 a 200 ppm use mascarilla tipo barbilla la cual cubre toda la cara y equipo con suministro de aire autónomo (SCBA). Más de 200 ppm use equipo de respiración autónoma con aire a presión y traje encapsulado. El equipo de respiración debe estar autorizado por normas oficiales mexicanas o la NIOSH.</p> <p>B. <b>PROTECCIÓN PARA LA PIEL.</b> Use traje completo, botas y guantes de hule, neopreno o PVC. Use las botas por dentro del pantalón.</p> <p>C. <b>PROTECCION PARA LOS OJOS:</b> Use goggles y careta contra salpicaduras.</p> <p>D. <b>HIGIENE.</b> Evite el contacto con la piel y evite respirar vapores de ácido. No coma, no beba, no fume en el área donde se maneja el ácido. Lávese las manos antes de comer, beber o usar el retrete. Lave con agua la ropa o equipo de protección contaminado antes de ser usado nuevamente.</p> <p>E. <b>VENTILACION</b> La necesaria para mantener la concentración en el aire abajo de 5 ppm ó 7 mg/m<sup>3</sup>. La ventilación debe ser directa al exterior e independiente.</p> <p>F. <b>OIRAS MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCION</b> Regaderas y lavaojos de emergencia deben estar cerca de los lugares donde se maneja el ácido. Efectúe monitoreos de ácido en el medio ambiente laboral con regularidad para proteger la salud del trabajador de acuerdo a lo establecido en la norma NOM-010-STPS-1999 y Método de Análisis O2/ de la misma norma o se puede usar el método NIOSH /903. Se recomienda hacer los siguientes exámenes médicos al personal potencialmente expuesto: rayos X de pecho, aire expirado y pruebas de funcionalidad pulmonar.</p>				
IX.- INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME				
<p>A. Restrinja el acceso al área afectada. Use el equipo de protección recomendado.</p> <p>B. Trate de controlar el derrame proveniente del contenedor: cierre válvulas, tapone orificios, reacomode el contenedor, trasvase el recipiente, etc.</p> <p>C. Los derrames deberán ser contenidos por diques de material inerte y absorbente tales como arena, tierra, vermiculita, poliacrilamida no iónica o hidroxietilcelulosa u otro dispositivo apropiado. Evite que el derrame llegue a fuentes de abastecimiento de agua o al alcantarillado. Use niebla de agua sobre los vapores para evitar su dispersión.</p> <p>D. Recoja el material derramado en recipientes apropiados.</p> <p>E. Una vez recogido el derrame y sobre el área afectada:</p> <p>a) Neutralice con carbonato de sodio, óxido de calcio, carbonato de calcio, bicarbonato de sodio o hidróxido de calcio (cal) y lave con agua ó</p> <p>b) Lave cuidadosamente con abundante agua el ácido remanente.</p>				
X.- INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN				
<p>A. <b>PRECAUCIONES PARA TRANSPORTE</b> Use solo unidades autorizadas para el transporte de materiales peligrosos que cumplan con la regulación de la SCT y demás autoridades federales así como con las sugerencias hechas por el fabricante. En el caso de emergencia en transportación consulte la Hoja de Emergencia en Transportación (HET) y la Guía Norteamericana de Respuesta en Caso de Emergencia No. 157. llame al SETIQ día y noche al Tel. (01) 800 00-214-00, en el D.F. al 01 (55) 5559-1588, CENACOM (01) 800 00-413-00 y en el D.F. al 01 (55) 5550 1552, 5550 1496.</p>				
B. CLASIFICACION SCT ó DOT:	C. ETIQUETA DEL ENVASE ó EMBALAJE	D. ROMBO DE IDENTIFICACION EN TRANSPORTE: UN 1789	E. ROMBO PARA EL ALMACENAMIENTO	
Denominación: Ácido Clorhídrico en solución				
Clasificación: Clase 8, Sustancia Corrosiva				
XI.- INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGIA				
<p>A. <b>AIRE</b> No hay suficiente evidencia del impacto ambiental del ácido clorhídrico en el aire (atmósfera).</p> <p>B. <b>AGUA</b> El ácido clorhídrico se disocia casi completamente y reacciona rápidamente con sales presentes sobre todo en aguas residuales. Esta reacción produce cloruros.</p> <p>C. <b>AGUA PARA BEBER.</b> Los cloruros en el agua para beber no deben ser mayores a 250 ppm, ya que a concentraciones superiores pudiera generar diarreas.</p> <p>D. <b>SUELO</b> El ácido clorhídrico reacciona con todos los componentes químicos del suelo formando cloruros que dependiendo de su solubilidad, son fácilmente lavados con agua así mismo disuelve todos los carbonatos. Un derrame de ácido pudiera dañar temporalmente la zona de suelo afectado formando cloruro férrico y manchando el suelo de color amarillento rojizo.</p> <p>E. <b>FLORA Y FAUNA.</b> El ácido es tóxico para los seres vivos (plantas y animales), sobre todo para los de medio acuático, (peces y microorganismos). La TLm en <i>Gambusia affinis</i> (pez mosquito) es de 282 ppm/96 horas en agua fresca y una LC50 en <i>Carassius auratus</i> (pez dorado) es de 178 mg/litro. La toxicidad aguda en plantas se manifiesta por amarillamiento y defoliación. No existe potencialidad de factores de bioacumulación o bioconcentración.</p> <p>F. Los residuos de absorbentes con ácido no neutralizados se clasifican como peligrosos de acuerdo al análisis CRETIB ya que son <b>CORROSIVOS</b>.</p> <p>G. Su manejo y disposición final debe ser acorde a Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Reglamento de la L.G.E.P.A. en Materia de Residuos Peligrosos, las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en este rubro y demás ordenamientos técnico-legales federales, estatales o municipales aplicables.</p>				
XII.- PRECAUCIONES ESPECIALES DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO				
<p>A. Evite la formación de neblinas durante las maniobras de carga y descarga en sus almacenes. Instale sistemas de absorción de vapores ácidos.</p> <p>B. Use el equipo de protección personal recomendado y tenga disponible regadera y lavaojos de emergencia en el área de almacenamiento.</p> <p>C. Almacene en contenedores cerrados de FRP (fibra de vidrio reforzada con poliéster) o acero al carbón con recubrimiento interior.</p> <p>D. Coloque la señalización de riesgo de acuerdo a la normatividad aplicable tales como: etiquetas, rombos o señalamientos de advertencia.</p> <p>E. El lugar de almacenamiento debe estar ventilado y separado de las áreas de trabajo y mucho tránsito.</p> <p>F. Inspeccione periódicamente los recipientes para detectar daños y prevenir fugas.</p> <p>G. Es recomendable que los tanques de almacenamiento tengan diques o dispositivos de control de derrames.</p> <p>H. Evite almacenar otros productos químicos incompatibles junto al ácido ya que pudieran reaccionar violentamente: inflamables, oxidantes orgánicos y demás listados en la sección de reactividad.</p>				
XIII.- INFORMACIÓN ADICIONAL				
<p>Marco Regulatorio: El ácido clorhídrico está regulado por las siguientes dependencias: SCT, SEMARNAT (PPA), STPS, SSA, DOT, EPA (SARA III ó EPCRA 302, CAA 112, CERCLA 42), FIFRA, TSCA, SDWA ó NPDES, CWA, FDA, OSHA, NIOSH.</p>				

### “Apoyo para la elaboración de carteles”

Puedes elaborar carteles que contengan información sobre algún tema específico o en los que desees compartir los resultados que obtuviste en tus actividades experimentales. Debes seguir una regla general para elaborarlos, se denomina “poco y grande”: con contenido resumido pero de buen tamaño para ser leído.

#### **Principios generales para elaborar carteles:**

**Simpleza e inteligencia:** un cartel requiere de frases cortas, concisas y precisas que resalten lo relevante del trabajo a presentar.

**Diseño:** el contenido es lo esencial. El tamaño usual del cartel es un metro de ancho por un metro de alto. Las letras deben tener un espacio y tamaño adecuados a fin de facilitar su lectura desde una distancia superior a dos metros. En cada parte del cartel debe haber un máximo de 10 a 15 líneas. Es preferible usar mensajes cortos en viñetas, columnas, cuadros y gráficas y no texto narrativo.

**Contenido:** los componentes usuales del cartel científico son: título, autores, resumen, introducción, métodos, resultados y conclusiones.

En los carteles referentes a un trabajo de investigación deben aparecer los siguientes apartados:

**Título:** debe ser corto, llamativo y conciso, que anuncie lo esencial del trabajo o su resultado principal.

**Autores:** nombre y apellidos de los autores del trabajo.

**Resumen:** debe ser conciso y expresar lo más relevante del trabajo

**Introducción:** indica la naturaleza y enfoque del problema, incluye el objetivo del trabajo.

**Material y métodos:** se describe de manera concisa pero precisa cómo se hizo el trabajo. Se incluye el diseño del estudio y el análisis de los datos.

**Resultados:** se informan los hallazgos mayores del estudio en forma de cuadros resumidos o gráficas. Evitar el texto narrativo en este apartado.

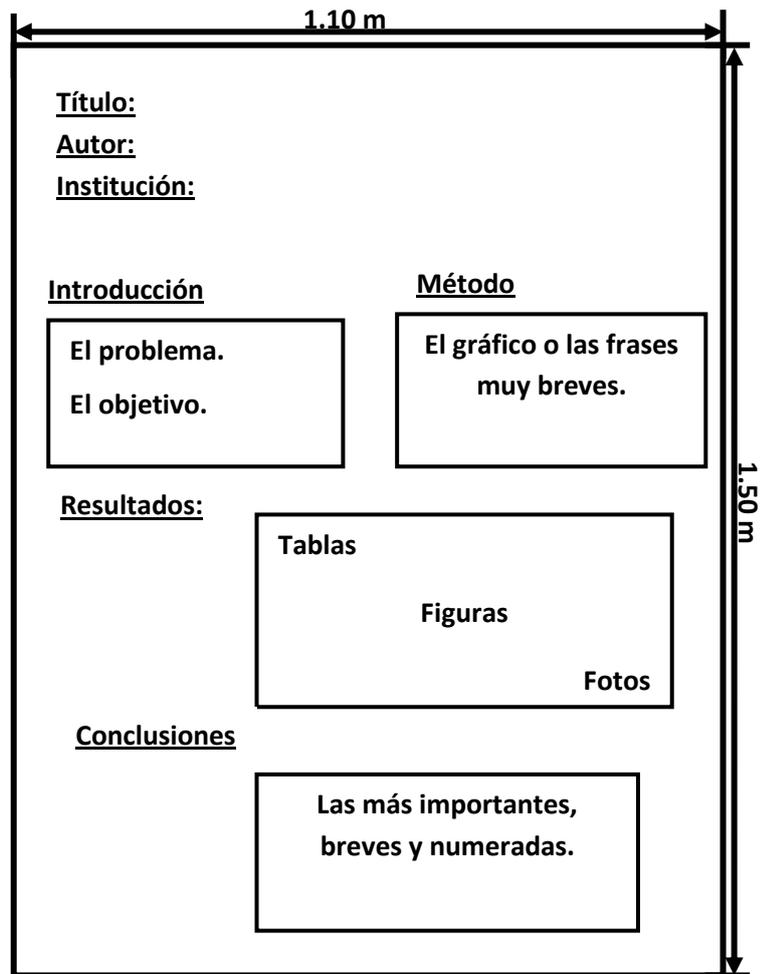
**Conclusión:** aparece la enseñanza principal.

#### **Referencias:**

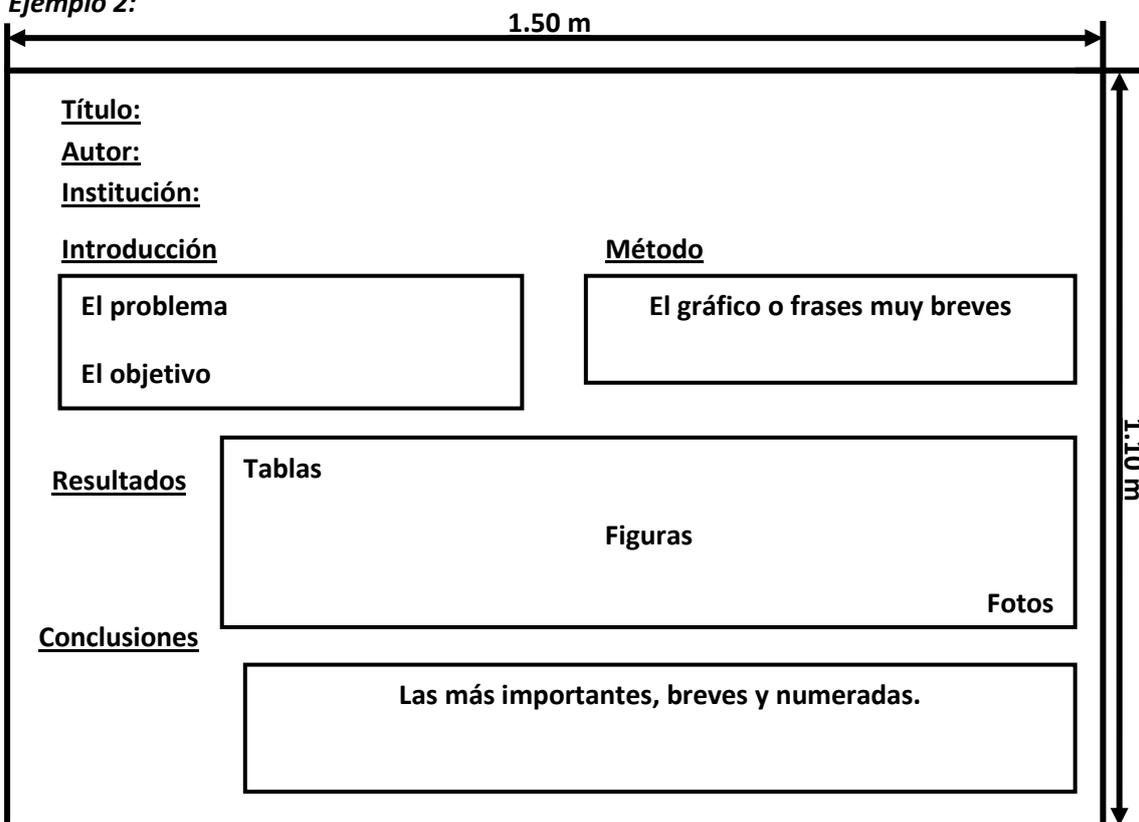
- Guerra, A., Carrillo M., (2006). *Guía de elaboración de diapositivas, carteles y resúmenes para la presentación de trabajos científicos*. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social. Vista por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2006/ims062p.pdf>
- Jara, E. (2000) *Presentación de trabajos científicos en cartel o póster*. Revista Cubana de Medicina General Integral. Vista por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v16n4/mgi20400.pdf>

## Modelos de cartel o póster

### Ejemplo 1:



### Ejemplo 2:



## 7.2 Módulo 2: Reacción química, reacciones de óxido reducción, reacciones ácido base, reacciones... ¿Y para qué?

Contenido temático que apoya:		
<b>BLOQUE VII.</b>	<b>Representas y operas reacciones químicas.</b>	<b>15 horas</b>
En el Bloque VII se describen los diferentes tipos de reacciones químicas y se aplica la Ley de la Conservación de la Materia al balancear las ecuaciones.		
<b>Desempeños del estudiante al concluir el bloque:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Balancea ecuaciones químicas por métodos diversos.</li><li>• Identifica y representa los diferentes tipos de reacción.</li></ul>		
<b>Objetos de Aprendizaje:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Símbolos en las ecuaciones químicas.</li><li>• Tipos de reacciones químicas:<ul style="list-style-type: none"><li>- Síntesis o adición.</li><li>- Descomposición o análisis.</li><li>- Sustitución o desplazamiento simple.</li><li>- Sustitución o desplazamiento doble.</li></ul></li><li>• Balanceo de ecuaciones químicas:<ul style="list-style-type: none"><li>- Tanteo.</li><li>- Óxido-reducción.</li></ul></li></ul>		

Se inicia con una actividad previa para reforzar el tema de Nomenclatura. Se hace uso de etiquetas o empaques de medicamentos, cosméticos y/o alimentos y de círculos de cartón con los que se elaboran modelos para representar los compuestos químicos inorgánicos y posteriormente para la representación de las reacciones químicas que se lleven a cabo.

En cuanto al tema de Reacción Química se sabe que es uno de los más importantes en la enseñanza de la Química desde el nivel secundaria hasta el universitario (Reyes y Garritz, 2006) y sin embargo es un tema de difícil aprendizaje para los estudiantes de la secundaria y el bachillerato. Y esa dificultad proviene, en esencia, de la poca capacidad estudiantil para pasar de las representaciones de una reacción de su forma macroscópica, a la microscópica y a la de símbolos y fórmulas (Balocchi et al., 2005).

Esta parte de la propuesta tiene como objetivo el estudio del tema Reacción Química, a través de la realización, identificación y clasificación de reacciones químicas de diferentes tipos. Será importante que entre los reactivos utilizados el alumno identifique compuestos químicos de uso cotidiano. Se incluye un documento con información para la preparación de Indicadores ácido base a partir de extractos

vegetales, que pueden utilizarse para medir el pH de diferentes productos caseros como leche, limón, bicarbonato de sodio, etc.

Para cada reacción se pide al alumno identificar los reactivos y los productos y también escribir, balancear y clasificar cada reacción, de tal forma que se dé cuenta de que en cada área de estudio se requiere de una clasificación diferente, pudiéndose encontrar para una misma reacción diferentes criterios de clasificación. También se puede calcular la entalpía de reacción,  $\Delta H_{reac}$ .

Las actividades experimentales se complementan con preguntas clave que sirven para guiar las observaciones que debe hacer el alumno, y que relacionan entre sí las diferentes reacciones, ya que se sigue una secuencia experimental que tiene como objetivo lograr una mejor comprensión de la “reacción química”.

Se propone que el Asesor guíe el avance en el desarrollo experimental de acuerdo a sus posibilidades y a los intereses de sus alumnos; será su elección la estrategia de enseñanza a utilizar.

El modo de orientar las estrategias de enseñanza de las ciencias ha sido objeto central de un apasionado debate y de no pocos trabajos de investigación y aún no se ha logrado conseguir una respuesta definitiva al problema de cómo enseñar ciencias (Campanario y Moya, 1999).

En su artículo *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Campanario y Moya (1999) recopilan las principales tendencias y propuestas más recientes para enseñar ciencias naturales. Poco a poco van pasando por el análisis y evaluación crítica de diferentes propuestas (Garritz, 2007).

**Módulo 2: Reacción química, reacciones de óxido reducción, reacciones ácido base. ¿Y para qué?**

**7.2.1 Parte 1. Actividad previa**

Estamos rodeados de Química: entre los productos de uso cotidiano que se encuentran en tu hogar y escuela, puedes encontrar gran cantidad de materiales elaborados a partir de compuestos químicos orgánicos e inorgánicos. Para nombrarlos existe un convenio internacional para escribir y nombrar cualquier compuesto químico. El organismo que armoniza este convenio es la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, *Internacional Union of Pure and Applied Chemistry*).

**Materiales:**

• Etiquetas de productos domésticos	• Lápices de colores
• Broches de dos patas	• Perforadora
• Cartulina, hojas blancas o de colores	• Tijeras

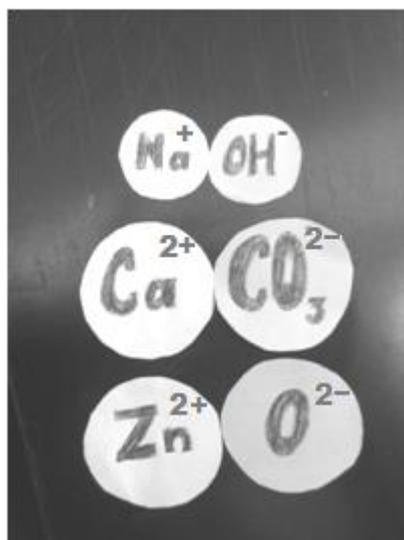
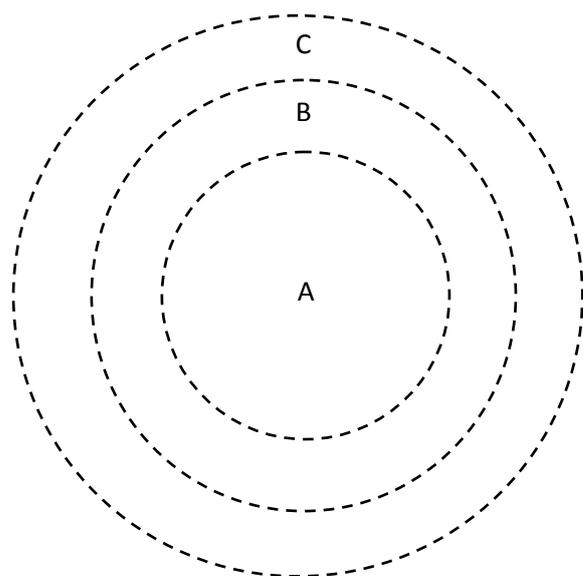
**Nota:** Nunca dejes en tu casa botellas sin etiquetas que indiquen su contenido ya que es peligroso. Procura no envasar productos de limpieza en botellas de refresco ya que la información de su contenido puede ser confusa y esto representa un alto riesgo.

**Procedimiento:**

- Identifica en las etiquetas de los productos domésticos que conseguiste, las sustancias químicas presentes. Clasifícalas como orgánicas ó inorgánicas.

Two large empty circles are provided for the student to draw and classify chemical substances. Below the left circle is a rectangular box labeled "ORGÁNICAS". Below the right circle is a rectangular box labeled "INORGÁNICAS".

