

4. Normas a observar.

4.1. Manejo de sustancias.

La seguridad en el laboratorio no se limita únicamente a la protección personal o de la infraestructura, sino también a un manejo adecuado de los reactivos químicos encaminado a preservarlos de la contaminación y del desperdicio.

- **Sustancias sólidas.** Como costumbre se debe leer la etiqueta de un reactivo antes de usarlo. Los reactivos sólidos normalmente se almacenan en recipientes de boca ancha y antes de abrirlos se gira e inclina la vasija de tal manera que algo del contenido pase a la tapa plástica. A continuación, se remueve cuidadosamente la tapa con sólido dentro de ella y se golpea suavemente hasta obtener la cantidad deseada. Cuando se requieren cantidades apreciables comparadas con el contenido del frasco, se inclina la botella suavemente y se gira hacia atrás y hacia adelante hasta retirar lo necesario. Si el reactivo se encuentra compactado, se tapa el recipiente y se agita fuertemente para lograr romper los terrones. Evitar introducir elementos como destornilladores, espátulas de hierro u otro objeto que pueda contaminar el sólido. Si el reactivo es muy fino y libera polvo fácilmente, debe utilizarse una mascarilla apropiada.
- **Sustancias líquidas.** Los líquidos se almacenan por lo general en recipientes de boca angosta o en frascos con gotero. Para medir una cantidad de líquido, sea una solución o un líquido puro, se debe sacar una pequeña porción a un vaso limpio y seco, y de allí se toma la cantidad requerida mediante una pipeta. No deben introducirse pipetas o cualquier otro dispositivo directamente dentro de la botella que contiene el líquido, esto conduce generalmente a la contaminación de todo el contenido.

Cuando se van a transferir líquidos desde un gotero tipo medicinal, la manera más correcta es verter el líquido sin introducir el gotero en el recipiente en el cual se va a almacenar el líquido, para evitar la posibilidad de contaminación del gotero y de la solución original.

Las reacciones que liberan gases tóxicos o corrosivos deben realizarse dentro de una vitrina o campana de extracción. Este dispositivo es una cabina provista de un ventilador que succiona el aire del laboratorio llevando los gases fuera de él.

Para manejar con seguridad las sustancias químicas se han ideado diversos códigos dependiendo de la casa fabricante, pero en general los sistemas clasifican las sustancias en las siguientes categorías:

- **Sustancias explosivas.**

Peligro. Este símbolo señala sustancias que pueden explotar bajo determinadas condiciones. **Precaución.** Evitar choques, percusión, fricción, formación de chispas y contacto con el calor.

■ Sustancias oxidantes (comburentes).

Peligro. Los compuestos comburentes pueden inflamar sustancias combustibles o favorecer la amplitud de incendios ya declarados, dificultando su extinción. *Precaución.* Evitar cualquier contacto con sustancias combustibles.

■ Sustancias fácilmente inflamables. Estas se clasifican en:

- Sustancias autoinflamables. *Precaución.* Evitar contacto con el aire.
- Gases fácilmente inflamables. *Precaución.* Evitar la formación de mezclas inflamables gas-aire y aislar de fuentes de ignición.
- Sustancias sensibles a la humedad. Productos químicos que desarrollan emanaciones de gas inflamable al contacto con el agua. *Precauciones:* evitar contacto con agua o con humedad.

■ Líquidos inflamables

En términos muy sencillos, los líquidos inflamables son aquellos que fácilmente pueden arder. El que un líquido arda con más o menos facilidad depende de su *punto de llama*. Entre más bajo sea este punto más fácilmente arde el reactivo y por lo tanto mayor cuidado se ha de tener en su manejo, almacenamiento y transporte. Con estos líquidos se ha realizado una clasificación teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y su solubilidad en el agua:

- *PELIGRO CLASE A*

Esta clasificación se le asigna a líquidos que tienen un punto de llama por debajo de 100 °C y que no se disuelven en el agua a 15 °C.