- Sobre cartulina u hojas de colores traza círculos de 3 diferentes tamaños. Puedes hacer uso de tu compás o bien calcar los patrones que se te presentan a continuación:



- Recorta los círculos y escribe en ellos los diferentes aniones y cationes que se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Cargas comunes de Cationes y Aniones.**

CATIONES			ANIONES		
Catión	Carga	Círculo	Anión	Carga	Círculo
Ag <sup>+</sup>	+1	A	Cl <sup>-</sup>	-1	A
Al <sup>3+</sup>	+3	C	I <sup>-</sup>	-1	A
Zn <sup>2+</sup>	+2	B	N <sup>3-</sup>	-3	B
Cu <sup>+</sup> , Cu <sup>2+</sup> ,	+1, +2	B	O <sup>2-</sup>	-2	B
Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	+2, +3	B	S <sup>2-</sup>	-2	C
H <sup>+</sup>	+1	A	SO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	-2	B
Mg <sup>2+</sup>	+2	B	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-2	B
Na <sup>+</sup>	+1	A	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-2	B
Au <sup>+</sup> , Au <sup>3+</sup>	+1, +3	B	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-1	A
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	+1	A	OH <sup>-</sup>	-1	A
Ca <sup>2+</sup>	+2	B	C <sup>4-</sup>	-4	C
K <sup>+</sup>	+1	A	Si <sup>4-</sup>	-4	C

- Con estos modelos, representa los compuestos inorgánicos que encuentre en las etiquetas.

### 7.2.2 Parte 2. Diferentes tipos de reacciones químicas.

Una reacción o cambio químico es un proceso en el cual una o varias sustancias se forman a partir de otra u otras. En muchos casos, pero no siempre, las reacciones químicas se pueden distinguir porque se presenta una manifestación física determinada como:

- un cambio de color.
- la formación de un precipitado.
- la formación de un gas.
- el consumo o liberación de energía.

Existen diversas maneras de clasificar reacciones químicas las cuales se presentan en la siguiente tabla:

Criterio	Clasificación
Cambios energéticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Reacciones exotérmicas:</b> liberan calor.</li> <li>- <b>Reacciones endotérmicas:</b> absorben calor.</li> </ul>
Comportamiento químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Óxido-reducción.</b> Ocurre un intercambio de electrones que genera cambios en el número de oxidación de los elementos que constituyen los reactivos y los productos.</li> <li>- <b>Ácido-base.</b> Ocurre un intercambio de protones y es posible identificar cambios de pH.</li> <li>- <b>Precipitación.</b> Se identifican por la formación de un sólido en el seno de la reacción.</li> <li>- <b>Complejación.</b> Se lleva a cabo la formación de compuestos de coordinación (compuestos metálicos, generalmente de transición y muy coloridos, rodeados de moléculas y iones denominadas ligantes).</li> </ul>
Naturaleza de la reacción (complejidad entre reactivos y productos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Unión o Síntesis.</b> Se forma una sustancia de mayor complejidad que la de los reactivos. <math>A+B \rightarrow AB</math></li> <li>- <b>Descomposición.</b> El reactivo se descompone en 2 o más sustancias. <math>AB \rightarrow A + B</math></li> <li>- <b>Desplazamiento simple.</b> Si se reemplaza un catión, un anión o un ligante. <math>AB + C \rightarrow AC + B</math></li> <li>- <b>Doble desplazamiento o metátesis.</b> Si hay un doble intercambio. <math>AB + CD \rightarrow AC + BD</math></li> </ul>

El cambio químico es una transformación de la materia a nivel molecular que involucra la ruptura de uno o varios enlaces, un intercambio de partículas y la formación de nuevos enlaces. Las partículas que se intercambian pueden ser átomos, iones, radicales o electrones.

Una ecuación química es un modelo que expresa de forma abreviada una reacción química. Las sustancias que interaccionan entre sí (reactivos) para formar nuevas sustancias (productos) se representan mediante símbolos que corresponden a sus fórmulas químicas

expresando su estado de agregación sólido (s), líquido (l) y gaseoso (g) o bien si se encuentra en disolución (ac).

Los reactivos y los productos se separan mediante una flecha (→) que significa “produce”. Cuando se quiere indicar que se ha formado un gas se puede representar como (g) o ↑ que significa “se desprende”; se usa ↓ para representar la formación de un precipitado.

Recuerda que las ecuaciones químicas deben escribirse balanceadas porque parte de la información que nos dan se refiere al cumplimiento de la Ley de la Conservación de la Materia.

En las reacciones químicas que ocurren a presión constante, la transferencia de energía en forma de calor es igual al cambio de entalpía (ΔH). Esto se conoce como el cambio de entalpía de reacción. Cuando una reacción es exotérmica, libera energía y su ΔH es negativa. En las reacciones endotérmicas, se absorbe energía; en un proceso endotérmico su ΔH es positiva.

El cambio de entalpía, depende de las entalpías iniciales y finales de la reacción:

$$\Delta H = \Delta H_{\text{productos}} - \Delta H_{\text{reactivos}}$$

**La entalpía estándar de reacción,  $\Delta H^{\circ}_{\text{reac}}$  está dada por:**

$$\Delta H^{\circ}_{\text{reac}} = \sum n \Delta H^{\circ}_f(\text{productos}) - \sum m \Delta H^{\circ}(\text{reactivos})$$

**Donde:**

**m y n** son los coeficientes estequiométricos de reactivos y productos.

Σ implica “la suma de”

**Tabla 1. Entalpías estándar de formación de algunas sustancias inorgánicas a 25°C**

Fuente: Chang, R. Goldsby K. Química. 11ª Edición. 2013.

Sustancia	$\Delta H^{\circ}_f$ (kJ/mol)	Sustancia	$\Delta H^{\circ}_f$ (kJ/mol)	Sustancia	$\Delta H^{\circ}_f$ (kJ/mol)
Ag(s)	0	F <sub>2(g)</sub>	0	N <sub>2</sub> O(g)	81.56
AgCl(s)	-127.0	HF(g)	-271.6	N <sub>2</sub> O <sub>4(g)</sub>	9.66
Al(s)	0	H(g)	218.2	O(g)	249.4
Al <sub>2</sub> O <sub>3(s)</sub>	-1 669.8	H <sub>2(g)</sub>	0	O <sub>2(g)</sub>	0
Br <sub>2(l)</sub>	0	H <sub>2</sub> O(g)	-241.8	O <sub>3(g)</sub>	142.2
HBr(g)	-36.2	H <sub>2</sub> O(l)	-285.8	S (RÓMBICO)	0
C (grafito)	0	H <sub>2</sub> O <sub>2(l)</sub>	-187.6	S (MONOCÍCLICO)	0.30
C (diamante)	1.90	Hg(l)	0	SO <sub>2(g)</sub>	-296.1
CO(g)	-110.5	I <sub>2(s)</sub>	0	SO <sub>3(g)</sub>	-395.2
CO <sub>2(g)</sub>	-395.5	HI(g)	25.9	H <sub>2</sub> S(g)	-20.15
Ca(s)	0	Mg(s)	0	Zn(s)	0
CaO(s)	-635.6	MgO(s)	-601.8	ZnO(s)	-348.0
CaCO <sub>3(s)</sub>	-1 206.9	MgCO <sub>3(s)</sub>	-1 112.9		
Cl <sub>2(g)</sub>	0	N <sub>2(g)</sub>	0		
HCl(g)	-92.3	NH <sub>3(g)</sub>	-46.3		
Cu(s)	0	NO(g)	90.4		
CuO(s)	-155.2	NO <sub>2(g)</sub>	33.85		

## Materiales:

• Frascos vial con tapa	• Caja Petri de plástico
• Trozo de popote que servirá como espátula	• Cables con caimanes
• Pipetas Beral o goteros	• Pila de 9 Volts
• Microplaca de plástico con 12 celdas	• 2 lápices de grafito con punta en ambos extremos
• Una liga	• Pipetas Beral de vástago flexible para las explosiones
• Frascos vial	• Mondadientes o palillos de madera
• 2 agujas de canevá (electrodos de acero inoxidable)	• Una pipeta Beral de vástago grueso para el filtro de arena
• Globos pequeños	• Un tubo de ensaye con tapón
• 2 clavos de hierro	• Cerillos o encendedor y varita de incienso

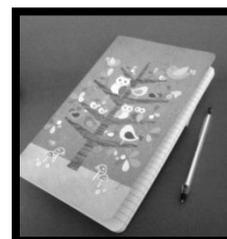
## Busca los Rombos de Seguridad de los reactivos y completa la siguiente tabla:

Reactivos:	Código N.F.P.A (S, I, R)
Agua (H <sub>2</sub> O)	
Almidón recién preparado	
Yodo (I <sub>2</sub> ) comercial al 2%	
Tiosulfato de sodio (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 0.1 molL <sup>-1</sup>	
Ácido clorhídrico (HCl) 0.1 molL <sup>-1</sup> y 4 molL <sup>-1</sup>	
Hidróxido de Sodio (NaOH) 0.1 molL <sup>-1</sup> y 4 molL <sup>-1</sup>	
Fenolftaleína	
Indicador universal o extracto de col morada	
Zinc (Zn) en polvo	
Bicarbonato de sodio (NaHCO <sub>3</sub> ) sólido	
Vinagre comercial (ácido acético, CH <sub>3</sub> COOH) al 3%	
Azúcar (sacarosa, C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> )	
Sulfato de sodio (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) sólido	
Sulfato de sodio (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) ~1 molL <sup>-1</sup>	
Champú para cabello de bebé	-
Aceite de cocina o glicerina	
Azul de metileno	

## Material para el tratamiento de residuos:

• Papel absorbente	• Frasco para residuos
--------------------	------------------------

**Bitácora de laboratorio:** Una libreta pequeña con tu nombre que será de uso exclusivo para las anotaciones y observaciones de las actividades de laboratorio.



## Experimento 1. Identificación de una reacción química.

- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.
- Agrega 5 gotas de yodo ( $I_2$ ) en un frasco vial, agua potable en otro y almidón recién preparado en otro. Estos frascos serán tus testigos.
  - a) Observa y registra las características físicas de cada uno de los reactivos.
- Agrega en otro vial, 7 gotas de agua y gota a gota la disolución de yodo ( $I_2$ ) hasta obtener un color rojo oscuro, después agrega el almidón gota a gota, hasta que al agitar no se observe ningún cambio.
  - b) Observa que ocurre al agregar al agua.
  - c) Observa que ocurre al agregar cada gota de almidón.
- Agrega poco a poco tiosulfato de sodio ( $Na_2S_2O_3$ ) sólido y agita hasta que el cambio observado sea definitivo.
  - d) ¿Qué ocurre cuando agregas el tiosulfato ( $Na_2S_2O_3$ )?
  - e) ¿Qué ocurrirá al cambiar el orden de adición de los reactivos? ¿sucederá lo mismo o se tendrán diferentes resultados? Para comprobar tus hipótesis, realiza los experimentos, anota tus observaciones y completa en tu bitácora la siguiente tabla.



				¿Qué ocurrirá al cambiar el orden de adición de los reactivos?	¿Qué ocurrió al cambiar el orden de adición de los reactivos?
1)	Yodo + agua	Almidón	Tiosulfato de sodio		
2)	Yodo + agua	Tiosulfato de sodio	Almidón		
3)	Almidón	Yodo + Agua	Tiosulfato de sodio		
4)	Almidón	Tiosulfato de sodio	Yodo + agua		
5)	Tiosulfato de sodio	Yodo + Agua	Almidón		
6)	Tiosulfato de sodio	Almidón	Yodo + agua		

- f) ¿En qué incisos puedes decir que ocurrió una reacción química? ¿Por qué?

## Experimento 2. ¿Pueden los sentidos detectar una reacción química?

- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.
- Observa las características físicas de cada reactivo.
- En un frasco vial coloca 5 gotas de hidróxido de sodio (NaOH)  $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  y ahí mismo 5 gotas de ácido clorhídrico (HCl)  $0.1 \text{ mol L}^{-1}$ .



- ¿Observaste algún cambio? ¿Cuál?
  - ¿Cuál es el aspecto de la disolución obtenida en el frasco vial?
- Toca la parte exterior del frasco con la mano.
    - ¿Qué sientes al tocar el frasco vial?
    - ¿Crees que ocurrió una reacción química? ¿Por qué?
  - En un frasco vial coloca 5 gotas de hidróxido de sodio (NaOH)  $4 \text{ mol L}^{-1}$  y ahí mismo 5 gotas de ácido clorhídrico (HCl)  $4 \text{ mol L}^{-1}$ .
    - ¿Observaste algún cambio? ¿Cuál?
    - ¿Cuál es el aspecto de la disolución obtenida en el frasco vial?
  - Toca la parte exterior del frasco con la mano.
    - ¿Qué sientes al tocar el frasco vial?
    - ¿Crees que ocurrió una reacción química? ¿Por qué?
    - ¿Aún crees que con el hidróxido de sodio (NaOH) y el ácido clorhídrico (HCl)  $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  no ocurrió una reacción química? ¿Por qué piensas que no observaste ni sentiste nada?

**Ejercicio:** Completa en tu bitácora la siguiente tabla para la reacción entre el hidróxido de sodio (NaOH) y el ácido clorhídrico (HCl).

REACTIVOS			PRODUCTOS		
Nombre:			Nombre:		
Fórmula:			Fórmula:		
Estado físico:			Estado físico:		
Ecuación balanceada de la reacción que ocurre:					
<b>CLASIFICACIÓN:</b>					
Comportamiento químico:					
Naturaleza de la reacción:					
Cambios energéticos:					
$\Delta H^{\circ}_{\text{reac}} =$					

## Experimento 3. Indicadores ácido-base.

### Parte 1: Preparación de Indicadores ácido-base.

- Investiga qué es un indicador ácido base o indicador de pH y cómo funciona.
- Puedes preparar algunos indicadores ácido-base con productos de uso cotidiano:



- **Extracto de col morada.** Muele en un recipiente un trozo de col morada, adiciona un poco de arena para ayudar en la molienda y en la extracción del color de la col morada. Adiciona 5 mL de alcohol etílico. Continúa con la molienda, adiciona más alcohol y filtra.

*Nota:* Este procedimiento puede ser utilizado para la extracción en hojas de Jamaica, cáscara de ciruela negra, pétalos de rosas rojas y betabel.

- **Cúrcuma o curry.** Agrega una cucharada de cúrcuma a 50 mL de alcohol etílico. Agita vigorosamente y deja reposar un par de minutos. Repite el procedimiento 3 veces y filtra. El líquido tendrá color amarillo.
- **Fenolftaleína.** La fenolftaleína se utiliza como principio activo en tabletas de laxantes. Agrega una tableta triturada a 50 mL de alcohol etílico. Mezcla, deja reposar unos minutos y filtra.

### Vire de los indicadores preparados.

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Col morada	Rojo intenso	Rojo violeta	Violeta	Azul violeta	Azul (7.5)	Azul verde	Verde azulado	Verde	Amarillo				
Pétalos de rosa roja	Rosa	Incoloro o amarillo muy pálido					Amarillo pálido	Amarillo	Verde	Marrón			
Cúrcuma	Amarillo					Naranja			Rojo				
Fenolftaleína	Incoloro								Rojo violáceo				

### Parte 2: Calibración de los indicadores.

- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.
- Observa las características físicas de cada reactivo.
- Antes de comenzar a trabajar con los indicadores ácido base es importante que los calibres, es decir, que identifiques que coloración presentan en medio neutro, ácido y básico. Para ello, agrega en un frasco vial un poco de agua, en otro HCl (ácido clorhídrico)  $0.1 \text{ molL}^{-1}$  y en otro NaOH (hidróxido de sodio)  $0.1 \text{ molL}^{-1}$ . Ahora agrega a cada uno, una gota de indicador. Con los resultados obtenidos completa la información de la siguiente tabla:

	Características físicas	Color al agregar el indicador Ácido Base		
		Extracto de col morada	Fenolftaleína	Otros extractos vegetales
NaOH				
HCl				
Agua				

**ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA:** Coloca en una microplaca de plástico con 12 celdas, perfectamente identificadas, diferentes disoluciones de uso común (vinagre, jabón, jugo de limón, etc.) y clasifícalas por su pH. Escribe los resultados en tu bitácora.

**Experimento 4. ¿Pueden mis sentidos detectar lo mismo que lo Indicadores ácido-base?**



- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.
- Observa las características físicas de cada reactivo.
- Con la pipeta Beral en posición vertical, coloca en un frasco vial 10 gotas de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 mol<sup>-1</sup> y dos gotas de fenolftaleína.
  - a) ¿Qué cambio de color observar al agregar la fenolftaleína al hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 mol<sup>-1</sup>?
  - b) ¿Qué indica esto?
- Al mismo frasco vial, y con la pipeta Beral también en posición vertical, agrega ahora ácido clorhídrico (HCl) 0.1 mol<sup>-1</sup>, gota a gota y agitando. Cuenta las gotas que agregues hasta observar un cambio de color permanente. Indica si sientes algún cambio de temperatura.
  - c) ¿Cuántas gotas de ácido clorhídrico (HCl) 0.1 mol<sup>-1</sup> se requirieron para observar el cambio permanente?
  - d) ¿Crees que ocurrió una reacción química? ¿Por qué?
  - e) Escribe la reacción que se lleva a cabo entre el hidróxido de sodio (NaOH) y el ácido clorhídrico (HCl).
  - f) ¿La fenolftaleína toma parte de esta reacción? Justifica tu respuesta.

**Ejercicio:** Completa en tu bitácora la siguiente tabla, para la reacción entre el hidróxido de sodio (NaOH) y el ácido clorhídrico (HCl).

REACTIVOS			PRODUCTOS		
Nombre:			Nombre:		
Fórmula:			Fórmula:		
Estado físico:			Estado físico:		
Ecuación balanceada de la reacción que ocurre:					
<b>CLASIFICACIÓN:</b>					
Comportamiento químico:					
Naturaleza de la reacción:					
Cambios energéticos: <span style="float: right;"><math>\Delta H^{\circ}_{\text{reac}} =</math></span>					

## Experimento 5. Reacciones con desprendimiento de gases.

### Parte 1.

- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.
- Observa las características físicas de cada reactivo.
- Con la ayuda de un pedazo de popote cortado a manera de espátula (ver la figura), toma la cantidad de Zinc (Zn) en polvo que logres recoger con la punta y hazla llegar hasta el fondo del globo.
- Coloca 5 gotas de ácido clorhídrico (HCl) 4 molL<sup>-1</sup> dentro de un frasco vial. Tapa el frasco con la boca del globo y haz caer dentro de él, el zinc (Zn) contenido en el globo. Agita con cuidado. Toca el frasco por fuera con tu mano. Para terminar, quita el globo de la boca del frasco y deja escapar el gas.
  - a) ¿Qué cambio observaste al agregar el ácido clorhídrico (HCl)?
  - b) ¿Por qué crees que se infla el globo?
  - c) ¿Qué se siente al tocar el frasco por fuera?
  - d) ¿Se formaron nuevas sustancias? ¿Cómo las puedes identificar?
  - e) ¿Qué pasó con los reactivos iniciales que utilizaste?



**Cuidado:**  
Evita tener mecheros encendidos, o encender cerillos en el área mientras realizas este experimento.

**Ejercicio:** Completa en tu bitácora la siguiente tabla, para la reacción entre el zinc (Zn) y el ácido clorhídrico (HCl).

REACTIVOS			PRODUCTOS		
Nombre:			Nombre:		
Fórmula:			Fórmula:		
Estado físico:			Estado físico:		
Ecuación balanceada de la reacción que ocurre:					
<b>CLASIFICACIÓN:</b>					
Comportamiento químico:					
Naturaleza de la reacción:					
Cambios energéticos: <span style="float: right;"><math>\Delta H^{\circ}_{\text{reac}} =</math></span>					

## Parte 2:

- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.
- Observa las características físicas de cada reactivo.
- Coloca unas gotas de vinagre (ácido acético,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) en un frasco vial. Con la espátula o trozo de popote adaptado, agrega la cantidad de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) que puedas tomar, dentro de un globo desinflado. Tapa la boquilla del frasco con la boca del globo y deja caer el bicarbonato dentro del frasco vial. Cuida que la boca del globo no se separe de la boca del frasco vial.



- ¿Qué cambios son los que observaste?
- ¿Por qué crees que se infla el globo?
- ¿Qué genera el burbujeo? ¿Se trata del mismo gas que en el experimento anterior? Justifica tus respuestas.
- ¿Se formaron nuevas sustancias? Justifica tu respuesta.
- ¿Qué ocurrió con los reactivos iniciales?
- ¿Ocurriría lo mismo si sustituyes el bicarbonato por azúcar? ¿Por qué?
- Realiza la prueba y verifica tu respuesta.

**Ejercicio:** Completa la siguiente tabla en tu bitácora, para la reacción entre el ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) y el bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ).

REACTIVOS			PRODUCTOS			
Nombre:			Nombre:			
Fórmula:			Fórmula:			
Estado físico:			Estado físico:			
Ecuación balanceada de la reacción que ocurre:						
<b>CLASIFICACIÓN:</b>						
Comportamiento químico:						
Naturaleza de la reacción:						
Cambios energéticos: <span style="float: right;"><math>\Delta H^\circ_{\text{reac}} =</math></span>						

**Experimento 6. ¿Qué es lo que se forma? ¿Por qué está tan caliente? ¿Se puede identificar?**

- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.
- Observa las características físicas de cada reactivo.
- Toma un tubo de ensayo y con la ayuda del pedazo de popote que utilizas como espátula, coloca dentro de él la cantidad de zinc (Zn) en polvo que logres tomar con su punta. Agrega 5

gotas de ácido clorhídrico (HCl)  $4 \text{ molL}^{-1}$ . Tapa el tubo de inmediato con su tapón de hule y agita con cuidado. Prende la varita de incienso con un cerillo. Dirige la boca del tubo hacia algún lugar en donde no se encuentre ninguna persona. Destapa el tubo y acerca rápidamente la varita de incienso encendida.



**Cuidado:**  
**Evita tener mecheros encendidos mientras realizas este experimento.**

- ¿Por qué explotó?
- ¿Qué gas se formó? ¿Es el mismo gas que se formó en la parte 1 del experimento anterior? Justifica tu respuesta.
- ¿Qué precauciones se deben tener de acuerdo al Rombo de Seguridad o Modelo Rombo del gas formado que se presenta a continuación?



- ¿Qué puede pasar si no tomas estas precauciones?

**Experimento 7. Electrólisis del agua.**

Para este experimento debes tener como referencia lo que has observado y explicado en las reacciones anteriores.

- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.
- Observa las características físicas de cada reactivo.
- Agrega un poco de agua destilada o de la llave en una caja Petri. Introduce las puntas de dos lápices conectados a las terminales de una pila de 9 Volts. Permite el paso de la corriente por dos minutos.



**Importante: ¡asegúrate de que los electrodos no se toquen entre sí!**

- a) ¿Qué observas alrededor de la punta de cada electrodo que se encuentra en contacto con el agua (el grafito de los lápices hace la función de electrodo)?

- Retira los electrodos de la caja Petri.
- Ahora agrega a la caja Petri dos gotas de indicador universal y agita.

- b) Observa que ocurre.

- Agrega un poco de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) sólido y agita el contenido de la caja Petri.

- c) ¿Qué observas?

El sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) es un electrolito que se disocia en iones sodio  $\text{Na}^+$  y iones sulfato  $\text{SO}_4^{2-}$ ; la presencia de estos iones en el agua es lo que permite que haya paso de corriente.

- Sumerge nuevamente los electrodos conectados a la pila. No olvides registrar el signo de la terminal de la pila al que está conectado cada electrodo.

- d) ¿Qué sucede alrededor de la punta de cada electrodo sumergida en la disolución?

- e) ¿Qué color observas alrededor del electrodo positivo? ¿Qué color alrededor del electrodo negativo?

- f) ¿Qué indica el color alrededor de cada electrodo con relación a la acidez y basicidad de la disolución?

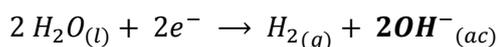
- g) ¿En cuál electrodo observas mayor burbujeo?
- Retira los electrodos y revuelve el contenido de la caja Petri.
- h) ¿Qué ocurre? Explícalo en función de una reacción de neutralización.

Por electrólisis del agua se obtienen como productos hidrógeno y oxígeno. Utiliza la información que se te da al final de este cuestionario e indica que gas se obtuvo en cada electrodo.

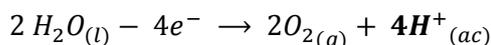
- e) ¿Qué gas se produce en el electrodo conectado a la terminal positiva de la pila?
- f) ¿Qué gas se produce en el electrodo conectado a la terminal negativa de la pila?

### INFORMACIÓN:

En la semirreacción de reducción del agua se produce hidrógeno y se ganan electrones.



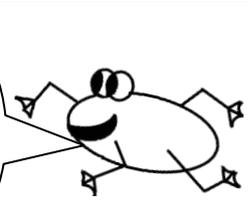
En la semirreacción de oxidación del agua se produce oxígeno y se ganan electrones.



CROA

CROA

CROA

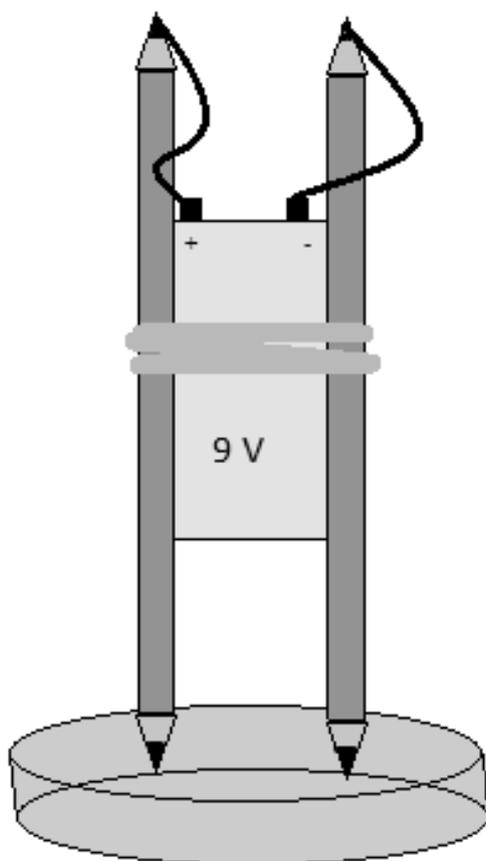


Recuerda el sonido que emite la rana, que te recordará que:

En el Cátodo se lleva a cabo la semirreacción de Reducción.

La semirreacción de Oxidación se lleva a cabo en el Ánodo.

- g) Utiliza el siguiente diagrama, para documentar en tu bitácora toda la información referente a la electrólisis del agua que has estudiado en este experimento:
- nombre de cada electrodo de acuerdo al signo del diagrama.
  - color del indicador en la caja Petri.
  - color del indicador alrededor de cada electrodo.
  - semireacciones de oxidación y reducción.
  - gases producidos y mayor o menor burbujeo.
  - ganancia y pérdida de electrones.



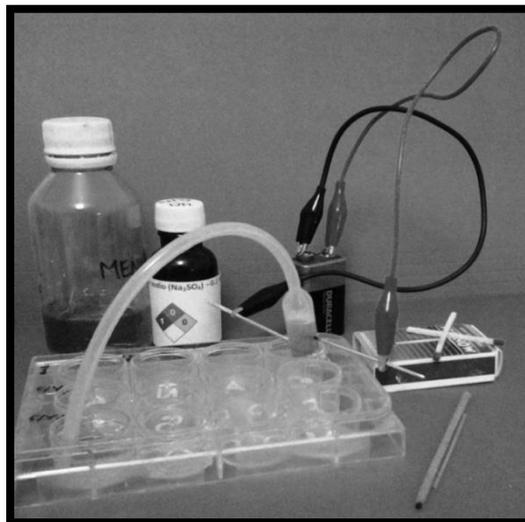
**Ejercicio:** Con respecto a la reacción de electrólisis del agua, completa en tu bitácora el siguiente cuadro.

REACTIVOS		PRODUCTOS		
Nombre:		Nombre:		
Fórmulas:		Fórmula:		
Estado físico:		Estado físico:		
Ecuación balanceada de la reacción que ocurre:				
<b>CLASIFICACIÓN:</b>				
Comportamiento químico:				
Naturaleza de la reacción:				
Cambios energéticos:		$\Delta H^{\circ}_{\text{reac}} =$		

**Experimento 8. Capacidad explosiva de la mezcla hidrógeno-oxígeno.**

**INVESTIGA LO SIGUIENTE:**

- Se dice que el hidrógeno es comburente y el oxígeno es combustible. ¿Qué significa esto?
- ¿Cuáles son las propiedades de la mezcla hidrógeno-oxígeno que permiten utilizarla como combustible?
- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.



**Importante: ¡asegúrate de que los electrodos no se toquen entre sí ya que la pila podría explotar!**

1. Llena el bulbo de una pipeta Beral de “tallo flexible”, hasta dos tercios de su capacidad con disolución de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )  $\sim 1 \text{ molL}^{-1}$ . Inserta en el bulbo de la pipeta dos agujas de acero inoxidable (agujas de canevá con punta), de modo que queden en contacto con la disolución. Coloca el bulbo de la pipeta en el pozo de una esquina de la microplaca de plástico con 12 celdas de plástico. Introduce el extremo abierto del vástago de la pipeta Beral en el pozo de la contraesquina, al cual habrás agregado previamente champú para niños con agua, en proporción 2:1. Conecta los electrodos a las terminales de la pila y permite el paso de la corriente hasta tener una buena cantidad de burbujas.
  - ¿Qué reacción se lleva a cabo? ¿es la misma que en el experimento anterior? Justifica tu respuesta.
  - ¿Qué función tiene el champú?
  - ¿Qué gases se encuentran atrapados en las burbujas de jabón?
2. Acerca a las burbujas formadas la punta de una varita de incienso encendida.
  - ¿Qué ocurre al acercar la varita de incienso encendida a las burbujas de jabón formadas? ¿Por qué ocurre esto?

**Ejercicio:** Completa el siguiente cuadro en tu bitácora, con respecto a la reacción entre el oxígeno (O<sub>2</sub>) y el hidrógeno (H<sub>2</sub>) para formar agua.

REACTIVOS			PRODUCTOS	
Nombre:			Nombre:	
Fórmula:			Fórmula:	
Estado físico:			Estado físico:	
Ecuación balanceada de la reacción que ocurre:				
<b>CLASIFICACIÓN:</b>				
Comportamiento químico:				
Naturaleza de la reacción:				
Cambios energéticos: <span style="float: right;"><math>\Delta H^{\circ}_{reac} =</math></span>				

**PROYECTO:**

Elabora un documento en el que expliques lo siguiente. Debe estar relacionado con lo que has estudiado en este módulo.

1. ¿Cómo funcionan las celdas de combustible de hidrógeno y que usos tienen actualmente?
2. ¿Por qué se considera al hidrógeno como el combustible del futuro?
3. ¿Por qué se considera al agua como una fuente potencial de energía renovable?
4. ¿Qué dificultades se tienen para utilizar, de manera cotidiana, al hidrógeno como combustible?
5. ¿Por qué se considera al hidrógeno como un combustible sustentable?
6. Menciona algunas aplicaciones en las que se utilice al hidrógeno como combustible.

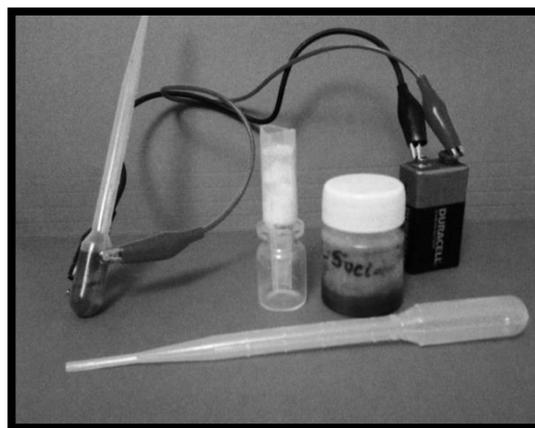
Con la información recabada, elabora una presentación electrónica, un periódico mural o un cartel para comunicar a tus compañeros y/o comunidad esta importante información.

**Experimento 9. Tratamiento electrolítico de aguas residuales (electrocoagulación).**

- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.

**INVESTIGA:**

1. ¿En qué consiste el proceso de “tratamiento de aguas”?
2. Menciona al menos tres tipos de tratamiento de aguas.
3. ¿Qué usos tienen las aguas tratadas?
4. ¿Cuál es el contenido de aguas residuales de una industria textil?
5. ¿En qué consiste el proceso de electrocoagulación?



***Es muy importante evitar que los electrodos se toquen para evitar un corto circuito que podría calentar la pila haciendo que explote.***

**Sistema de reacción:**

- Prepara 10 mL de una muestra de agua residual simulada, mezclando 10 mL de disolución aproximadamente  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) con una gota de azul de metileno y tres o cuatro gotas de aceite. Coloca el mayor volumen posible de esta muestra dentro del bulbo de una pipeta Beral e inserta dos clavos, en extremos opuestos del bulbo de la pipeta. Asegúrate de que estén en contacto con el agua residual. Conecta los electrodos a las terminales de la fuente de poder (pila de 9 Volts) y permite el paso de la corriente durante aproximadamente cinco minutos.
  - a) ¿Qué función tienen los clavos?
  - b) ¿Qué ocurre alrededor de cada electrodo conectado a su respectiva terminal?
  - c) ¿Qué observas en el bulbo de la pipeta Beral después de los 5 minutos?
  - d) ¿Se lleva a cabo una electrólisis?
  - e) ¿De qué material están hechos los clavos?
- Desconecta los electrodos y deja que se enfríe el bulbo de la pipeta.

**Sistema de filtración:**

- Corta la parte superior del bulbo y una parte del vástago de una pipeta Beral, para que sirva como embudo. Prepara un filtro introduciendo un “pequeño” tapón de algodón por la parte gruesa de la pipeta Beral ya cortada hasta que llegue al cuello, agrega un poco de arena fina. Sostén el filtro preparado en posición vertical sobre un frasco vial y vierte un poco de agua para humedecerlo. Vierte el agua tratada por la parte mayor grosor y abierta de la pipeta.
  - f) ¿Qué ocurre al filtrar el agua residual?

**INFORMACIÓN:**

En este experimento el hierro (Fe) sufre un proceso de oxidación (pierde  $3e^-$ ).

g) Escribe la semirreacción de oxidación del hierro.

Por otro lado se lleva a cabo la reducción del agua, en la que se forma hidrógeno y se generan iones  $\text{OH}^-$ .

h) Escribe la semirreacción de reducción del agua.

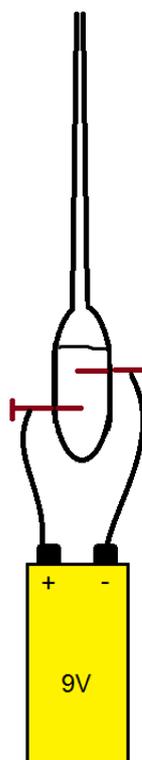
En el medio básico generado por la semirreacción de reducción del agua, se forma el compuesto poco soluble hidróxido de hierro (III),  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , que es el que engloba al aceite y al colorante de la muestra de agua residual.

i) Escribe la reacción de formación del compuesto poco soluble, hidróxido de hierro  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

j) ¿En qué terminal se lleva a cabo el proceso de oxidación y en cuál el de reducción?

Con base en esta información asocia las reacciones anteriores al ánodo y al cátodo del diagrama que representa el fenómeno que se llevó a cabo en este experimento:

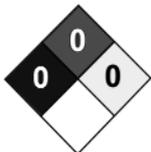
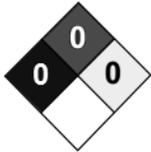
- nombre de cada electrodo de acuerdo al signo del diagrama.
- semirreacciones de oxidación y reducción.
- gases producidos y mayor o menor burbujeo.
- ganancia y pérdida de electrones.



### 7.2.2 Preparación de Reactivos.

La información que se presenta a continuación es para el Asesor y tiene como propósito detallar la preparación de reactivos y el tratamiento de residuos que se debe hacer. Los rombos de seguridad a color se presentan en el Anexo 2. En el Anexo 3 puede encontrar las imágenes del material utilizado; las alternativas para el material de laboratorio se encuentran en el Anexo 4.

#### Experimento 1. Identificación de una reacción química.

Almidón recién preparado 0.1% 	Disolución comercial de yodo (I <sub>2</sub> ) 2% 
Tiosulfato de sodio (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) sólido 	Agua (H <sub>2</sub> O) 

**Almidón:** Se prepara como el almidón casero para planchar: disuelva una cucharada sopera copeteada de almidón en media taza de agua fría. Una vez disuelto agréguelo a un litro de agua hirviendo. Baje la flama y mantenga en ebullición lenta, hasta que la disolución se ponga clara. Deje que se enfríe antes de usarse. También se puede usar Maizena®. Preparar la cantidad que se vaya a necesitar por sesión. Debe utilizarse recién preparado.

**Yodo (I<sub>2</sub>):** El agua para preparar el yodo (I<sub>2</sub>) se debe hervir, se tapa y se deja enfriar. Prepararla con tiempo. Disolver 20 g de yoduro de potasio (KI) y agregar 6.5 g de cristales de yodo (I<sub>2</sub>). Agitar hasta que todo el sólido se disuelva y aforar a 500 mL. Concentración 0.05 molL<sup>-1</sup> o 1.3% m/v. Se puede utilizar una disolución comercial de yodo povidona (contiene yodo en un 10%) o tintura de yodo (contiene yodo en un 2%) para hacer uso de un reactivo comercial que contiene yodo, el cual reacciona en la forma deseada (buscar su composición para que se vea que contiene el I<sub>3</sub><sup>-</sup> que es lo que reacciona en realidad). Se puede comprar en las farmacias. Tener cuidado de no

utilizar las disoluciones jabonosas de este producto, ya que interfieren en la reacción que se desea ver. Con el yodo se puede determinar el almidón en diversos alimentos, entre ellos frutos, jamones y salchichas.

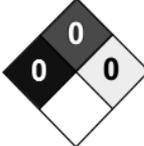
**Tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ):** El cambio de color se ve mucho mejor si se usa el reactivo sólido pero también se puede utilizar la disolución comercial conocida “anticloro para peceras”, que se vende en farmacias veterinarias o acuarios.

**Agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ):** Es recomendable el uso de agua destilada, sin embargo a falta de un equipo de destilación puede bastar agua potable, o agua embotellada, para evitar variaciones en los resultados en el caso de aguas duras o que contengan cloro. Deben hacerse pruebas para tomar la decisión del tipo de agua a usar.

**Tratamiento de residuos:** Pueden desecharse en la tarja.

**Experimento 2. ¿Pueden los sentidos detectar una reacción química?**

**Reactivos:**

Hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) $0.1 \text{ molL}^{-1}$ 	Hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) $4 \text{ molL}^{-1}$ 
Ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) $0.1 \text{ molL}^{-1}$ 	Ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) $4 \text{ molL}^{-1}$ 

El ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) y el hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) son un ácido y una base fuertes respectivamente; pueden ser nocivos y provocar quemaduras si están concentrados. Es importante su adecuada manipulación mediante goteros cerrados.

**Hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ )  $0.1 \text{ molL}^{-1}$ :** Disolver 4 gramos de sosa en 1 litro de agua hervida o hacer la dilución correspondiente a partir del  $\text{NaOH}$   $4 \text{ molL}^{-1}$ .

**Ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ )  $0.1 \text{ molL}^{-1}$ :** Diluir 8.33 mL del ácido clorhídrico concentrado en un litro de agua o hacer la dilución correspondiente a partir de la disolución  $4 \text{ molL}^{-1}$ .

**Hidróxido de sodio (NaOH) 4 molL<sup>-1</sup>:** Disolver 160 gramos de NaOH en un litro de agua hervida (para evitar que se carbonate con el CO<sub>2</sub> disuelto en el agua). Durante la disolución el recipiente se calienta ya que el proceso es exotérmico. Se puede poner en un baño de hielo para que se enfríe. Agitar hasta lograr la disolución completa.

**Ácido clorhídrico (HCl) 4 molL<sup>-1</sup>:** El HCl concentrado comercial (1.19 g/mL y pureza 36% m/m) tiene una concentración aprox. 12 molL<sup>-1</sup>. Para un litro de disolución 4 molL<sup>-1</sup>, medir aproximadamente 333 mL de ácido y agregar poco a poco aproximadamente 666 mL de agua. Durante la disolución el recipiente se calentará ya que se lleva a cabo un proceso exotérmico. Se puede utilizar un baño de hielo. Trabajar en un lugar ventilado. Cuidado: no agregar el ácido al agua pues el ácido está concentrado y al caerle el agua se desprenderá calor que ocasionará proyecciones del ácido, lo cual es peligroso. Recordar: *“no dar de beber agua al ácido”*.

Las disoluciones de ácido clorhídrico e hidróxido de sodio pueden prepararse a partir de ácido muriático y lentejas de hidróxido de sodio (sosa) para destapar caños respectivamente, siempre que se tengan en cuenta la pureza y concentración correspondientes.

Lentejas de Hidróxido de sodio (NaOH)	Ácido clorhídrico (HCl) concentrado
  <p>(Código ONU)</p>	  <p>(Código ONU)</p>

**Tratamiento de residuos:** Pueden desecharse en la tarja ya que se lleva a cabo una reacción de neutralización y se obtiene la sal correspondiente.

**Experimento 3. Testigos de la coloración de Indicadores ácido-base.**

**Parte 1: Preparación de Indicadores ácido-base.**

**Extracto de col morada.** Moler en un recipiente un trozo de col morada, adicionar un poco de arena para ayudar en la molienda y en la extracción del color de la col morada. Adicionar 5 mL de alcohol etílico. Continuar con la molienda, adicionar más alcohol y filtrar. El indicador universal o extracto de col morada tiene un riesgo de inflamabilidad de tres (3), por ser una base alcohólica. Sin embargo, se ha comprobado que se pueden obtener buenos resultados al hacer la extracción de la col morada en la licuadora con agua.

**Nota:** Este procedimiento puede ser utilizado para la extracción en hojas de Jamaica, cáscara de ciruela negra, pétalos de rosas rojas y betabel.

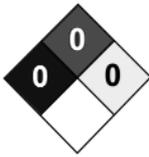
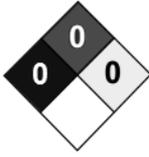
**Cúrcuma o curry.** Agregar una cucharada de cúrcuma a 50 mL de alcohol etílico. Agita vigorosamente y deja reposar un par de minutos. Repite el procedimiento 3 veces y filtra. El líquido tendrá color amarillo.

**Fenolftaleína.** La fenolftaleína se utiliza como principio activo en tabletas de laxantes. Agrega una tableta triturada a 50 mL de alcohol etílico. Mezcla, deja reposar unos minutos y filtra.

**Vire de Indicadores preparados.**

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Col morada</i>	Rojo intenso		Rojo violeta		Violeta		Azul violeta	Azul (7.5)	Azul verde	Verde azulado		Verde	Amarillo
<i>Pétalos de rosa roja</i>	Rosa	Incoloro o amarillo muy pálido					Amarillo pálido		Amarillo		Verde		Marrón
<i>Cúrcuma</i>	Amarillo					Naranja			Rojo				
<i>Fenolftaleína</i>	Incoloro								Rojo violáceo				

**Parte 2: Calibración de los Indicadores ácido-base.**

<p>Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 molL<sup>-1</sup></p> 	<p>Ácido clorhídrico (HCl) 0.1 molL<sup>-1</sup></p> 
<p>Agua (H<sub>2</sub>O)</p> 	<p>Fenolftaleína</p> 
<p>Indicador Universal</p> 	

**Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 molL<sup>-1</sup>:** Ver experimento 2

**Ácido clorhídrico (HCl) 0.1 molL<sup>-1</sup>:** Ver experimento 2

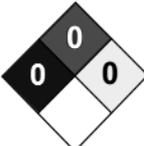
**Agua:** Ver experimento 1

**Fenolftaleína:** Ver Parte 1: preparación de Indicadores ácido-base

**Indicador universal:** Ver Parte 1: preparación de Indicadores ácido-base.

**Tratamiento de residuos:** Neutralizar ( $\text{pH} \approx 7$ ) con ácido clorhídrico (HCl) o hidróxido de sodio (NaOH), según corresponda, para después desechar en la tarja. Verificar el pH con algún indicador.