- AI Líquidos con punto de llama por debajo de 21 °C.
- All Líquidos con punto de llama entre 21 y 55 °C.
- AIII Líquidos con punto de llama entre 55 y 100 °C.

- *PELIGRO CLASE B*

Esta clasificación se asigna a líquidos que tienen punto de llama por debajo de 21 °C y que se disuelven en agua a 15 °C, o a aquellos cuyos componentes inflamables se disuelven en agua también a 15 °C. Este tipo de líquidos no se puede apagar con agua.

■ Sustancias tóxicas.

Peligro. Tras una inhalación, ingestión o absorción a través de la piel pueden presentarse, en general, trastornos orgánicos de carácter grave o incluso la muerte. *Precaución.* Evitar cualquier contacto con el cuerpo y en caso de malestar acudir inmediatamente al médico.

■ Sustancias nocivas.

Peligro. La incorporación de estas sustancias por el organismo produce efectos nocivos de poca trascendencia. *Precaución.* Evitar el contacto con el cuerpo humano, así como la inhalación de vapores. En caso de malestar acudir al médico.

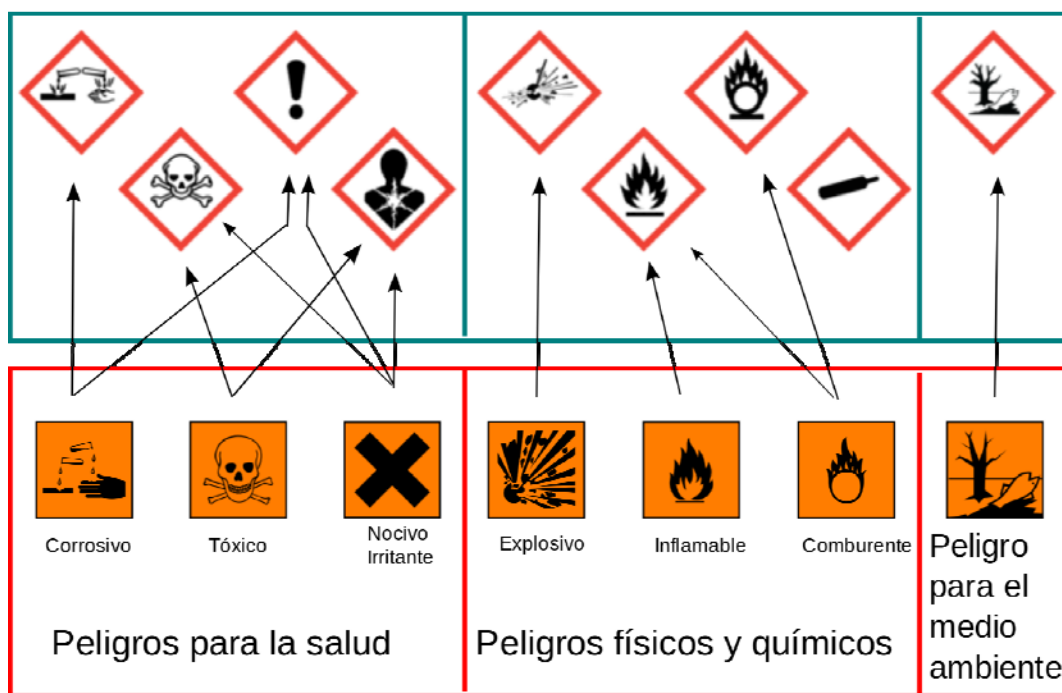
■ Sustancias corrosivas.

Peligro. Por contacto con estas sustancias se destruye el tejido vivo y también otros materiales. *Precaución.* No inhalar los vapores y evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa.

■ Sustancias irritantes.

Peligro. Este símbolo destaca en aquellas sustancias que pueden producir acción irritante sobre la piel, los ojos y sobre los órganos respiratorios. *Precaución.* No inhalar los vapores y evitar el contacto con la piel y los ojos. Eliminación de residuos

A continuación, se muestran los nuevos pictogramas, según el Reglamento CLP.