**Experimento 4. ¿Pueden los sentidos detectar lo mismo que los Indicadores?**

<p>Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 molL<sup>-1</sup></p> 	<p>Ácido clorhídrico (HCl) 0.1 molL<sup>-1</sup></p> 
<p>Fenolftaleína</p> 	

**Hidróxido de sodio 0.1 molL<sup>-1</sup>:** Ver experimento 2

**Ácido clorhídrico 0.1 molL<sup>-1</sup>:** Ver experimento 2

**Fenolftaleína:** Ver Experimento 3, parte 1: preparación de Indicadores ácido-base.

**Tratamiento de residuos:** Por ser una reacción de neutralización los residuos se pueden verter en la tarja.

**Experimento 5. Reacciones con desprendimiento de gases.**

**Parte 1:**

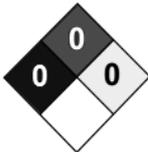
<p>Zinc (Zn) en polvo</p> 	<p>Ácido clorhídrico (HCl) 4 molL<sup>-1</sup></p> 
---	--

**Zinc (Zn) en polvo:** Una alternativa para el uso del zinc, es utilizar magnesio en cinta. Se puede hacer una comparación entre el zinc (Zn) en polvo y cinta de magnesio (Mg) para estudiar superficie de contacto.

**Ácido clorhídrico (HCl) 4 molL<sup>-1</sup>:** Ver experimento 2.

**Tratamiento de residuos:** Asegurarse que todo el Zn reacciones con el ácido. El cloruro de Zn puede verterse en la tarja. En caso de que quede algún residuo de Zn sólido, envolverlo en un papel y depositarlo en el recipiente asignado para residuos sólidos.

Parte 2.

<p>Vinagre comercial: ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) al 5%</p> 	<p>Bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>)</p> 
<p>Azúcar (sacarosa, C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)</p> 	

**Bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>):** Se utiliza ampliamente como un remedio para disminuir la acidez estomacal y como desodorante en los refrigeradores. Su adquisición en tiendas de abarrotes es bastante común.

**Vinagre comercial (ácido acético CH<sub>3</sub>COOH) al 5%:** El vinagre se utiliza ampliamente en la preparación de alimentos y su adquisición es fácil en una tienda de abarrotes. También se puede preparar a partir de ácido acético glacial. Para un litro de disolución al 5%, en volumen medir 28.6 mL de ácido acético glacial y agregar poco a poco 971 mL de agua. Durante la disolución el recipiente se calentará ya que se lleva a cabo un proceso exotérmico. Se puede utilizar un baño de hielo. Trabajar en un lugar ventilado ya que el ácido acético glacial desprende vapores. Tener cuidado de no agregar agua al ácido pues el ácido está concentrado y al caerle el agua se desprenderá calor que ocasionará proyecciones del ácido, lo cual puede ser peligroso. Recordar: “no dar de beber agua al ácido”.

<p>Ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) glacial</p> 
---

**Tratamiento de residuos:** Por ser una reacción de neutralización los residuos se pueden desechar en la tarja.

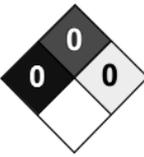
**Experimento 6. ¿Qué es lo que se forma? ¿Por qué está tan caliente? ¿Lo puedo identificar?**

Zinc (Zn) en polvo 	Ácido clorhídrico (HCl) 4 molL <sup>-1</sup> 
---	---

**Ácido clorhídrico (HCl) 4 molL<sup>-1</sup>:** Ver experimento 2.

**Tratamiento de residuos:** Ver experimento 5.

**Experimento 7. Electrólisis del agua**

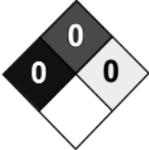
Agua (H <sub>2</sub> O) 	Sulfato de sodio (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) sólido 
Indicador Universal 	

**Agua:** Ver experimento 1.

**Indicador universal:** Ver Experimento 3, parte 1: preparación de Indicadores ácido-base.

**Tratamiento de residuos:** Por ser una reacción de neutralización los residuos se pueden desechar en la tarja.

**Experimento 8. Capacidad explosiva de la mezcla Hidrógeno-Oxígeno.**

Agua (H <sub>2</sub> O) 	Sulfato de sodio (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) ~0.1 molL <sup>-1</sup> 
--	--

**Agua:** Ver experimento 1.

**Sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0.1 molL<sup>-1</sup>:** Ver experimento 8.

**Tratamiento de residuos:** La microplaca de plástico con 12 celdas de pozos se lava perfectamente y se seca. La pipeta Beral se deposita en los residuos sólidos. Las agujas de canevá presentan desgaste, sin embargo se pueden volver a utilizar. El sulfato de sodio puede ser absorbido con una toalla de papel absorbente.

**Experimento 9. Tratamiento electrolítico de aguas residuales (electrocoagulación).**

Glicerina 	Sulfato de sodio (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) ~ 0.1 molL <sup>-1</sup> 
Azul de metileno 2% 	

**Agua residual simulada:** Mezclar 10 mL una disolución 1 molL<sup>-1</sup> de sulfato de sodio con una gota de azul de metileno y una gota de aceite o una gota de glicerina.

- **Sulfato de sodio 1 molL<sup>-1</sup>:** Ver experimento 8.
- **Glicerina:** La glicerina se utiliza ampliamente en la industria de los cosméticos; puede adquirirse en una farmacia o en una tienda de venta a granel de estos productos.
- **Azul de metileno 2%:** Es un desinfectante local, actúa eficazmente sobre hongos y bacterias. Se puede adquirir en farmacias, especialmente veterinarias.

**Tratamiento de residuos:** El agua residual simulada puede guardarse en un frasco para usarla posteriormente. El agua tratada puede verterse a la tarja. Los residuos sólidos deben absorberse con una toalla de papel absorbente y depositarse en los residuos sólidos ya que el azul de metileno contamina el agua y no debe desecharse en la tarja.

### 7.3 Módulo 3: ¿Qué tanto se forma y qué tan rápido?

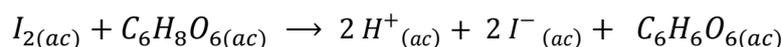
Contenido temático que apoya:		
BLOQUE VIII.	Comprendes los procesos asociados con el calor y la velocidad de las reacciones químicas.	7 horas
En el Bloque VIII se estudian los factores que intervienen en la velocidad de una reacción química conjuntamente con los intercambios de calor que experimenta la reacción, finalizando con un análisis del consumismo y el impacto que esto genera en el medio ambiente y en su vida cotidiana.		
<b>Desempeños del estudiante al concluir el bloque:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Distingue entre reacciones químicas endotérmicas y reacciones químicas exotérmicas partiendo de los datos de entalpía de reacción.</li><li>• Explica el concepto de velocidad de reacción.</li><li>• Calcula entalpía de reacción a partir de entalpías de formación.</li></ul>		
<b>Objetos de aprendizaje</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Entalpía:<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Entalpía de reacción.</li><li>➤ Entalpía de formación.</li></ul></li><li>• Reacciones exotérmica y endotérmica.</li><li>• Velocidad de reacción.</li><li>• Desarrollo sustentable.</li></ul>		

Este módulo está diseñado para el Bloque VIII de Química I y tiene como objetivo el estudio de la teoría de las colisiones y la comprensión del concepto de rapidez de una reacción química y los factores que influyen en ella. En lo que se refiere a materiales, se hace uso de frascos vial como recipientes de reacción y de recipientes medidores para una mejor aproximación a las concentraciones deseadas; es necesario asegurarse de que el vidrio resiste el calentamiento. Para proporcionar calor se propuso como alternativa el uso de encendedores desechables o mecheros de alcohol, en caso de carecer de instalación de gas. La vitamina C, la disolución de yodo y el agua oxigenada son reactivos de fácil adquisición en farmacias; el almidón puede encontrarse a granel o usar la presentación comercial de Maizena®. La sesión puede ser iniciada con los reactivos ya preparados, a conveniencia de los tiempos que requiera el Asesor.

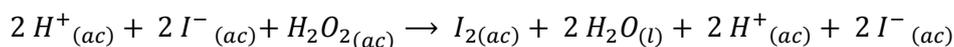
Se determina la rapidez haciendo uso de la aparición de color, lo que permite tomar el tiempo en el cual se lleva a cabo la reacción; se estudian los efectos de los cambios de temperatura y de la concentración de los reactivos.

Es importante explicar a los alumnos las reacciones que se llevan a cabo, a fin de que comprendan cuál es la reacción cuya velocidad se estudia y cuál la que produce el cambio de color:

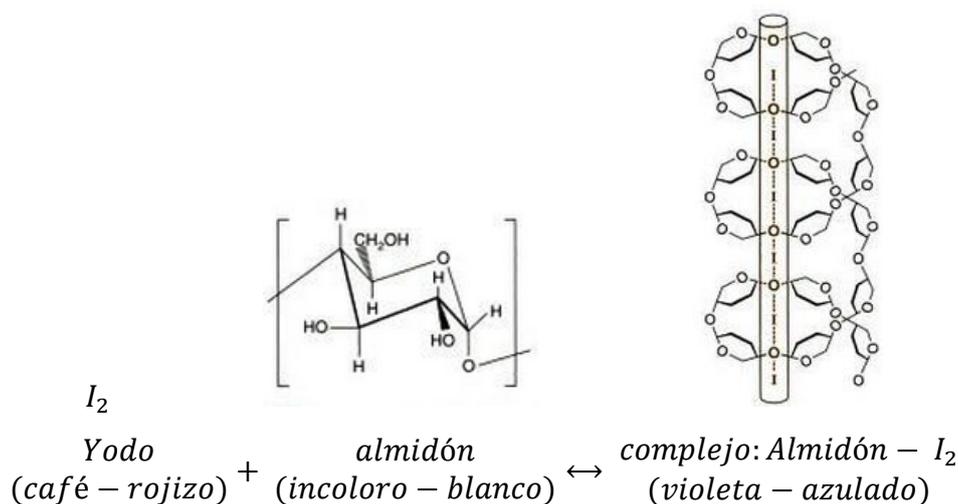
**Reacción 1.** Al agregar tintura de yodo ( $I_2$ ) a la vitamina C (ácido ascórbico,  $C_6H_8O_6$ ) el yodo se reduce a ion yoduro ( $I^-$ ) y la vitamina C se oxida a ácido dehidroascórbico ( $C_6H_6O_6$ ), de acuerdo con la siguiente reacción:



**Reacción 2.** Cuando se agrega agua oxigenada ( $H_2O_2$ ), el ion yoduro ( $I^-$ ) presente se oxida a yodo ( $I_2$ ), de acuerdo con la siguiente reacción, que es la reacción cuya velocidad se estudia.



**Reacción 3.** El cambio de color que se observa se debe a que el almidón, en presencia de yodo ( $I_2$ ), forma un complejo de color violeta-azulado<sup>1</sup>, que los alumnos probablemente habrán estudiado en sus clases de Biología para identificar el almidón en diversos alimentos.



**Nota:** El ácido ascórbico se agrega en exceso y mientras se tenga ácido ascórbico presente, el yodo formado se reduce de inmediato a yoduro y no se forma el complejo yodo-almidón. Pero en cuanto el ascórbico se termina, el yodo formado

<sup>1</sup> Harris, D. (2007). Análisis químico cuantitativo, pág. 356, España: Reverté

permanece y reacciona con el almidón observándose el cambio de color mencionado en la Reacción 3.

Es necesario recalcar a los estudiantes lo siguiente (ACS, 2002):

- Se hace una medición directa del tiempo (t) que tarda en verse un cambio de color que corresponde al tiempo que tarda en llevarse a cabo la reacción y éste es inversamente proporcional a la rapidez:  $r = 1/t$ . Mientras menor sea el tiempo requerido para que la reacción se lleve a cabo, la rapidez será mayor.
- Este experimento se presenta como un ejemplo de QV, utilizando reactivos limpios, ya que introduce una forma alternativa de llevar a cabo un experimento tradicional<sup>2</sup> en el que se utilizaba cloruro de mercurio (II).

También se hace una aproximación cuantitativa del contenido de vitamina C ( $C_6H_8$ ) presente en una tableta comercial, pero se deben mencionar los posibles errores debidos a la falta de material volumétrico. En primer lugar se hace la determinación cuantitativa de yodo ( $I_2$ ) en la disolución comercial, utilizando una disolución de tiosulfato de sodio ( $Na_2S_2O_4$ ) de concentración conocida, que debe ser preparada por el Asesor. Posteriormente se determina el contenido de ácido ascórbico con el yodo ( $I_2$ ) previamente valorado. Como resultado final se solicita la cantidad (en miligramos) de vitamina C encontrada en la tableta.

El uso de la vitamina C permite la relación con la asignatura Ciencias de la Salud y los alumnos pueden reflexionar sobre las consecuencias de su deficiencia en la alimentación y sobre la importancia de mantener la homeostasis del cuerpo humano mediante una adecuada la alimentación para la prevención de enfermedades. Se presenta un fragmento de un documento de la Secretaria de Salud para explicar brevemente en qué consiste el escorbuto; las preguntas dirigidas para esta lectura están enfocadas a que el alumno reconozca la importancia de una alimentación correctamente balanceada. De ser posible, el alumno deberá recurrir a fuentes confiables de información en temas de Salud para comprender la importancia de los nutrientes en el cuerpo.

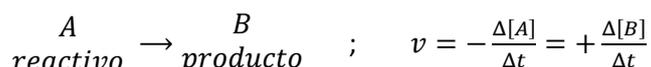
---

<sup>2</sup> <http://www.nuffieldfoundation.org/practical-chemistry/colourful-clock-reaction-old-nassau>  
<http://media.rsc.org/Classic%20Chem%20Demos/CCD-23.pdf>

### Módulo 3: ¿Qué tanto se forma y qué tan rápido?

#### 7.3.1. Rapidez de reacción

Cuando se describe una reacción química, la rapidez de la reacción se expresa como “el cambio de concentración de un reactivo o de un producto por unidad de tiempo”. El tiempo en el que se lleva a cabo una reacción pueden ser segundos, minutos, horas, días o incluso tiempos mayores. La unidad de tiempo en el Sistema Internacional de Unidades es el segundo y es el que se recomienda utilizar. La concentración de los reactivos decrece y la de los productos se incrementa con respecto al tiempo.



Se ha demostrado que entre los factores que influyen en la velocidad de una reacción química se encuentran la naturaleza y concentración de los reactivos, la superficie de contacto, la temperatura y la presencia de catalizadores.

Frecuentemente se requiere controlar la rapidez con la que realiza una reacción y con ello la de los productos que se obtendrán. En algunos casos se requiere acelerar las reacciones para acortar los tiempos de producción o bien, modificar las condiciones de reacción para alcanzar mayor rendimiento, pureza del producto y eficiencia del proceso. En otros casos, se busca que la reacción sea más lenta, como en el caso de la descomposición de los alimentos. Si se comprende cómo se puede modificar la rapidez y cómo se realiza la reacción, entonces existe la posibilidad de controlar el proceso.

#### Materiales:

• 10 recipientes de plástico de 100 mL	• Frascos vial
• Pipetas Beral o goteros	• Dos jeringas de 5 mL
• 6 jeringas de 10 mL	• Un encendedor
• Papel aluminio	• Un cronómetro o reloj con segundero
• Un plumón para rotular	• Una microplaca de plástico con 12 celdas de pozos

Busca los Rombos de Seguridad de los reactivos y completa la siguiente tabla:

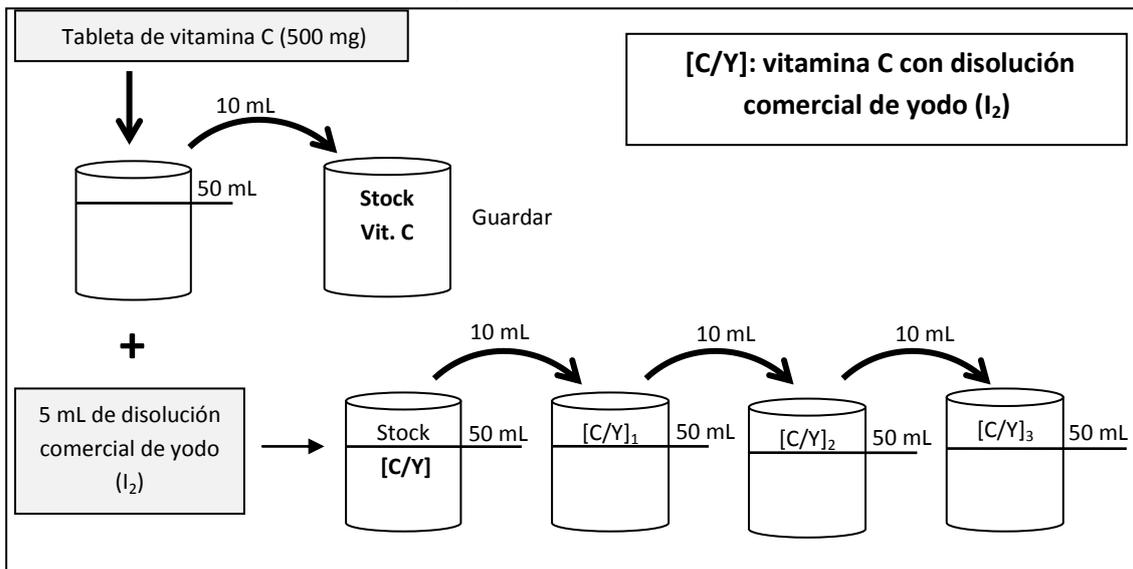
Reactivos:	Código N.F.P.A (S, I, R)
Tableta de vitamina C de 500 mg (Ácido ascórbico)	
Disolución comercial de yodo (I <sub>2</sub> ) al 2% m/v	
Agua Oxigenada (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) al 3% m/v	
Disolución recién preparada de almidón	
Agua	
Tiosulfato de Sodio (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 0.1 molL <sup>-1</sup>	

**Bitácora de laboratorio:** Una libreta pequeña con tu nombre que será de uso exclusivo para las anotaciones y observaciones de las actividades de laboratorio.



**Preparación de las disoluciones Stock (por grupo)**

**Disolución Stock<sup>10</sup> de vitamina C con yodo (I<sub>2</sub>) comercial:**



- Muele una tableta de vitamina C (500 mg) y disuélvela en 50 mL de agua.
- Guarda 10 mL de esta disolución en un recipiente envuelto en papel aluminio. Etiquétala como Stock de vitamina C, **Stock Vit. C**.

Expresa la concentración de la disolución de vitamina C preparada:

	Cálculos	Concentración
mg/mL		
%m/v		
molL <sup>-1</sup>		

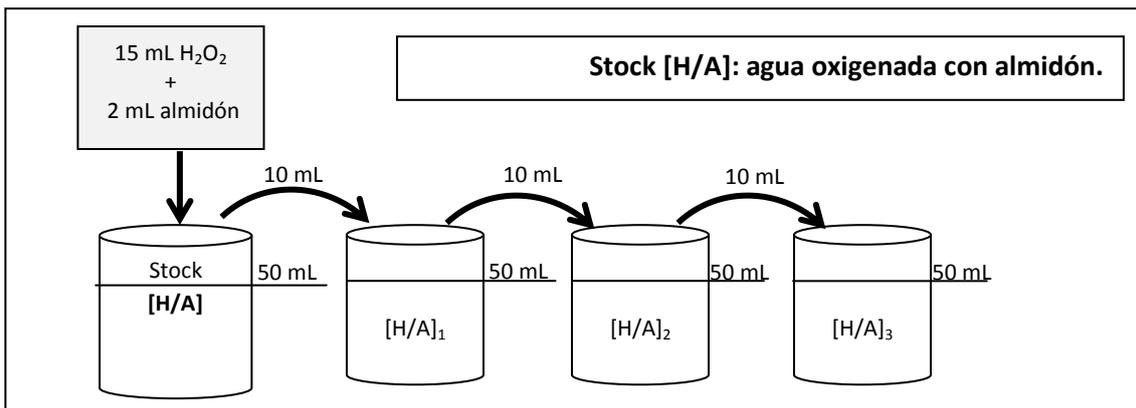
M(ácido ascórbico) = 176.12 g/mol.

- Agrega con la jeringa 5 mL de disolución comercial de yodo, al volumen de vitamina C restante. Rotula esta disolución como Stock vitamina C/Yodo, **Stock [C/Y]**.
- A partir de la disolución **Stock [C/Y]** prepara la siguiente serie de diluciones:
  - Primera dilución: Con una jeringa toma 10 mL de la solución **Stock [C/Y]** y colócalos en otro recipiente; completa a 50 mL con agua. Rotúlala como **[C/Y]<sub>1</sub>**.

<sup>10</sup> **Disolución Stock.** Es una disolución que posee una concentración alta de uno o varios compuestos químicos conocidos y sirve para preparar disoluciones de menor concentración.

- Segunda dilución. Con otra jeringa toma 10 mL de la primera dilución,  $[C/Y]_1$ , y colócalos en otro recipiente. Completa con agua a un volumen de 50 mL. Rotula como  $[C/Y]_2$ .
- Con una tercera jeringa toma 10 mL de la segunda dilución,  $[C/Y]_2$ , colócalos en un recipiente y lleva a un volumen de 50 mL con agua. Rotula como  $[C/Y]_3$ . Mantén tus disoluciones  $[C/Y]_1$ ,  $[C/Y]_2$  y  $[C/Y]_3$  envueltas con papel aluminio mientras no las utilices.

#### Disolución Stock de Agua Oxigenada con almidón:



- Con una jeringa limpia, coloca en un recipiente de plástico, graduado, 15 mL de agua oxigenada comercial y 2 mL de disolución recién preparada de almidón. Lleva a un volumen total de 50 mL con agua. Etiqueta como Stock  $H_2O_2$ /Almidón, **Stock [H/A]**.
- A partir de la disolución **Stock [H/A]** prepara la siguiente serie de diluciones:
  - Primera dilución: Con una jeringa toma 10 mL de la solución Stock de  $H_2O_2$ /Almidón, colócala en un recipiente y llévala a 50 mL con agua. Rotúlala como  $[H/A]_1$ .
  - Segunda dilución: Con una segunda jeringa toma 10 mL de  $[H/A]_1$ , colócalos en otro recipiente y lleva a un volumen de 50 mL con agua. Rotúlala como  $[H/A]_2$ .
  - Tercera dilución: Con una tercera jeringa, toma 10 mL de  $[H/A]_2$ , colócalos en un recipiente y completa a un volumen de 50 mL con agua. Rotúlala como  $[H/A]_3$ . Envuelve con papel aluminio las disoluciones  $[H/A]_1$ ,  $[H/A]_2$  y  $[H/A]_3$  mientras no las utilices.