Pictogramas de peligro según el Reglamento CLP (parte superior) y sus equivalentes antiguos (parte inferior)

Un laboratorio de química genera muchos y muy variados residuos químicos. No se conoce un método universal para tratar dichos residuos, no obstante, pueden diseñarse estrategias, las cuales aplican los principios de la química y el sentido común.

En principio lo que debe hacerse es tratar de minimizar los desechos, lo cual se logra reduciendo la cantidad de reactivos utilizados en los experimentos. No todos los desechos son igualmente peligrosos o se tratan de la misma manera, por lo tanto, es importante enseñar al estudiante a llevar los desechos a un sitio previamente determinado por el profesor o el técnico. No es correcto arrojar los residuos por el desagüe a menos que se especifique de esta manera. Cuando no es posible eliminar los residuos inmediatamente es necesario almacenarlos en frascos debidamente rotulados.

Algunas normas útiles para la eliminación de residuos son:

- Ácidos y bases. Los ácidos y las bases inorgánicas (excepto los cianuros) se deben neutralizar antes de ser agregadas al desagüe. Como agentes neutralizantes se utilizan el carbonato de calcio y el ácido clorhídrico.
- Metales pesados. Muchos iones metálicos son tóxicos por encima de una concentración límite. Los compuestos de cadmio, cobalto, cromo, manganeso y níquel son cancerígenos, algunos son teratogénicos. Una estrategia económica para eliminar iones cargados positivamente consiste en tratar los residuos con carbonato de sodio y formar los

hidróxidos o los carbonatos correspondientes, los cuales en la mayoría de los casos son lo bastante insolubles para reducir la concentración del metal en solución hasta límites aceptables.

- **Compuestos orgánicos.** Los solventes orgánicos se deben recuperar por destilación. Teniendo en cuenta que las cantidades de solventes que se utilizan en el laboratorio son pequeñas, se recomienda almacenarlos en recipientes debidamente rotulados hasta disponer de la cantidad suficiente para su recuperación. Se debe evitar mezclar residuos de solventes ya que esto hará más dispendiosa la separación.

Si los residuos orgánicos no contienen halógenos ni nitrógeno se pueden eliminar por incineración. Dado que los productos de la combustión no contienen ácidos o sus precursores, los gases no requieren ser lavados.

Si los residuos orgánicos contienen halógenos o nitrógeno, los gases deben lavarse con solución de carbonato de sodio para atrapar ácidos como el clorhídrico o nítrico que se generan durante la combustión.

4.2. Materiales.

1) Iluminación de seguridad y señalización.

La iluminación de seguridad y señalización son aspectos importantes en caso de emergencia. En el *R.D. 486/1997, Reglamento de Lugares de trabajo*, recoge lo siguiente: "en caso de avería de la iluminación, las vías y salidas de evacuación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad", "los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y seguridad".

- **Alumbrado de emergencia:** Debe ser una instalación fija, provista de su propia fuente de energía, poniéndose en funcionamiento cuando ocurra un fallo en la alimentación de la instalación del alumbrado normal. La autonomía será de una hora como mínimo. Proporcionará iluminación en los puntos donde están situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios y en los cuadros de distribución del alumbrado y también en los recorridos de evacuación.
- **Señalización:** Es preceptivo señalar los recorridos de evacuación, salidas de emergencia, equipos de protección contra incendios, equipos de alarma y equipos de primeros auxilios.

2) Instalaciones de protección contra incendios:

Los laboratorios deben disponer de protección contra incendios, en especial, extintores. Los tipos de extintores estarán en función de la clase de fuego que pueda presentarse en el laboratorio.

El emplazamiento de los extintores deberá permitir que éstos sean fácilmente visibles y accesibles y a ser posible, cerca de las salidas.

Se considera aconsejable disponer de BIE (Boca de incendio equipada), en zonas cercanas al laboratorio. Es obligatorio en locales o zonas de riesgo alto en los que el riesgo dominante se deba a la presencia de materias combustibles sólida.