**Experimento 1. Rapidez de reacción**

- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.
  - a) Observa y registra las características físicas de las disoluciones  $[C/Y]_2$  y  $[H/A]_2$ .
- Con una pipeta Beral toma un mililitro de la disolución  $[C/Y]_2$  y colócalo en un frasco vial. Mezcla con un mililitro de la disolución  $[H/A]_2$ .
  - b) Agita y registra el tiempo que tarda en observarse un cambio de color.
  - c) ¿Qué observaste?
  - d) ¿Cómo esperarías que fuera el tiempo requerido (mayor o menor) si se cambian las condiciones de la reacción? En cada caso justifica tu respuesta.
    - Aumentando la concentración.
    - Disminuyendo la concentración.
    - Aumentando la temperatura.
    - Disminuyendo la temperatura.



**Experimento 2. Factores que influyen en la rapidez de reacción**

- Registra en tu bitácora todas tus observaciones
  - a) Observa y registra las características físicas de las disoluciones  $[C/Y]_1$  y  $[H/A]_1$ .
  
- Con una pipeta Beral toma un mililitro de  $[C/Y]_1$ , colócalo en un vial, mezcla con un mililitro de la disolución  $[H/A]_1$ .
  - b) Agita y registra el tiempo que tarda en observarse un cambio de color.
  
  - c) ¿Qué observas?
  
  - d) Observa y registra las características físicas de las disoluciones  $[C/Y]_3$  y  $[H/A]_3$ .
  
- Con una pipeta Beral toma ahora un mililitro de  $[C/Y]_3$ , colócalo en un frasco vial, mezcla con un mililitro de la disolución  $[H/A]_3$ .
  - e) Agita y registra el tiempo que tarda en observarse un cambio de color.
  
  - f) ¿Qué ocurrió al agregar  $[H/A]_3$  a  $[C/Y]_3$ ?
  
  - g) Concluye: ¿Cuál es el efecto de la concentración de los reactivos en la rapidez de la reacción?

**Parte 2. Efecto de la temperatura.**

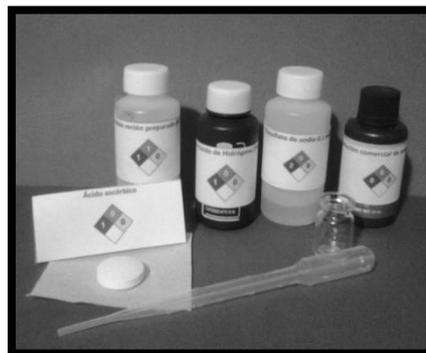
- Con una pipeta Beral coloca 1 mL de  $[C/Y]_2$  en un frasco vial. Con ayuda de unas pinzas toma la boquilla del frasco y con mucha precaución calienta el fondo del vial con un encendedor de gas o con un mechero de alcohol. Otro compañero agregará 1 mL de  $[H/A]_2$ .
  - a) Registren el tiempo que tarda en observarse un cambio de color.
  - b) ¿Qué observan?
- En otro frasco vial, coloquen 1 mL de  $[C/Y]_2$  y sumerjan el vial en agua fría o en hielo. Agreguen 1 mL de  $[H/A]_2$ .
  - c) Registren el tiempo que tarde en registrarse un cambio de color.
  - d) ¿Qué observan?
  - e) Concluyan: ¿Cuál es el efecto de la temperatura de los reactivos en la rapidez de una reacción?

**Actividad complementaria: Desarrollo Sustentable.**

1. En otro experimento para el estudio de la rapidez de una reacción<sup>11</sup> se utilizan aproximadamente 150 mL de cloruro de mercurio (II), ( $HgCl_2$ ), en concentración  $0.01 \text{ mol L}^{-1}$ , por experimento realizado en equipos de dos alumnos. La matrícula reportada para los Centros EMSAD en el año 2013 fue de 111,132 estudiantes. ¿Qué cantidad (en gramos) de cloruro de mercurio (II) se deja de utilizar, si todos los alumnos realizan el experimento utilizando la propuesta de la vitamina C?
2. Consulta la Hoja de Datos de Seguridad para el cloruro de mercurio (II), ( $HgCl_2$ ), y para otros compuestos de mercurio. Toma nota de su Rombo de Seguridad y de las sugerencias para el tratamiento de residuos correspondiente.
3. ¿Cuáles son las ventajas de limitar el uso de compuestos de mercurio en experimentos de laboratorio? ¿Cuáles son algunos de los daños a la salud y al medio ambiente asociados al uso del mercurio? Explica por qué es deseable limitar las fugas de mercurio al medio ambiente.
4. Si un investigador tiene que trabajar con compuestos de mercurio sin la posibilidad de evitar su uso, ¿qué precauciones debería considerar para la eliminación de compuestos de mercurio?
5. Consideras que al buscar procesos que hacen uso de reactivos menos contaminantes y peligrosos, se está trabajando por el cuidado de la salud, la protección del medio ambiente y con ello dando una paso hacia el Desarrollo Sustentable. Justifica tu respuesta.

<sup>11</sup> La demostración en video se encuentra en: [http://chemed.chem.purdue.edu/demos/main\\_pages/22.5.html](http://chemed.chem.purdue.edu/demos/main_pages/22.5.html), es necesario instalar el Quick Time Movie® que es gratuito.

**Experimento 3. Determinación de vitamina C en una tableta comercial.**



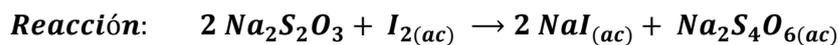
- Registra en tu bitácora todas tus observaciones.

**Parte 1. Concentración de la disolución comercial de yodo.**

- Con la pipeta Beral en posición vertical, toma la cantidad de disolución comercial de yodo que corresponde a un mililitro (1 mL) y déjala caer gota a gota sobre el mismo recipiente que la contiene, contando el número de gotas.
  - a) Registra el número de gotas que contiene un mililitro.
- Inténtalo 2 veces más o hasta que el número de gotas no sea diferente por más de una gota.

Núm. de intento	1	2	3
Núm. de gotas			

- b) ¿Cuál es el número promedio de gotas que equivale a 1 mL?
  - c) ¿Cuál es el volumen aproximado de cada gota?
- Coloca 10 gotas de la disolución comercial de yodo en un frasco vial.
    - d) Observa y registra las características físicas de la disolución.
  - Agrega gota a gota con la pipeta Beral en posición recta, disolución de tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )  $\sim 0.1 \text{ molL}^{-1}$ , (que te proporcionará el Asesor) hasta observar un cambio de color.
    - e) Registra el número de gotas requerido.
    - f) ¿Qué observaste al agregar el tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )?
  - Repite el experimento dos veces más o hasta que el número de gotas requerido sea constante.
  - Lee en la botella de yodo comercial la concentración de yodo ( $\text{I}_2$ ). Registra este valor.
  - Con los datos experimentales y considerando la reacción que se lleva a cabo, calcula la concentración de la disolución comercial de yodo y compárala con la indicada en la botella.



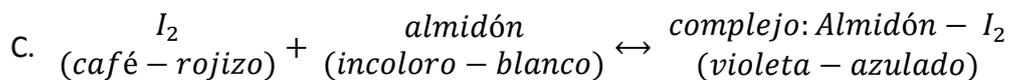
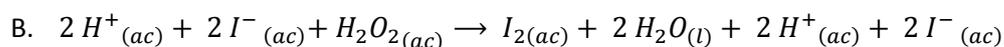
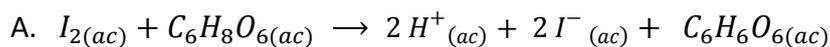
Repeticiones	Gotas de $\text{I}_2$	mL de $\text{I}_2$	Gotas de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
1				
2				
3				

**Parte 2. Determinación cuantitativa de vitamina C.**

- Toma 1 mL de la disolución *Stock de vitamina C*, (**Stock Vit. C**) y colócalo en un frasco vial con 8 gotas de almidón y 8 gotas de agua oxigenada.
  - a) ¿De color se tornará la disolución?
- Agrega yodo comercial, gota a gota con la pipeta Beral, hasta que aparezca un color violeta-azul. Detén la adición de yodo con la primera gota que de un cambio de color definitivo.
  - b) ¿Cuántas gotas de yodo comercial agregaste para observar un cambio?
  - c) ¿Qué ocurrió al agregar al yodo comercial?
- Repite el experimento dos veces más o hasta que el número de gotas de yodo agregado sea constante.

Con los datos experimentales calcula los gramos de vitamina C (ácido ascórbico) presentes en la tableta. Recuerda la dilución previa.

Reacciones:



- Busca en la etiqueta de la caja o frasco de la vitamina C la siguiente información:
  - d) ¿Cuál es su contenido de vitamina C? Compáralo con el que obtuviste experimentalmente. ¿Existe variación? ¿A qué se debe?

$$\% \text{ de Error} = \frac{\text{valor teórico} - \text{valor experimental}}{\text{Valor teórico}} * 100\%$$

**Alimentación: vitamina C.**

El escorbuto, que como hoy se sabe es la deficiencia de vitamina C, fue descrito por los antiguos griegos, egipcios y romanos, y constituyó históricamente un azote para ejércitos, navegantes, y exploradores. Aunque se descubrió desde las cruzadas y fue una plaga común, fue hasta 1907 cuando Holst y Frölich demostraron que la enfermedad podía producirse en cobayos y se aceptó que era debida a una deficiencia dietética.



**Figura 1.** Cuando se padece escorbuto las encías se inflaman entre los dientes y sangran con facilidad. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO).

Los Índices Diarios Recomendados (IDR) de ácido ascórbico varían por grupo de edad: 40 mg en niños de 6 a 11 meses; 15 mg en niños de 1 a 4 años; 25 mg en niños de 5 a 9 años; 45 mg en niños de 10 a 14 años y 75 a 90 mg en personas de 15 años en adelante. El ácido ascórbico se encuentra en concentraciones muy elevadas en vegetales verdes y cítricos, es *termolábil*, se destruye con facilidad por oxidación o exposición al hierro y cobre. Cerca del 50% del ácido ascórbico contenido en los alimentos se pierde durante la preparación y cocción.

**Fuente:** Secretaría de Salud, 2003.

- **Contesta las siguientes preguntas:**
  - ¿Qué es el escorbuto?
  - ¿Por qué consideras que en el ejército, y también entre los marineros y los exploradores, el escorbuto llegó a ser un grave problema?
  - ¿Cuál sería tu IDR de consumo de vitamina C?

- ¿Qué tipo de alimentos contienen concentraciones elevadas de vitamina C?
- ¿Qué significa que la vitamina C sea *termolábil*? ¿Por qué es entonces tan importante el consumo de frutos cítricos (naranja, limón, piña, guayaba)?
- ¿Crees que es importante la concentración de los nutrientes en el cuerpo para mantener la salud?

**Proyecto:**

La siguiente investigación la puedes realizar en Internet si cuentas con este recurso, o bien en la Biblioteca de tu escuela o localidad.

El tema de investigación será el Escorbuto o alguna otra enfermedad que esté asociada al déficit o exceso de un nutrimento en el cuerpo humano. De acuerdo con las instrucciones de tu Asesor, en equipo deberán elaborar una presentación electrónica, periódico mural o cartel que presentarán a sus compañeros y a los integrantes de su comunidad.

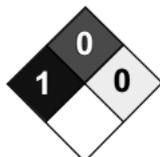
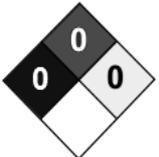
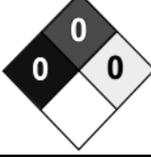
Puedes consultar información en páginas destinadas a la difusión de Temas de Salud:

- **Organización Mundial de la Salud (en español).**  
<http://www.who.int/es/>
- **Organización Panamericana de la Salud (México).**  
<http://www.paho.org/mex/>
- **Secretaría de Salud (México).**  
<http://portal.salud.gob.mx/>
- **MedlinePlus® Servicio de la Biblioteca Nacional de Medicina (EUA, en español).**  
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/>

### 7.3.2 Preparación de Reactivos

La información que se presenta a continuación es para el Asesor y tiene como fin presentar, para esta actividad experimental, el material requerido, la preparación de reactivos y el tratamiento de residuos que se debe hacer. Los rombos de seguridad a color se presentan en el Anexo 2. En el Anexo 3 se pueden encontrar las imágenes del material utilizado. Las alternativas para el material de laboratorio se encuentran en el Anexo 4.

**Reactivos:**

<p><b>Ácido ascórbico</b></p> 	<p><b>Disolución comercial de yodo (2%)</b></p> 
<p><b>Almidón recién preparado (0.1%)</b></p> 	<p><b>Peróxido de Hidrógeno (3%)</b></p> 
<p><b>Tiosulfato de sodio 0.1 molL<sup>-1</sup></b></p> 	<p><b>Agua</b></p> 

**Tabletas de vitamina C:** Las tabletas comerciales tienen un contenido de 500 mg de ácido ascórbico. Se pueden adquirir en cualquier farmacia.

**Yodo (I<sub>2</sub>):** El agua para preparar el yodo (I<sub>2</sub>) se debe hervir previamente; se tapa y se deja enfriar. Prepararla con tiempo. Disolver en el agua 20 g de yoduro de potasio (KI) y agregar 6.5 g de cristales de yodo (I<sub>2</sub>). Agitar hasta que todo el sólido se disuelva y aforar a 500 mL. Concentración 0.05 molL<sup>-1</sup> o 1.3% m/v. Se puede utilizar una disolución comercial de yodo povidona (contiene yodo en un 10%) o tintura de yodo (contiene yodo en un 2% m/v) para hacer uso de un reactivo comercial que contiene yodo, el cual reacciona en la forma deseada (buscar su composición para que se vea que contiene el I<sub>3</sub><sup>-</sup> que es lo que reacciona en realidad). Se puede comprar en las farmacias. Tener cuidado de no utilizar las disoluciones jabonosas de este producto, ya

que interfieren en la reacción que se desea ver. Con el yodo se puede determinar el almidón en diversos alimentos, entre ellos frutos, jamones y salchichas.

**Almidón:** La receta es la que se usa para preparar el almidón casero para planchar, disuelva una cucharada sopera “copeteada” de almidón en media taza de agua fría. Una vez disuelto agréguelo a un litro de agua hirviendo. Baje la flama y mantenga en ebullición lenta, hasta que la disolución se ponga clara. Deje que se enfríe antes de usarse. También se puede usar maicena. *Preparar la cantidad que se vaya a necesitar por sesión. Debe utilizarse recién preparado.*

**Peróxido de hidrógeno al 3% m/v:** El  $H_2O_2$  con esta concentración es comúnmente conocido en las farmacias como “agua oxigenada”.

**Agua ( $H_2O$ ):** Es recomendable el uso de agua destilada, sin embargo a falta de un equipo de destilación puede bastar agua potable, o agua embotellada, para evitar variaciones en los resultados en el caso de aguas duras o que contengan cloro. Deben hacerse pruebas para tomar la decisión del tipo de agua a usar.

**Tiosulfato de sodio ( $Na_2S_2O_3$ )  $0.1 \text{ molL}^{-1}$ :** Disolver 15.8 gramos de tiosulfato de sodio en un litro de agua.

## 7.4 Integración de las Herramientas de Análisis de QV: Diagrama Verde

Para que estudiantes y profesores estén posibilidades de realizar un análisis del “acercamiento verde” de las actividades experimentales que realicen, es necesario proveerles de herramientas que les faciliten dicho análisis. Estas herramientas fueron presentadas en el Capítulo 5.

Se propone la elaboración de un Diagrama Verde para lo cual se presenta un Formato especialmente diseñado para estudiantes del nivel medio superior, el cual provee la información necesaria para el análisis mencionado. Se basa en la metodología inicialmente planteada por Miranda et al. (2011) para estudiantes del Doctorado de Ciencias Químicas, ya que se consideró importante que esta reflexión y análisis fueran hechos también por alumnos y profesores del nivel medio superior. El Formato que se presenta es el resultado del trabajo realizado con alumnos de los laboratorios de Química General I y II de la Facultad de Química de la UNAM, y toma en cuenta las propuestas de profesores del bachillerato de la UNAM y del COLBACH con quienes se trabajó; su uso de ninguna manera es limitativo para la modalidad EMSAD. Se prevé que una vez que el Formato sea conocido por los estudiantes, ellos hagan uso de su ingenio y creatividad para elaborar los diagramas con sus propias propuestas. Siempre debe contener los datos personales de los alumnos: *Nombre y Equipo*, así como los datos de la práctica: *Nombre y Asignatura*.

Es importante que el alumno conozca que existen diferentes criterios de clasificación para sustancias químicas aunque para el uso del Formato se optó por el sistema de clasificación de la NFPA por su sencillez para su representar riesgos a la salud, inflamabilidad y reactividad, mediante un sistema numérico y de colores, en donde los alumnos obtienen rápidamente información valiosa sobre su comportamiento y manipulación.

Se solicita a los alumnos que escriban los Doce Principios de la QV, no como un ejercicio de memorización, sino con el objetivo de que se haga una consulta bibliográfica de los mismos en la página del Instituto de QV de la ACS, para que posteriormente puedan reportarlos en el cuadro correspondiente. Es lógico que la

comprensión de estos principios se dificulte a los alumnos, principalmente por su falta de experiencia en el área de la química y también porque la QV nace de la práctica de la química orgánica. De ahí la importancia del apoyo del asesor para lograr su comprensión.

A continuación se presentan al Asesor, las partes que componen un “Diagrama Verde”, cuyo propósito es compilar la información obtenida al analizar cualquier procedimiento experimental con las herramientas mencionadas.

*Parte 1. Datos personales.*

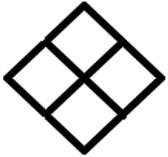
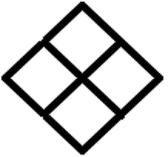
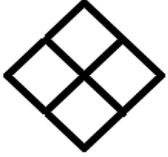
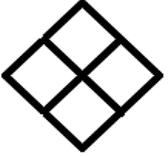
<b>DIAGRAMA VERDE</b>	
<b>NOMBRE DEL ALUMNO:</b> _____	<b>EQUIPO:</b> _____

*Parte 2. Datos de la práctica.*

<p><b>INSTRUCCIONES:</b> Llena el siguiente ejercicio a mano. Necesitarás lápices de colores para contestarlo.</p> <p><b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA:</b> _____ <b>ASIGNATURA:</b> _____</p>
--

En la *Parte 1*, se le piden al alumno sus datos personales: nombre y número de equipo si es el caso. En la *Parte 2* se debe escribir el nombre de la práctica y la asignatura a la que corresponde (Química I).

*Parte 3. Rombos de seguridad de reactivos empleados y productos obtenidos.*

SUSTANCIA Y FÓRMULA	ROMBO DE SEGURIDAD	SUSTANCIA Y FÓRMULA	ROMBO DE SEGURIDAD
			
			

Previa realización de la práctica, los alumnos escribirán el nombre y la fórmula de los reactivos y productos involucrados, buscarán los rombos de seguridad en sus HDS y con lápices de colores (azul, rojo y amarillo) indicarán la clasificación correspondiente. De esta forma tendrán conocimiento del comportamiento de cada sustancia y las precauciones que deben tomar para su manipulación.

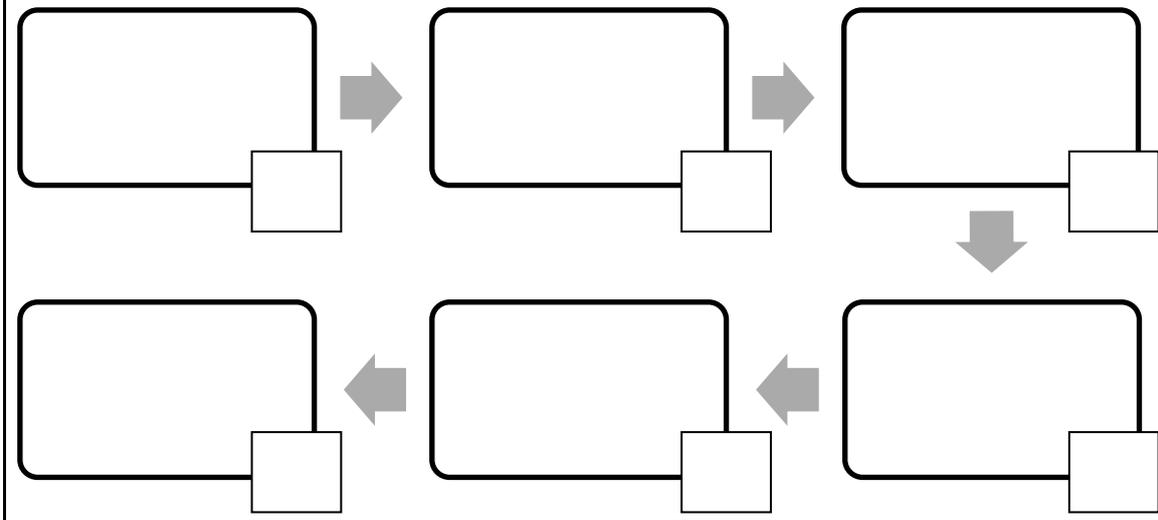
*Parte 4. Principios de QV*

No se pide a los alumnos que memoricen los Doce Principios de la QV, pero sí que con ayuda del profesor comprendan, en términos generales, su significado. En esta parte se les pide que los escriban para que los tengan presentes al evaluar si alguno o algunos de ellos tiene(n) relación con alguna(s) etapa(s) del procedimiento experimental

**Escribe los 12 principios de la Química Verde:**

*Parte 5. Procedimiento Experimental*

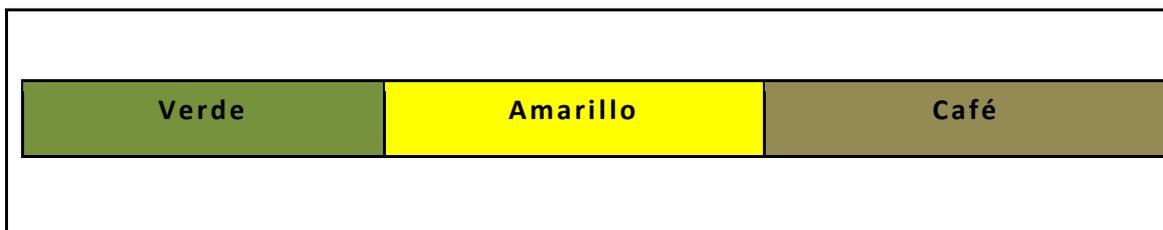
Completa el siguiente esquema. Resume lo necesario. En el cuadro pequeño del vértice inferior derecho, coloca el o los número(s) del (los) Principio(s) que corresponda(n) y colorea de acuerdo a la escala verde. NOTA: Puede ser ninguno, uno, o más principios.