Boca de incendio

En cuanto a los sistemas de detectores y alarma, una detección inmediata de un conato de incendio es fundamental para combatirlo de una manera eficaz y rápida.

4.3. Equipos.

1) Instalación eléctrica:

La instalación eléctrica en el laboratorio debe estar diseñada en el proyecto de obra de acuerdo con el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión, en función del tipo de instrumental utilizado y teniendo en cuenta las futuras necesidades del laboratorio. Los conductores deben estar protegidos a lo largo de su recorrido y su sección debe ser suficiente para evitar caídas de tensión y calentamientos. Las tomas de corriente para usos generales deben estar en número suficiente y convenientemente distribuidas con el fin de evitar instalaciones provisionales.

Criterios de seguridad en la instalación eléctrica:

- La conducción eléctrica del laboratorio se centralizará en un cuadro general cuya ubicación será tal que no comprometa la seguridad del personal por emplazamientos clasificados, áreas de paso, etc.
- El cuadro deberá permanecer en todo momento cerrado y en buen estado, garantizándose un grado mínimo de protección.
- Se extremará el control en la correcta identificación de los conductores, fase, neutro.
- Todos los circuitos dispondrán de la correspondiente protección magnetotérmica con corte omnipolar y protección diferencial cubriendo la totalidad de los circuitos.
- Las canalizaciones serán entubadas protegidas frente a factores mecánicos, químicos y térmicos.
- En función de las características de cada laboratorio se pueden establecer circuitos para iluminación, para cada mesa o grupo reducido de mesas de trabajo o para cada aparato de gran consumo, o grupos de aparatos especiales.
- En los locales donde se trabaje con líquidos inflamables la instalación eléctrica ha de ser de seguridad aumentada o antideflagrante.

2) Instalaciones de aire comprimido:

En los laboratorios se utilizan muchas máquinas, herramientas que están conectadas a una red de aire comprimido. La utilización de aire comprimido puede dar lugar a la aparición de riesgos como:

- Las mangueras de conexión pueden estar sometidas durante su utilización a flexiones, golpes, erosiones, etc. lo que puede producir la rotura de las mismas con el consiguiente movimiento repentino de serpiente o látigo.
- Los escapes de aire comprimido pueden producir heridas en los ojos, atravesar la piel, puede penetrar por la boca, nariz, oídos, produciendo lesiones.
- El uso de presiones inadecuadas puede dar lugar a la ruptura de herramientas o útiles con el consiguiente riesgo de proyecciones de elementos.
- El empleo de aire comprimido para la limpieza de máquinas, bancos de trabajo puede ser causa de riesgos higiénicos, como son la dispersión de polvos, partículas, así como la formación de nieblas de aceite si el aire proviene de engrasadores.



Como medidas preventivas se proponen las siguientes:

- La elección de las mangueras flexibles será la adecuada a la presión y temperatura del aire comprimido, así como también será adecuado el grado de resistencia de las mismas al uso que se destina.
- Se evitará la erosión, atrapamiento de las mangueras flexibles. Antes de comenzar el trabajo se examinarán detenidamente desechándose aquellas que no garanticen una absoluta seguridad. Jamás se emplearán cintas aisladoras para taponar escapes.
- El acoplamiento de mangueras se efectuará mediante elementos de acción rápida. Cuando se desconecte el acoplamiento, automáticamente se interrumpirá la salida de aire comprimido y se despresurizará lentamente la parte desconectada.
- Para prevenir que los coletazos de las mangueras dañen al personal en caso de desengancharse o romperse dispondrán de "fusibles de aire comprimido" los cuales cortan el suministro de aire al detectar una fuga o ruptura de la manguera.
- Los racores de unión a las redes de aire comprimido, no serán intercambiables con racores empleados para otros gases.

3) Ventilación en el laboratorio:

Para lograr un entorno de trabajo saludable es importante tener en cuenta los sistemas de control de contaminantes. El objetivo del control de contaminantes es evitar la presencia de agentes tóxicos y nocivos en el ambiente de trabajo, controlando la correcta evacuación y expulsión de estos agentes.