En el diagrama de flujo el alumno debe escribir de manera sintetizada los pasos del procedimiento experimental. En el cuadro que se encuentra en el vértice inferior derecho de cada paso debe escribir el o los principios de QV con los que encuentre relación. Es importante enfatizar que es posible que haya pasos para los que no encuentre relación con ningún principio o que la encuentre con uno o con varios de ellos. En este último caso el cuadro puede dividirse en secciones; en caso de no encontrarse relación el espacio se dejará en blanco. Si en algún paso experimental se llegara a utilizar algún material o procedimiento relacionado con los criterios de las 3R's se colocará el logotipo correspondiente al reciclado a un lado de él.



*Parte 6. Escala Verde y su significado.*



A fin de facilitar este análisis se simplificó la propuesta de colores hecha por Miranda y colaboradores (2007). Recordar que se busca la calificación cualitativa de los pasos experimentales en los que se encontró relación con al menos un Principio de QV. La escala propuesta va del verde cuando se asume que el Principio se cumple, al café cuando se encuentra relación pero en el sentido de no cumplirse con el Principio (hacer uso de reactivos o tener un proceso contaminante). Se utilizará el amarillo cuando hay relación, pero “poco” comportamiento verde. El color elegido se pondrá como fondo del cuadro en el que se escriben los Principios. Por ejemplo en una reacción de neutralización de ácido clorhídrico (HCl) con hidróxido de sodio (NaOH) pueden considerarse los principios de la Tabla 9.

**Tabla 9. Ejemplo de Principios de Química Verde relacionados y su calificación, para la reacción entre el hidróxido de sodio (NaOH) y el ácido clorhídrico (HCl).**

	<b>Principio Relacionado</b>	<b>Justificación</b>	<b>Calificación</b>
1	Prevención de desechos.	Si se calculan los volúmenes teóricos a gastar, los desechos generados serán pocos o casi nulos.	Amarillo o Verde
3	Síntesis químicas menos peligrosas	Las concentraciones utilizadas en la reacción de neutralización son bajas por lo que el proceso no es peligroso.	Verde
6	Diseño para la eficiencia energética.	La reacción se lleva a cabo a temperatura y presión ambiente.	Verde
12	Uso de sustancias químicas que disminuyan el riesgo de accidentes.	Los reactivos son corrosivos pero en bajas concentraciones y/o pocas cantidades, el riesgo será mínimo. Si se requieren cantidades mayores se presentará mayor riesgo. Los productos no representan ningún riesgo.	Verde Amarillo o Café

*Parte. 7 Tratamiento de residuos.*

	Bibliografía consultada: _____ _____
--	---

En esta parte los alumnos indicarán el tratamiento que debe darse a los residuos resultantes de la actividad experimental. Tomando como apoyo las HDS y la información proporcionada por el asesor, los alumnos se responsabilizarán de llevar a cabo el tratamiento de residuos correspondiente.

*Parte. 8 Conclusiones.*

<b>Conclusión:</b>	_____ _____
--------------------	----------------

Con la conclusión solicitada para cada experimento se espera haber llevado al alumno a la reflexión de la importancia de analizar las metodologías experimentales y

conocer el acercamiento que tienen las mismas a la filosofía del trabajo de QV. Se debe enfatizar que no se debe sacrificar el aprendizaje esperado en aras de trabajar en el contexto de la QV.

En la Figura 19 se presenta un Diagrama Verde elaborado por un alumno, antes de hacer uso de algún tipo de formato. Se observa que los alumnos tenían dificultad para relacionar los principios de la QV con el análisis del manejo de reactivos y desechos y las medidas básicas de higiene y seguridad.

A mediano plazo se espera que el uso del Formato aquí propuesto permita a los alumnos una aproximación más certera de “Acercamiento Verde” con todas las bondades que ello implica. Ver Figura 20.

En la Figura 21 se presentan las partes del Formato y se muestra el llenado de cada una de sus ellas; aunque aparentemente su implementación pareciera difícil, en la medida en que se avance en el análisis y comprensión de las Herramientas de la QV, su implementación será más fácil.

Figura 19. Diagrama Verde antes del uso del Formato.  
(Ver a color en el Anexo 6)

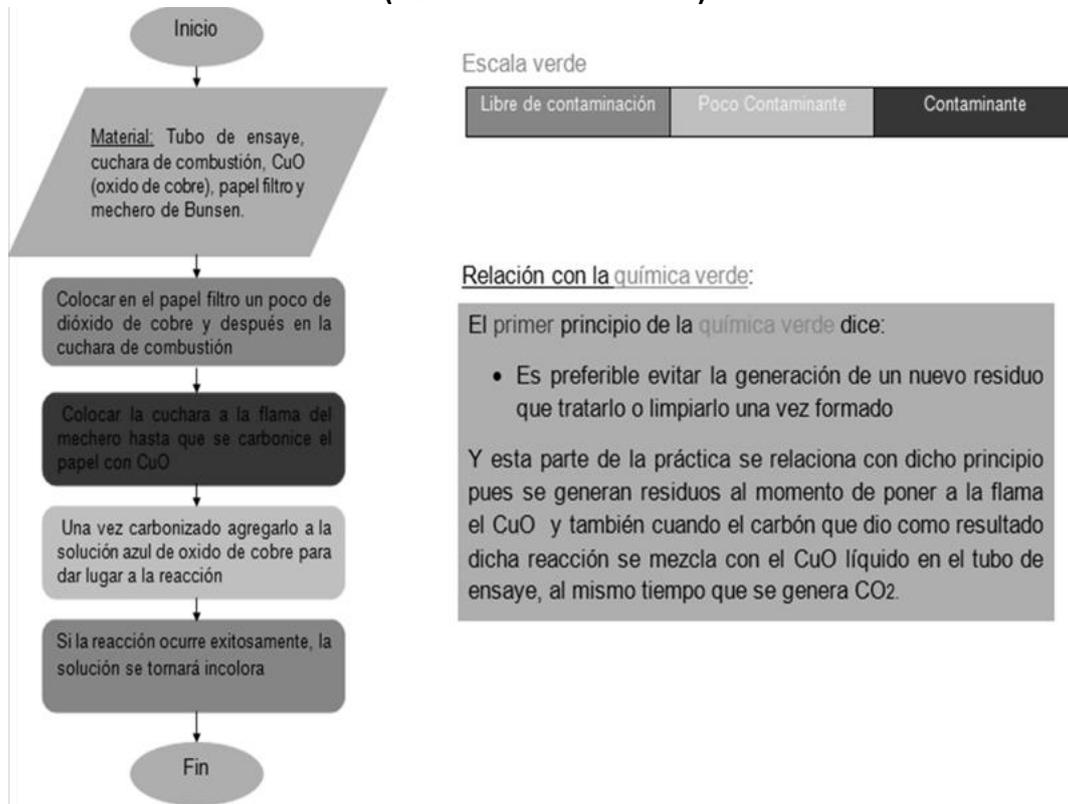


Figura 20. Diagrama Verde propuesto después de haber usado el Formato  
(Ver a color en el Anexo 6)

**QUÍMICA VERDE**

$HCl(ac) + NaOH(ac) \rightarrow NaCl(ac) + H_2O(l)$

Ácido clorhídrico    Hidróxido de sodio    Cloruro de sodio    Agua

**HCl**      **NaOH**

**Principios de la Química verde**

1. Prevención de desechos.
2. Economía atómica.
3. Síntesis químicas menos peligrosas.
4. Diseño de productos eficaces y no tóxicos.
5. Uso de disolventes y sustancias auxiliares seguras.
6. Diseño para eficiencia energética.
7. Uso de materias primas renovables.
8. Evitar el uso de derivados.
9. Uso de catalizadores.
10. Diseño de productos degradables.
11. Análisis de procesos en tiempo real
12. Uso de sustancias que disminuyan el riesgo de accidentes

**Tratamiento de residuos**  
Al hacer reaccionar el HCl y NaOH forman H<sub>2</sub>O mas una sal (NaCl) que no es nociva para la salud ni el medio ambiente, por lo que se puede desechos en el drenaje

**Bibliografía**  
CTR científico, Visto por ultima vez el 20/10/12 en <http://www.ctr.com.mx/pdfcart/Hidr%C3%B3xido%20de%20Sodio%201N.pdf>

**Procedimiento Experimental**

Coloque 3 mL de NaOH 1M en un tubo de ensaye y mida el pH

3      12

En otro tubo de ensaye coloque 3 mL de HCl y mida el pH

3      12

Mézclelos y mida el pH, registre si hay cambio de temperatura o pH

1      6

**Conclusión**  
La practica se podría considerar como verde debido a que se trabajo con pequeñas cantidades y se tomaron las medidas de seguridad adecuadas.

No contamina      Contamina poco      Contamina

Figura 21. Diagrama Verde haciendo uso del Formato propuesto. (Ver a color en el Anexo 6).

**EJERCICIO DE DIAGRAMA VERDE**

INSTRUCCIONES: Llene el siguiente ejercicio a mano. Necesitará lápices de colores para contestarlo.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: "Preparación de disoluciones y determinación de la concentración por medio de una valoración"

Reactivo y fórmula	Rombo de seguridad	Reactivo y fórmula	Rombo de seguridad
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		NaOH	
C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O		HCl	

Escribe los 12 principios de la Química Verde:

1. Prevención de desechos
2. Economía atómica
3. Síntesis químicas menos peligrosas
4. Diseño de productos eficaces y no tóxicos
5. Uso de disolventes y sustancias auxiliares más seguros
6. Diseño para eficiencia energética
7. Uso de materias primas renovables
8. Evitar el uso de derivados
9. Uso de catalizadores
10. Diseño de productos degradables
11. Análisis de procesos en tiempo real
12. Uso de sust. que disminuyen el riesgo de accidentes

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL: Complete el siguiente esquema. (Resume lo necesario) En el cuadro anexo coloque el número del principio que le corresponda y colóree de acuerdo a la escala verde. **NOTA:** Puede ser ninguno, uno, o más principios.

```

    graph TD
      A[Preparación de las  
cuatro disoluciones  
5] --> B[Valoración de la sosa  
con 0.102 g de difulato]
      B --> C[Valoración de  
de H2SO4 con]
      C --> D[valoración de 10 ml  
de HCl con NaOH]
      D --> E[valoración de 10 ml  
de C6H8O con  
NaOH]
      E --> F[Tratamiento  
de residuos.  
1]
  
```

Coloree la Escala verde y escriba su significado:

Si cumple	Cumple con algunos (cosas)	No cumple
-----------	-------------------------------	-----------

Tratamiento de residuos con bibliografía:

Ajustar el pH de la sosa con un ácido y la disolución resultante llevarla al drenaje. Facultad de Química, visitada el 18 febrero de 2012. [www.quimica.unam.mx](http://www.quimica.unam.mx)

Diluir con agua cuidadosamente el HCl, neutralizar con carbonato de calcio y verterse en el drenaje. Facultad de Química, visitada el 18 febrero de 2012. [www.quimica.unam.mx](http://www.quimica.unam.mx)

El ácido gálico debe ser recuperado por dilución y posterior purificación. Química Técnica, visitada el 18 febrero de 2012. [www.quimicatecnica.com.co](http://www.quimicatecnica.com.co)

Neutralizar con hidróxido de sodio y verterlo en un drenaje con exceso de agua. Arvirar, visitada 18 febrero de 2012. [www.arvirar.com.mx](http://www.arvirar.com.mx)

Conclusión: Me parece que es importante conocer la manera de tratar los residuos ya que esto hará que se disminuya la contaminación y se dañe menos al ecosistema.

CAPÍTULO 7: PROPUESTA DE TRABAJO PARA LA UNIDAD EMSAD.

## 7.5 Lecturas

Se hizo una recopilación de lecturas para ser trabajadas con los alumnos. Son atractivas para enfocarlas hacia aplicaciones de la Química y presentan contenidos a ser seleccionados por el Asesor. En esta sección se recopiló información de diferentes blogs, revistas y/o recursos con aplicaciones de Química. Las lecturas son recursos de acceso libre en Internet y pueden ser una herramienta para que el Asesor la utilice de acuerdo con su criterio para la comprensión del alumno.

**7.5.1 “La química en el siglo XXI. ¿Ángel o demonio?”** Una reflexión sobre la concepción actual de la química. Consulta en línea: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Quimica en el siglo XXI Angel o demonio V.Talanquer 24771.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Quimica%20en%20el%20siglo%20XXI%20Angel%20o%20demonio%20V.Talanquer%2024771.pdf)

**7.5.2 “Minería, desarrollo y ambiente: una perspectiva histórica”.** Es un documento *pdf* que desde un aspecto histórico hace referencia a la importancia del manejo de los materiales en el desarrollo de la Civilización. Consulta en línea: [http://www.aulados.net/Ciencia Sociedad/Mineria Desarrollo Ambiente/Mineria Desarrollo Ambiente.pdf](http://www.aulados.net/Ciencia%20Sociedad/Mineria%20Desarrollo%20Ambiente/Mineria%20Desarrollo%20Ambiente.pdf)

**7.5.3 “Guía fácil para limpieza natural”.** Presenta ideas seguras y efectivas para lograr una “limpieza verde” con productos de bajo costo que se pueden encontrar en la localidad. Se pretende para reducir el uso de productos de limpieza y con alternativas de menor riesgo. Consulta en línea: [http://www.environment.nsw.gov.au/resources/warr/2006233\\_natclean\\_span.pdf](http://www.environment.nsw.gov.au/resources/warr/2006233_natclean_span.pdf)

**7.5.4 “Si las vacas se mueren, ¿qué podemos hacer?”** Es el análisis de una situación donde se expone el caso de muerte de vacas y algunas de sus enfermedades. Se proponen varias actividades para abordar el tema de solubilidad. Consulta en línea: <http://educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf554.pdf>

**7.5.5 “El hidrógeno, energético del futuro”.** Hace una reseña sobre la alternativa de usar hidrógeno como una opción viable para ser utilizado como combustible prácticamente inagotable. Consulta en línea: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/93/el-hidrogeno-energetico-del-futuro>

**7.5.6 “Uso de Fertilizantes no Orgánicos”.** Es una guía de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social donde se ofrecen recomendaciones para el manejo de fertilizantes. Consulta en línea:

[http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/prac\\_seg/prac\\_chap/PS%20Fertilizantes%20no%20Organicos.pdf](http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/prac_seg/prac_chap/PS%20Fertilizantes%20no%20Organicos.pdf)

## Referencias utilizadas para la elaboración de la Propuesta

---

### Módulo 1. ¿Química? ¿Para qué?

- Sarmiento, M. (2007). Emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas en México. *Instituto Nacional de Ecología*. Visto por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas/381/sarmiento.html>
- Albert, L. (2011). Anaversa, a 20 años de un crimen impune. *La Jornada Ecológica*. Visto por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www.jornada.unam.mx/2011/04/04/eco-c.html>
- Aparicio, J. (2009). La explosión de Gases en San Juanico. Visto por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www.proteccioncivil-andalucia.org/Documentos/SanJuanico.htm>
- Anónimo. (2006). Revoluciona la química verde la industria manufacturera mundial. *La Jornada Ecológica*. Visto por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www.jornada.unam.mx/2006/09/30/index.php?section=ciencias&article=a03n1cie>
- Facultad de Química. Reglamento de Higiene y Seguridad para los Laboratorios de la Facultad de Química de la UNAM. *Gaceta Facultad de Química*. Visto por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/392.pdf>
- MEXICHEM. Hoja de Seguridad del Ácido clorhídrico al 30%. Vista por última vez el 14 de Enero de 2014 en: [http://www.mexichem.com/docs/hojas\\_seguridad/HDS%20ACIDO%20CLORHIDRICO%20EL%20SALTO.pdf](http://www.mexichem.com/docs/hojas_seguridad/HDS%20ACIDO%20CLORHIDRICO%20EL%20SALTO.pdf)
- Secretaría de Trabajo y Previsión social. (2000). Guía Informativa de la Norma Oficial Mexicana: NOM-018-STPS-2000. Sistema para la Identificación y Comunicación de Peligros y Riesgos por Sustancias Químicas Peligrosas en los Centros de Trabajo. Autor. Vista por última vez el 14 de Enero de 2014 en: [http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/guias/Guia\\_018.pdf](http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/guias/Guia_018.pdf)
- Guerra, A., Carrillo M. (2006). Guía de elaboración de diapositivas, carteles y resúmenes para la presentación de trabajos científicos. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. Vista por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2006/ims062p.pdf>

- Jara, E. (2000). Presentación de trabajos científicos en cartel o póster. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. Vista por última vez el 14 de Enero de 2014 en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v16n4/mgi20400.pdf>

## **Módulo 2. Reacción química, reacciones de óxido reducción, reacciones ácido base.**

### **¿Y para qué?**

- Llano, M., Delgado, T. (2012). Didactic sequence for the teaching of chemical reaction at the junior high school level. *EDULEARN12 PROCEEDINGS CD*. Barcelona: IATED, 6229-6236. [www.edulearn12.org](http://www.edulearn12.org)
- Llano, M. et al. (2012). Taller: Química, reacción química, reacciones química de oxido reducción y ácido base... ¿y para qué? *III Convención Internacional y X Nacional de Profesores de Ciencias Naturales*. México: AMPCN.
- Müller, G. et al. (2008). Reacción química. En *Laboratorio de Química General*, pp. 37-48. México: Editorial Reverté.
- Secretaría de Educación Pública (2009). *CUADERNILLO DE ACTIVIDADES: Química*, p. 57 México: Autor.
- García, P. (2008). *Propuesta didáctica para los conceptos ácidos base a nivel bachillerato*. Tesis para obtener el grado de Química. Facultad de Química, UNAM. México.
- Heredia, S. (2006). Experiencias sorprendentes de Química con indicadores de pH caseros. *Revista Eureka*, 89-103.

## **Módulo 3. ¿Qué tanto se forma y qué tan rápido?**

- American Chemical Society (2002). *Introduction to Green Chemistry. Instructional Activities for Introductory Chemistry*, pp 8-11. U.S.A.: Author.
- Padilla, K., Macías, M. (2005) *Segundo examen departamental práctico*. Laboratorio de Química General. Facultad de Química, UNAM.
- Flores T., Ramírez H. (2008). *Química IV. La materia, sus reacciones y sus procesos*, pp. 91-94. México: Esfinge.
- Wright, S. W. (2002). The Vitamin C Clock Reaction. *Journal of Chemical Education*, 79 (1), 41-43.

- Wright, S. W. (2002). Tick Tock, a Vitamin C Clock. *Journal of Chemical Education*, 79, 40A-40B.

#### Módulo 4. Integración de las Herramientas de Análisis de QV: Diagrama Verde

- Miranda, R. et al. (2011). ¿Qué tan verde es un experimento? *Educación Química*, 240-248.

#### Módulo 5. Lecturas

- Talanquer, V. (s. f). *La química en el siglo XXI. ¿Ángel o demonio?* Visto por última vez el 15 de Diciembre de 2013 en:  
[http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Quimica\\_en\\_el\\_siglo\\_XXI\\_Angel\\_o\\_demonio\\_V.Talanquer\\_24771.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Quimica_en_el_siglo_XXI_Angel_o_demonio_V.Talanquer_24771.pdf)
- Oyarzún J. (2008) *Minería, desarrollo y ambiente: una perspectiva histórica*. Visto por última vez el 04 de enero de 2014 en:  
[http://www.aulados.net/Ciencia\\_Sociedad/Mineria\\_Desarrollo\\_Ambiente/Mineria\\_Desarrollo\\_Ambiente.pdf](http://www.aulados.net/Ciencia_Sociedad/Mineria_Desarrollo_Ambiente/Mineria_Desarrollo_Ambiente.pdf)
- Department of Environment and Conservation (NSW) *Guía Fácil para "limpieza natural"*. Visto por última vez el 04 de enero de 2014 en:  
[http://www.environment.nsw.gov.au/resources/warr/2006233\\_natclean\\_span.pdf](http://www.environment.nsw.gov.au/resources/warr/2006233_natclean_span.pdf)
- Martínez A., Vargas R. (1999). Si las vacas se mueren, ¿qué podemos hacer? *Educación Química*. Visto por última vez el 04 de enero de 2014 en:  
<http://educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf554.pdf>
- Gasque, L. (2006) *El hidrógeno, energético del futuro*. Visto por última vez el 04 de enero de 2014 en: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/93/el-hidrogeno-energetico-del-futuro>
- Secretaria de Trabajo y Previsión Social. (2009). *Uso de Fertilizantes no Orgánicos*. Visto por última vez el 04 de enero de 2014 de:  
[http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/prac\\_seg/prac\\_chap/PS%20Fertilizantes%20no%20Organicos.pdf](http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/prac_seg/prac_chap/PS%20Fertilizantes%20no%20Organicos.pdf)

## CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Se cumplieron los objetivos planteados para el desarrollo de esta tesis ya que se logró la elaboración de una Propuesta constituida por actividades de trabajo como apoyo al Programa de Estudio de Química I del Colegio de Bachilleres en su modalidad de Educación Media Superior a Distancia.

- Se establecieron estrategias de trabajo para difundir la filosofía de la Química Verde como una alternativa para la prevención de la contaminación, en los niveles educativo, de investigación e industrial.
- A partir de una búsqueda bibliográfica básica y especializada se integraron actividades experimentales con un impacto ambiental mínimo, en Microescala y considerando el manejo responsable de los residuos obtenidos, lo que permite su relación con los conceptos de Sustentabilidad y Química Verde.
- El material y los reactivos propuestos garantizan su ejecución en los Centros EMSAD ya que son de uso común y fácil adquisición, y no representan un riesgo para la salud y el medio ambiente.
- Se diseñó un Formato para la elaboración de Diagramas Verdes que permite relacionar el trabajo experimental realizado en los laboratorios de enseñanza con los Principios de la Química Verde, las medidas de seguridad requeridas en los laboratorios de Química, los pictogramas y rombos de seguridad de los reactivos utilizados y la disposición de los residuos generados.
- La Propuesta de Trabajo elaborada se puede implementar y utilizar para la enseñanza de conceptos de Química en cualquier plantel en el que no se cuente con un laboratorio de Ciencias, incluso en demostraciones o exposiciones. De ninguna manera es limitativa para los Centros EMSAD.
- Se pretende que a futuro la Propuesta elaborada forme parte de los materiales de trabajo de los Centros EMSAD, como apoyo a los Asesores en la enseñanza del curso de Química.
- Cuando la Propuesta elaborada se presente en los Cursos de Actualización Docente del COLBACH, se buscará la participación activa de los Asesores, para

que sean ellos quien la adapten de acuerdo a las necesidades específicas de su Centro.

- Las actividades están planteadas inicialmente para la asignatura de Química I, pero también puede ser utilizadas para la enseñanza de cualquier curso básico de química.

## Referencias bibliográficas

---

- Amador, C. (2013). Sustentabilidad y Educación Química. *Educación Química*, 182-183.
- Anastas, P., Warner, J. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*, p. 30. New York: Oxford University Press.
- Balocchi, E. et al. (2005). Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. Parte II: Concepciones alternativas de 'reacción química'. *Educación Química*, 550-567.
- Berry, D. (2000). ¿Microescala o reducción de escala? Perspectivas en Química Inorgánica. *Educación Química*, 256-260.
- Bruce, T. (2008). *Chemicals for the Home Chemistry Lab*, en: Bruce, T., Illustrated Guide to Home Chemistry Experiments, pp. 48-50. U.S.A.: O'REILLY.
- Campanario, J., Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 179-192.
- Cann, M. (1999). Bringing State of the Art, Applied, Novel, Green Chemistry to the Classroom by Employing the Presidential Green Chemistry Challenge Awards. *Journal of Chemical Education*, 1639-1641.
- Cañas, A. et al. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid, España: Nueva Alianza.
- Delors, J. (2007). La educación encierra un tesoro. *Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI*. París: UNESCO.
- Doble, M., Kumar, A. (2007). *Green Chemistry and Engineering*, pp. 7-8. New York: Elsevier.
- Dosal, M.A., Llano, M. (2011). Introducción a la Química Analítica Verde. En Miranda, R. et al., *Química Verde Experimental*, pp. 95-106. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Doria, M., Miranda, R. (2013). Química verde: Un tema de presente y futuro para la educación de la química. *Educación Química*, 94-95.
- García, M. (2005). El laboratorio de química en microescala en las actividades experimentales. *Enseñanza de las ciencias*. 1-3.

- García, Y. (2004). Reglas para el manejo y disposición de desechos químicos. *Revista electrónica Vmeq*, 3-4.
- Garritz, A. (2007). Reseña de Campanario J. y Moya A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. En *Boletín de la Sociedad Química de México*, 67-72.
- Gutiérrez, O., Mahmud, M. (2012). Educación para el desarrollo sustentable y la enseñanza aprendizaje de la Química. *Revista Electrónica REDINE-UCLA*, 35-48.
- Hjeresen, L. et. al. (2000). Green Chemistry and Education. *Journal of Chemical Education*, 1543-1547.
- Mainero, R. M. (1997). ¿Por qué microescala? *Educación Química*, 166-167.
- Meléndez, C., Camacho, A. (2008). QUÍMICA VERDE, la química del nuevo milenio. *Synthesis*, 1-5.
- Miranda, R. et al. (2011) ¿Qué tan verde es un experimento? *Educación Química*, 240-248.
- Miranda, R., et al. (2011) *Química Verde Experimental*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Montagut, P. et al. (2003). Enseñanza experimental en el bachillerato en el contexto de la Química Verde. *Educación Química*, 142-147.
- Montagut, P. et al. (2006). Química verde y microescala: por un futuro mejor. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 86-94.
- Novo, M. (2009). La educación ambiental: una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, 195-217.
- Obaya, A., Vargas, Y. (2010). La enseñanza experimental de la química desde una perspectiva interdisciplinaria y ecológica. *Primer Taller Teórico-Práctico de Química Verde*. Rivera Maya, Quintana Roo: SQM, 11-17.
- Reyes, F., Garritz, A. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto de “reacción química” en profesores universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 1175-1205.
- UNESCO. (1977). Resumen de Síntesis relativo a las Reuniones Regionales de Expertos sobre Educación Ambiental. París: *Doc. ENVED 7*.
- Vázquez, A., Manassero, M. A. (2006). El interés de los estudiantes hacia la química. *Educación Química*, 388-401.

- Vilches, A., Gil, D. (2010). ¿Cómo puede contribuir la educación a la construcción de un futuro sostenible? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 297-315.
- Vilches, A., Gil, D. (2013). Ciencia de la Sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la Química y la Educación Química están contribuyendo. *Educación Química*, 199-206.

## Referencias electrónicas

---

- American Chemical Society, ACS. (2002). *Less is Better*. Recuperado el 25 de Agosto de 2013, de:  
[http://www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemical\\_safety/publications/less-is-better.pdf](http://www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemical_safety/publications/less-is-better.pdf)
- American Chemical Society, ACS. (2013). *Green Chemistry at a Glance*. Recuperado el 15 de Agosto de 2013, de:  
<http://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/about/green-chemistry-at-a-glance.html>
- Baeza, A. (2007). *La Ciencia más Allá del Aula*. Recuperado el 27 de Octubre de 2013, de: [http://132.248.9.9/libroe\\_2007/quimanal/A09.pdf](http://132.248.9.9/libroe_2007/quimanal/A09.pdf)
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. CENAPRED. (2006). *Guía práctica sobre riesgos químicos*. Recuperado el 27 de Octubre de 2013, de:  
[http://atl.cenapred.unam.mx/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=60&Itemid=215](http://atl.cenapred.unam.mx/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=60&Itemid=215)
- Colegio de Bachilleres, COLBACH. (2011). *GUÍA TÉCNICA DE HIGIENE Y SEGURIDAD. Laboratorios, Almacenes de Laboratorio y Aulas-Laboratorio*. Recuperado el 23 de Agosto de 2013, de:  
[http://www.cbachilleres.edu.mx/cb/transparencia/marco\\_juridico/pdf/interno/Manuales\\_organizacion\\_procedimientos/DIR\\_RECURSOS\\_FINANCIEROS/lineamiento\\_seguridad\\_higiene\\_en\\_laboratorios.pdf](http://www.cbachilleres.edu.mx/cb/transparencia/marco_juridico/pdf/interno/Manuales_organizacion_procedimientos/DIR_RECURSOS_FINANCIEROS/lineamiento_seguridad_higiene_en_laboratorios.pdf)
- Colegio de Bachilleres. (2013). *Información General*. Recuperado el 03 de Agosto de 2013, de:  
<http://www.cbachilleres.edu.mx/cbportal/index.php/component/content/article/278>
- Colegio de Bachilleres del Estado de Quintana Roo, COLBACHQROO.(2013). *Educación Media Superior a Distancia*. Recuperado el 03 de Agosto de 2013, de:  
<http://www.cobaqroo.edu.mx/EMSAD/QueEsEMSAD.php>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT. (2013). *Índice de revistas mexicanas de Investigación*. Recuperado el 16 de Octubre de 2013, de:  
<http://www.conacyt.gob.mx/comunicacion/IndiceRevistas/Paginas/default.aspx>

- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2013). *Ley General de Educación*. Recuperado el 03 de Agosto de 2013, de:  
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/137.pdf>
- Dirección General de Bachillerato, DGB. (2013). *Programas de estudio: Química II*. Recuperado el 09 de Agosto de 2013, de: [http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/cfb\\_1sem/QUIMICA\\_I.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/cfb_1sem/QUIMICA_I.pdf)
- Dirección General de Bachillerato, DGB. (2013). *Bachillerato General*. Recuperado el 03 de Agosto de 2007, de:  
[http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/01-dgb/bachillerato\\_general.php](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/01-dgb/bachillerato_general.php)
- Dirección General de Bachillerato, DGB. (2013). *Acerca de la DGB*. Recuperado el 03 de Agosto de 2013, de:  
<http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/01-dgb/acercadeladgb.php>
- Diario Oficial de la Federación, DOF. (2008). *ACUERDO número 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad*. Recuperado el 03 de Julio de 2013, de:  
[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5061936&fecha=26/09/2008/](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5061936&fecha=26/09/2008/)
- Echeverría, L. (1973). *Decreto que Crea el Colegio de Bachilleres*. Recuperado el 03 de Agosto de 2013, de: <http://publicaciones.anuies.mx/journal/8/2/2/es/decreto-que-crea-el-colegio-de-bachilleres>
- Educación Media Superior a Distancia, EMSAD. (2013). *Educación Media Superior a Distancia*. Recuperado el 09 de Agosto de 2013, de:  
<http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/02-subsistemas/quienes-somosemsad.php>
- Environmental Protection Agency, EPA. (2013). *El Certamen Presidencial sobre Química Verde*. Recuperado el 20 de Agosto de 2013, de:  
<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1004H5K.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2000%20Thru%202005&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQField>
- Fuentes, M., Arroyo, A. (2005). *Educación Media Superior a Distancia (EMSAD): Modelo educativo no convencional. VI Encuentro internacional sobre educación, capacitación profesional y tecnologías de la información e innovación educativa*. Recuperado el 03 de Agosto de 2013, de:

<http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1321/1/2005-03-29243PonenciaEMSAD.pdf>

- Haddad, E. et al. (s.f.). *Clases de Riesgos de la ONU, paneles de seguridad y rótulos de riesgos*. Organización Panamericana de la Salud. Recuperado el 22 de Agosto de 2013, de <http://www.bvsde.paho.org/cursode/e/modulo1-5.1.php>
- Haddad, E., et al. (s.f.). *Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos*. Organización Panamericana de la Salud. Recuperado el 28 de Agosto de 2013, de: <http://www.bvsde.paho.org/cursode/e/modulo1-5.2.php>
- Nobel Prize Org. (2013). *Fritz Pregl-Biographical*. Recuperado el 27 de Octubre de 2013, de [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1923/pregl-bio.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1923/pregl-bio.html)
- Organización de los Estados Iberoamericanos, OIE. (2008). *La Reforma Integral de la Educación Media Superior*. Recuperado el 03 de Agosto de 2013, de: [http://www.oei.es/pdfs/reforma\\_educacion\\_media\\_mexico.pdf](http://www.oei.es/pdfs/reforma_educacion_media_mexico.pdf)
- Brundland, G. et al. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Recuperado el 18 de Agosto de 2013, de <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- Plan Nacional de Desarrollo, PND. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013 - 2018*. Recuperado el 14 de Agosto de 2013, de <http://pnd.gob.mx/>
- Subsecretaría de Educación Media Superior, SEMS. (2013). *Química I. Programas de Estudio*. Recuperado el 14 de Agosto de 2013, de: [http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/cfb\\_1sem/QUIMICA\\_I.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/cfb_1sem/QUIMICA_I.pdf)
- Subsecretaría de Educación Media Superior, SEMS. (2013). *Definiciones*. Recuperado el 03 de Agosto de 2013, de: [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/10935/Criterios\\_Requisitos\\_Nuevas\\_Instituciones\\_2013.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/10935/Criterios_Requisitos_Nuevas_Instituciones_2013.pdf)
- Subsecretaría de Educación Media Superior, SEMS. (2013). *Educación Media Superior a Distancia (EMSAD)*. Recuperado el 03 de Agosto de 2007, de: <http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/02-subsistemas/quienes-somosemsad.php>
- Secretaría de Educación Pública, SEP. (s.f.). *Oferta Educativa para Bachillerato y Capacitación para el Trabajo*. Recuperado el 03 de Agosto de 2013, de:

[http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/Catalogo\\_SEMS\\_072012.pdf](http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/Catalogo_SEMS_072012.pdf)

- Secretaría de Educación Pública, SEP. (2013). *Sistema Nacional de Bachillerato*. Recuperado el 03 de Agosto de 2013, de:  
[http://www.sems.gob.mx/es/sems/sistema\\_nacional\\_bachillerato](http://www.sems.gob.mx/es/sems/sistema_nacional_bachillerato)
- Secretaría de Educación Pública, SEP. (2013). *Sistema Nacional de Bachillerato*. Recuperado el 29 de Julio de 2013, de:  
[http://www.sems.gob.mx/es/sems/sistema\\_nacional\\_bachillerato](http://www.sems.gob.mx/es/sems/sistema_nacional_bachillerato)
- Secretaría de Trabajo y Prevención Social, STPS. (2000). *Guía Informativa de la Norma Oficial Mexicana. NOM-018-STPS-2000. Sistema para la Identificación y Comunicación de Peligros y Riesgos por Sustancias Químicas Peligrosas en los Centros de Trabajo*. Recuperado el 22 de Agosto de 2013, de  
[http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/guias/Guia\\_018.pdf](http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/guias/Guia_018.pdf)
- Vilches, A., Gil, D. (2010). *¿Cómo puede contribuir cada ciudadano@ a construir un futuro sostenible?* Recuperado el 22 de Agosto de 2013, de:  
<http://www.oei.es/decada/ciudadanas.pdf>

Anexo 1. Figuras a color

Figura 9. Escala de Análisis y Evaluación (Miranda et al., 2011).

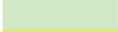
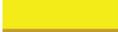
	(10)	Totalmente verde
	(9)	Gran acercamiento verde
	(8)	Muy buen acercamiento verde
	(7)	Buen acercamiento verde
	(6)	Ligero acercamiento verde
	(5)	Transición café a verde
	(4)	Ligeramente café
	(3)	Medianamente café
	(2)	Muy café
	(1)	Totalmente café

Figura 11. Diagrama de flujo de la experiencia práctica: Determinación indirecta de ácido ascórbico. (Dosal, M.A. y Llano, M., 2011).

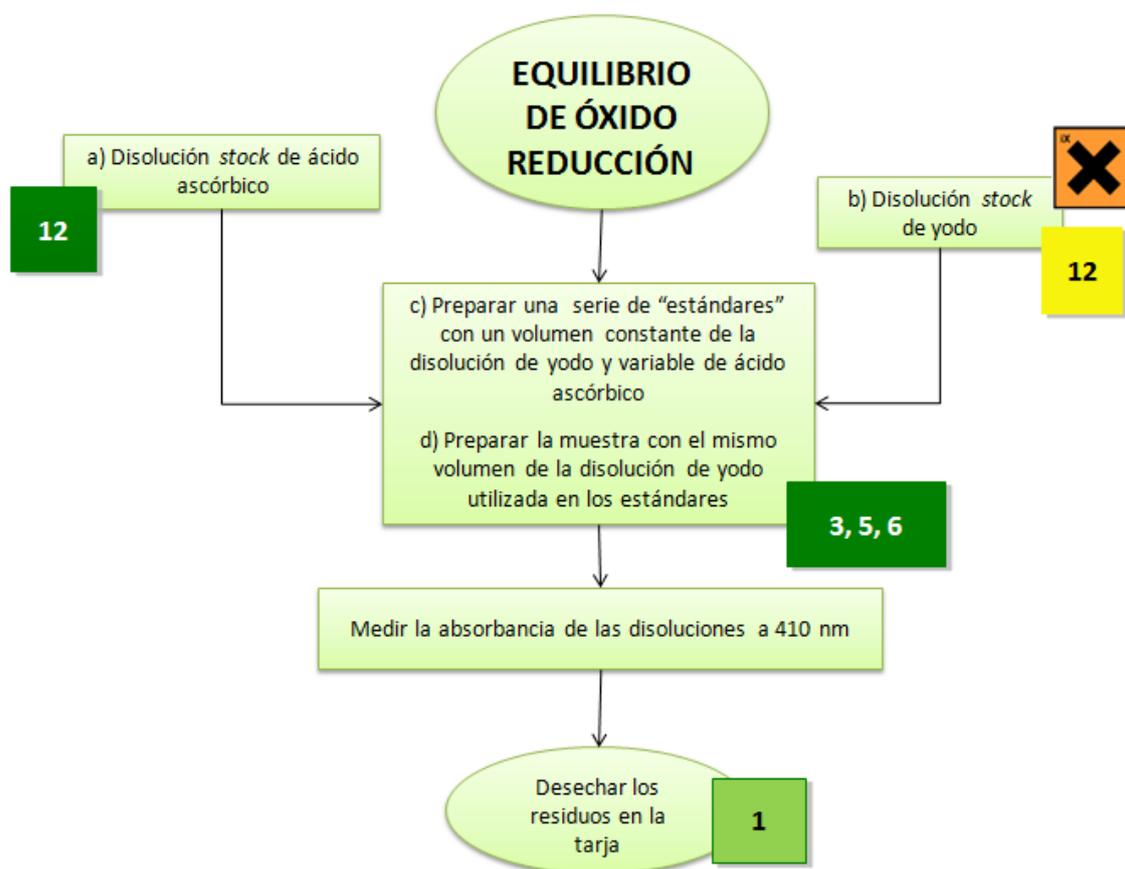


Figura 12. Evaluación de la experiencia práctica: Determinación indirecta de ácido ascórbico.

Paso	Evaluación
a)	El ácido ascórbico no representa un riesgo potencial de accidentes, por lo que se considera pertinente evaluar el paso <i>totalmente verde (10)</i> con respecto al principio 12 (uso de sustancias químicas que disminuyan el riesgo de accidentes).
b)	A pesar de ser una sustancia irritante, la disolución que se prepara a partir de la disolución Stock de Yodo resulta en una concentración de $10^{-3} \text{ molL}^{-1}$ , por lo que se permite evaluar el paso como <i>transición café a verde (5)</i> conforme al principio 12.
c) y d)	Se miden la absorbancia de diversas disoluciones preparadas con una concentración constante yodo/yoduro y concentraciones variables de ácido ascórbico, por lo que se presenta mínima toxicidad para el hombre y el medio ambiente (relación con el principio 3, síntesis químicas menos peligrosas). El disolvente empleado es agua que se considera inocua (relación con el principio 5, uso de disolventes y sustancias auxiliares seguras). La práctica analítica se lleva a cabo a temperatura y presión ambiente (relación con el principio 6, diseño para la eficiencia energética). En las tres relaciones se logra calificar como <i>totalmente verde (10)</i>
e)	Los residuos son disoluciones de ácido ascórbico y de $\text{I}^{3-}$ en concentraciones muy bajas. No son contaminantes ni tóxicos y se pueden verter directamente en la tarja. Por lo que es conveniente evaluarla con <i>muy buen acercamiento verde (8)</i> con relación al principio 1 (prevención de desechos).



Figura 13. Ejemplo de Rombo de Seguridad (STPS, 2000).

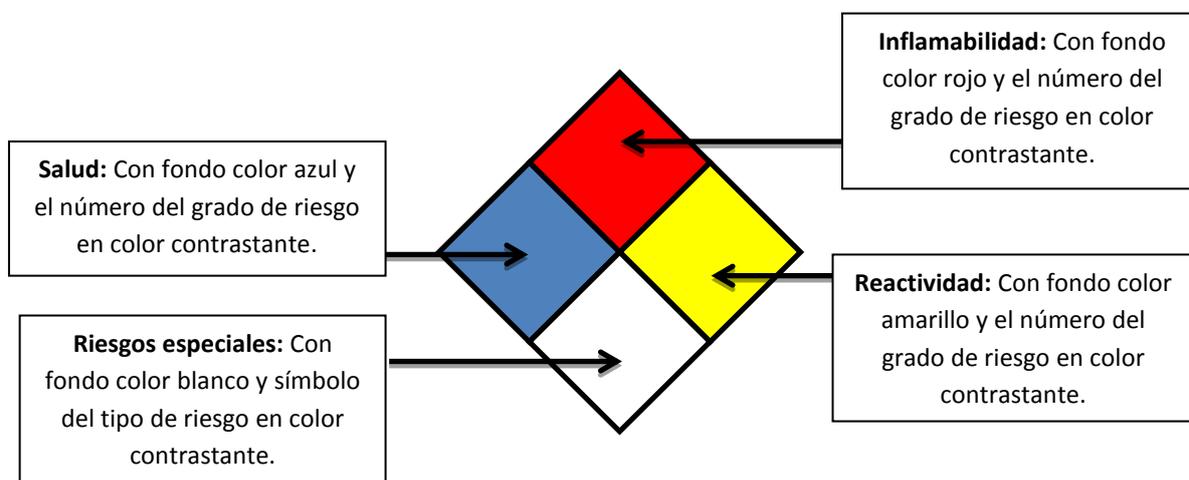


Figura 14. Ejemplo de Panel de Seguridad (Haddad et. al)

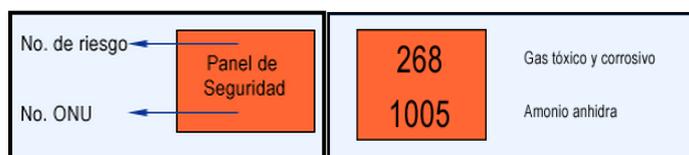
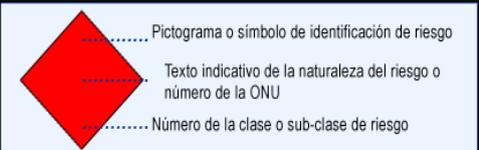


Figura 15. Ejemplos de Rótulo de Riesgo.



Pictograma o símbolo de identificación de riesgo

Texto indicativo de la naturaleza del riesgo o número de la ONU

Número de la clase o sub-clase de riesgo

**Clase 1. Explosivos**








**Clase 2. Gases**





**Clase 3. Líquidos inflamables**



**Clase 4. Sólidos inflamables**





**Clase 5. Sustancias oxidantes y peróxidos orgánicos**




**Clase 6. Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas**




**Clase 7. Materiales radioactivos**





**Clase 8. Sustancias corrosivas**



**Clase 9. Sustancias y materiales peligrosos diversos**



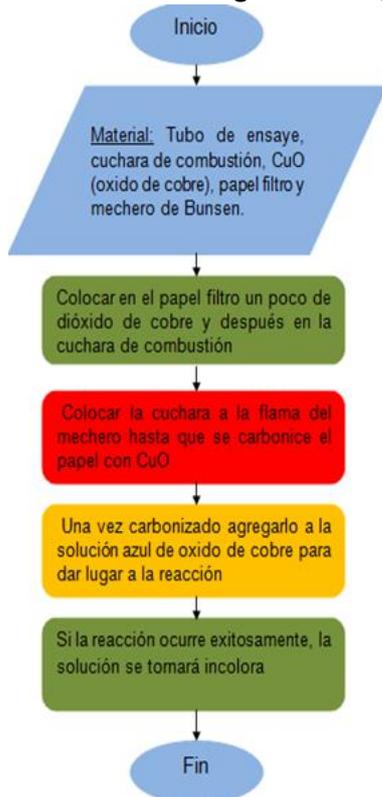
Figura 16. Ejemplo de pictogramas y clases de peligro, GHS (Haddad et. al).

Pictogramas y clases de peligro del GHS		
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidantes</li> <li>• Peróxidos orgánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflamables</li> <li>• Autoreactivos</li> <li>• Pirofóricos</li> <li>• Autocalentables</li> <li>• Emite gas inflamable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosivos</li> <li>• Reactivos</li> <li>• Peróxidos orgánicos</li> </ul>
		
Toxicidad aguda (severa)	• Corrosivos	• Gases bajo presión

Figura 17. Ejemplos de Pictogramas de Transporte, GHS. (Haddad et. al)

Pictogramas de transporte		
		
Líquido inflamable Gas inflamable Aerosol inflamable	Sólido inflamable Sustancias autoreactivas	Pirofórico (espontáneamente combustible) Sustancias autocalentables
		
Sustancias que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables (peligrosos al mojarse)	Gases oxidantes, líquidos oxidantes Sólidos oxidantes Peróxidos orgánicos	Explosivo Divisiones 1.1, 1.2 y 1.3
		
Explosivo, división 1.4	Explosivo, división 1.5	Explosivo, división 1.6
		
Gases comprimidos	Toxicidad aguda (veneno) Oral, dérmica, inhalación	Corrosivo
		
CONTAMINANTE MARINO		
Contaminante marino		

Figura 19. Diagrama Verde antes del uso del Formato.



Escala verde



Relación con la química verde:

El primer principio de la química verde dice:

- Es preferible evitar la generación de un nuevo residuo que tratarlo o limpiarlo una vez formado

Y esta parte de la práctica se relaciona con dicho principio pues se generan residuos al momento de poner a la flama el CuO y también cuando el carbón que dio como resultado dicha reacción se mezcla con el CuO líquido en el tubo de ensaye, al mismo tiempo que se genera CO<sub>2</sub>.

Figura 20. Diagrama Verde propuesto después de haber usado el Formato.

# QUÍMICA VERDE

$$\text{HCl}_{(ac)} + \text{NaOH}_{(ac)} \longrightarrow \text{NaCl}_{(ac)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$$

Ácido clorhídrico    Hidróxido de sodio    Cloruro de sodio    Agua

**Principios de la Química verde**

1. Prevención de desechos.
2. Economía atómica.
3. Síntesis químicas menos peligrosas.
4. Diseño de productos eficaces y no tóxicos.
5. Uso de disolventes y sustancias auxiliares seguras.
6. Diseño para eficiencia energética.
7. Uso de materias primas renovables.
8. Evitar el uso de derivados.
9. Uso de catalizadores.
10. Diseño de productos degradables.
11. Análisis de procesos en tiempo real
12. Uso de sustancias que disminuyan el riesgo de accidentes

**Tratamiento de residuos**  
Al hacer reaccionar el HCl y NaOH forman H<sub>2</sub>O mas una sal (NaCl) que no es nociva para la salud ni el medio ambiente, por lo que se puede desear en el drenaje

**Bibliografía**  
CTR científic, Visto por última vez el 20/10/12 en <http://www.ctr.com.mx/pdfcart/Hidr%C3%B3xido%20de%20Sodio%200.1N.pdf>

**HCl**

**NaOH**

**Procedimiento Experimental**

Coloque 3 mL de NaOH 1M en un tubo de ensaye y mida el pH

↓

En otro tubo de ensaye coloque 3 mL de HCl y mida el pH

Mézcuelos y mida el pH, registre si hay cambio de temperatura o pH

→

Mézcuelos y mida el pH, registre si hay cambio de temperatura o pH

3

12

1

6

No contamina

Contamina poco

Contamina

**Conclusión**  
La practica se podría considerar como verde debido a que se trabajo con pequeñas cantidades y se tomaron las medidas de seguridad adecuadas.

Figura 21. Diagrama Verde haciendo uso del Formato *propuesto*

**EJERCICIO DE DIAGRAMA VERDE**

NOMBRE: \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: Llene el siguiente ejercicio a mano. Necesitará lápices de colores para contestarlo.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: "Preparación de disoluciones y determinación de la concentración por medio de una valoración"

Parte 2.  
Datos de la  
práctica

Parte 1. Datos personales

Reactivo y fórmula	Rombo de seguridad	Reactivo y fórmula	Rombo de seguridad
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		NaOH	
C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O		HCl	

Parte 3. Rombos de seguridad

Parte 4. Principios de QV

Escribe los 12 principios de la Química Verde:

1. Prevención de desechos
2. Economía atómica
3. Síntesis químicas menos peligrosas
4. Diseño de productos eficaces y no tóxicos
5. Uso de disolventes y sustancias auxiliares más seguros
6. Diseño para eficiencia energética
7. Uso de materias primas renovables
8. Evitar el uso de derivados
9. Uso de catalizadores
10. Diseño de productos degradables
11. Análisis de procesos en tiempo real
12. Uso de just. que disminuyen el riesgo de accidentes

Parte 5. Procedimiento Experimental

```

    graph LR
      A[Preparación de las  
cuatro disoluciones  
5] --> B[Valoración de la sosa  
con 0.102 g de difenilato]
      B --> C[Valoración de  
de H2SO4 con  
3]
      C --> D[valoración de 10 ml  
de HCl con NaOH  
3]
      D --> E[valoración de 10 ml  
de C6H8O con  
NaOH]
      E --> F[Tratamiento  
de residuos.  
1]
    
```

Parte 6. Escala Verde y su significado

Coloree la Escala verde y escriba su significado:

Si cumple	Cumple con algunos (cosas)	NO cumple
-----------	-------------------------------	-----------

Parte 7. Tratamiento de residuos

Tratamiento de residuos con bibliografía:

Ajustar el pH de la sosa con un ácido y la disolución resultante tirarla al drenaje. Facultad de química, visitada el 18 febrero de 2012. [www.quimica.unam.mx](http://www.quimica.unam.mx)

Diluir con agua cuidadosamente el HCl, neutraliza con carbonato de calcio y verterse en el drenaje. Facultad de Química, Visitada el 18 febrero de 2012. [www.quimica.unam.mx](http://www.quimica.unam.mx)

El ácido gálico debe ser recuperado por dilución y posterior purificación Química Técnica, Visitada el 18 febrero de 2012. [www.quimicatecnica.com.co](http://www.quimicatecnica.com.co)

Neutraliza con hidróxido de sodio y verterlo en un drenaje con exceso de agua. Arvirar, visitada 18 febrero de 2012. [www.arvirar.com.mx](http://www.arvirar.com.mx)

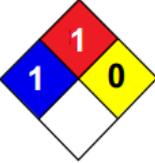
Conclusión: Me parece que es importante conocer la manera de tratar los residuos ya que esto hará que se disminuya la contaminación y se dañe menos al ecosistema.

Parte 8. Conclusiones

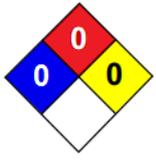
## Anexo 2. Rombos de Seguridad de los reactivos utilizados

Reacción química, reacciones de óxido reducción, reacciones ácido base, reacciones... ¿Y para qué?

<p>Almidón recién preparado 0.1%</p>	<p>Disolución comercial de yodo (I<sub>2</sub>) 2%</p>
<p>Tiosulfato de sodio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sólido</p>	<p>Agua (H<sub>2</sub>O)</p>
<p>Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 molL<sup>-1</sup></p>	<p>Hidróxido de sodio (NaOH) 4 molL<sup>-1</sup></p>
<p>Ácido clorhídrico (HCl) 0.1 molL<sup>-1</sup></p>	<p>Ácido clorhídrico (HCl) 4 molL<sup>-1</sup></p>
<p>Lentejas de hidróxido de sodio (NaOH)</p> <p>(Código ONU)</p>	<p>Ácido clorhídrico (HCl) concentrado</p> <p>(Código ONU)</p>
<p>Indicador Universal</p>	<p>Fenolftaleína</p>

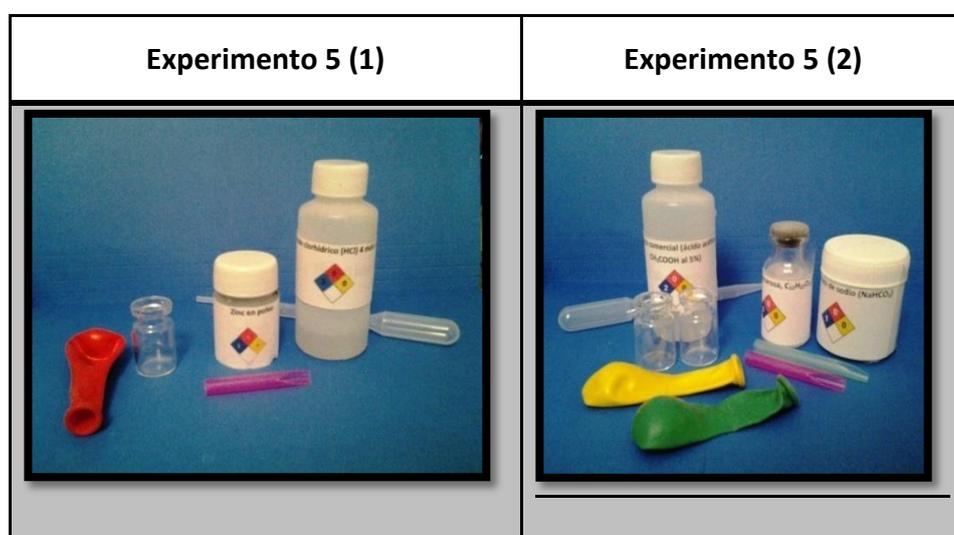
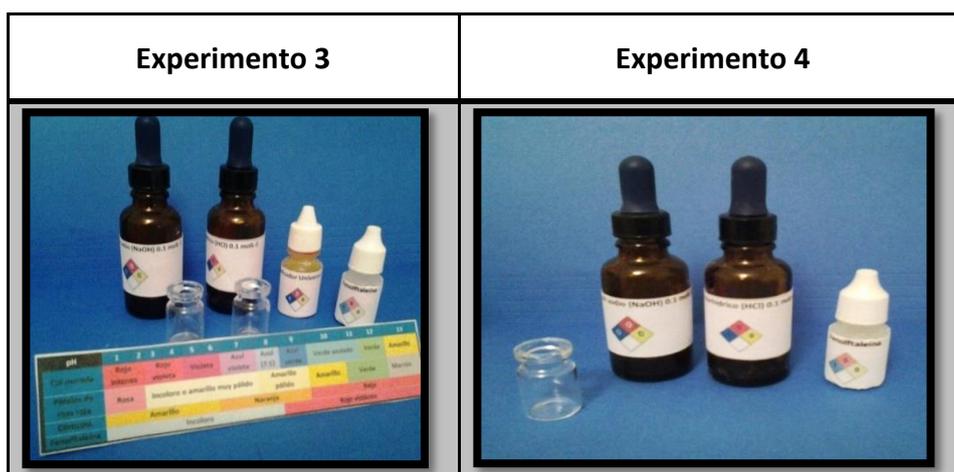
<p>Zinc en polvo</p> 	<p>Vinagre comercial (ácido acético, CH<sub>3</sub>COOH al 5%)</p> 
<p>Ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) glacial</p> 	<p>Bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>)</p> 
<p>Azúcar (sacarosa, C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)</p> 	<p>Sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sólido</p> 
<p>Sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ~0.1 molL<sup>-1</sup></p> 	<p>Glicerina</p> 
<p>Azul de metileno 2%</p> 	

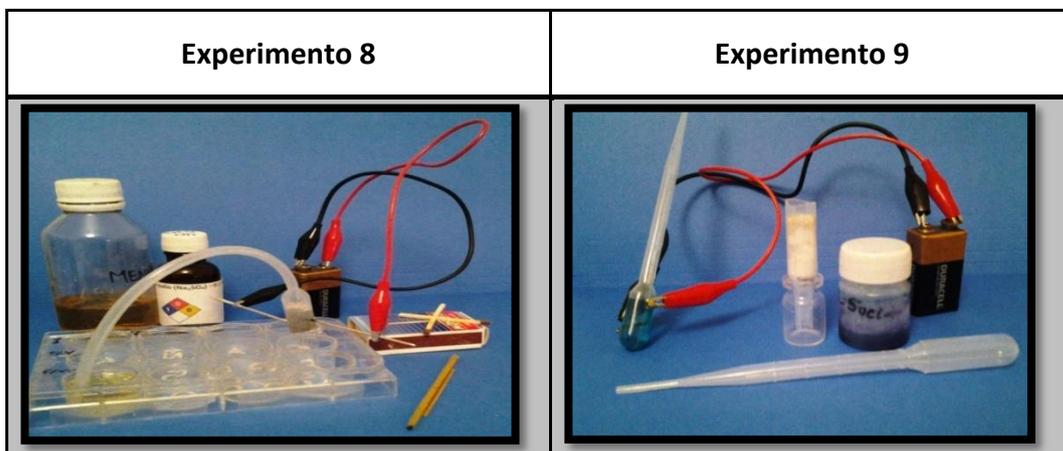
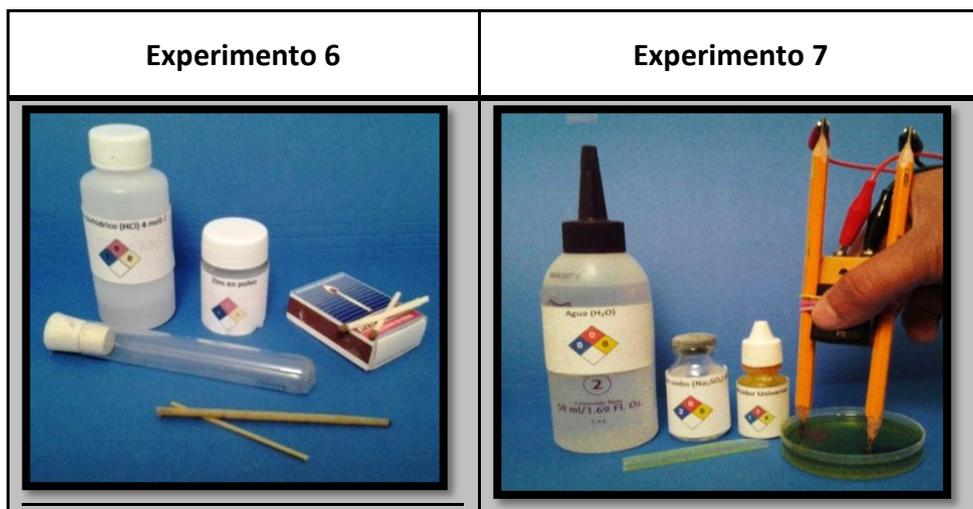
¿Qué tanto se forma y qué tan rápido?

<p>Ácido ascórbico</p> 	<p>Disolución comercial de yodo (2%)</p> 
<p>Almidón recién preparado (0.1%)</p> 	<p>Peróxido de Hidrógeno (3%)</p> 
<p>Tiosulfato de sodio <math>0.1 \text{ molL}^{-1}</math></p> 	<p>Agua</p> 

### Anexo 3. Imágenes del material utilizado

Reacción química, reacciones de óxido reducción, reacciones ácido base, reacciones... ¿Y para qué?

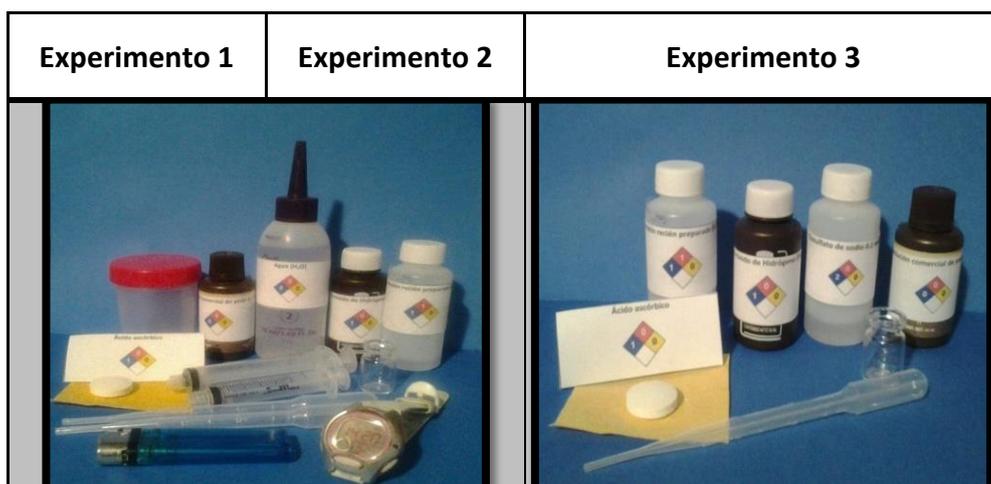




Vire de los indicadores preparados

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Col morada	Rojo intenso	Rojo violeta	Violeta	Azul violeta	Azul (7.5)	Azul verde	Verde azulado	Verde	Amarillo					
Pétalos de rosa roja	Rosa	Incoloro o amarillo muy pálido					Amarillo pálido	Amarillo	Verde	Marrón				
Cúrcuma	Amarillo					Naranja			Rojo					
Fenolftaleína	Incoloro								Rojo violáceo					

¿Qué tanto se forma y qué tan rápido?



#### Anexo 4. Alternativas para el material de laboratorio

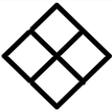
Material de Laboratorio	Alternativas
Pipetas de vidrio	Pipetas Beral Jeringas
Fuente de poder	Pilas de 9V o transformador de corriente, adaptados con caimanes en las terminales
Caja Petri	Platos para fiesta preferentemente de plástico o reutilizar platos de unicel
Vasos de precipitados	Caja pequeña de plástico con divisiones que se usan para joyería de fantasía. Frascos vial
Mechero Bunsen	Cerillos y varilla de incienso Encendedor de gas Mechero de alcohol
Electrodos de platino	Agujas de canevá, seguros o clips de acero inoxidable Lápices de grafito
Tubos de ensaye y gradilla	Frascos vial Frascos transparentes pequeños
Espátulas de metal	Trozos de popote, cucharas pequeñas de plástico
Matraces aforados	Recipientes de plástico con graduación
Buretas	Jeringas
Etiquetas	Plumón de tinta indeleble de punta fina

## Anexo 5. Diagrama Verde

NOMBRE: \_\_\_\_\_ EQUIPO: \_\_\_\_\_

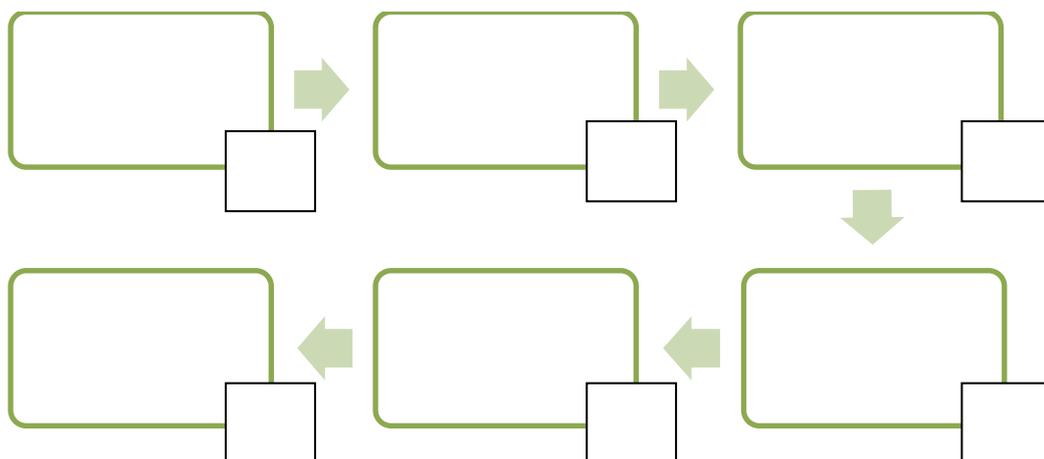
INSTRUCCIONES: Llena el siguiente ejercicio a mano. Necesitarás colores para contestarlo.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: \_\_\_\_\_ ASIGNATURA: \_\_\_\_\_

REACTIVO Y FÓRMULA	ROMBO DE SEGURIDAD	REACTIVO Y FÓRMULA	ROMBO DE SEGURIDAD
			
			

Escribe los 12 principios de la Química Verde:

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL: Completa el siguiente esquema (resume lo necesario). En el cuadro inferior anexo coloca el número del Principio que le corresponda y colorea de acuerdo a la escala verde. NOTA: Puede ser ninguno, uno, o más Principios.



Escala verde y significado:



Tratamiento de residuos con bibliografía:

Bibliografía consultada: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Conclusión: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_