- Extracción localizada: Se pueden definir como dispositivos mecánicos cuya finalidad es captar los contaminantes liberados en un foco antes de que se dispersen en el ambiente de trabajo. Los dos ejemplos de aplicación más frecuente en el laboratorio lo constituyen: la vitrina extractora de gases y las campanas.
- Vitrinas: es un encerramiento al cual se le aplica un sistema de extracción localizada. Consta de una zona de trabajo, un sistema extractor, conductos y abertura por la que penetra en el recinto el aire necesario para arrastrar los contaminantes.
- Campanas, es un sistema de extracción localizada al foco contaminante. Es importante que la situación de las campanas esté muy cerca del foco de generación del contaminante.



Trabajo en vitrina

Las medidas de seguridad a tener en cuenta cuando se estén utilizando vitrinas son las siguientes:

- Las vitrinas estarán situadas en zonas de poco tránsito, lejos de puertas, ventanas o rejillas de suministro de aire. Solo se aceptarán cerca de las puertas si hay otra salida de seguridad en el local, la circulación delante de la vitrina es baja o la puerta está normalmente abierta.
- Se asegurará la extracción adecuada tanto de contaminantes más densos que serán aspirados por una corriente laminar por la parte posterior del plenum, como la de contaminantes menos densos que serán aspirados directamente hasta la boca de extracción.
- Las vitrinas estarán fabricadas con materiales resistentes a la corrosión y las vitrinas destinadas para uso de sustancias inflamables deberán disponer de una instalación eléctrica antideflagrante.
- Dispondrán de dispositivos de filtración de aire, normalmente carbón activo, para evitar contaminar el ambiente exterior.
- Evitar la utilización de grandes cantidades de productos y de fuentes de calor que puedan perturbar las corrientes de aire de extracción.
- No utilizar la vitrina como almacén de productos o aparatos.
- Cuando se termine la operación que da lugar a la evaporación de contaminantes, dejar la ventana bajada hasta que se eliminen.
- Realizar la revisión periódica de la vitrina, cambio de filtros, así como un control del nivel de contaminación acústica que emite.

4.4. Actuación en caso de fugas y/o vertidos.

Aunque por cantidades no sea necesario aplicar el *Real decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias* a los laboratorios, se consideran adecuadas las pautas en cuanto a seguridad que en este RD se indica. Entre ellas destacan:

- Restringir el acceso al almacén/ laboratorio, tan solo al personal autorizado.
- Disponer de adecuada ventilación natural o forzada en el almacén, sobre todo en las zonas de manipulación de productos químicos
- Señalizar los tipos de sustancias existentes según el *RD 485/1997*.
- Disponer de un nivel de iluminación suficiente y adecuado. En caso de que los productos manipulados sean inflamables deberá ser antideflagrante (ATEX).
- Disponer de duchas y lavajos próximos, fácilmente accesibles y bien señalizados. Éstas se probarán como mínimo una vez por semana.
- Disponer de los EPI adecuados al tipo de químicos manipulados y el tipo de trabajos realizados.



Señal indicadora de lavajos

Debe existir un plan de actuación frente a emergencias distribuido a los trabajadores por escrito. En este plan deben constar, entre otros, los sistemas de actuación frente a fugas, derrames y salpicaduras. Entre ellos destacan:

- Disponer de absorbentes o neutralizantes para eliminar pequeños derrames: para ello se recomiendan materiales absorbentes compatibles con los líquidos. Los kits móviles son muy efectivos en estos casos.
- Gestionar correctamente los residuos peligrosos recogidos tras un vertido.
- Utilizar EPIs en el momento de la recogida del vertido.
- En caso de salpicaduras tratar con abundante agua y acudir al médico si es necesario.

En el caso de almacenar productos inflamables o combustibles, es preciso colocar extintores, hidrantes, instalaciones fijas etc. según indique la normativa en materia de prevención de Incendios o la propia normativa APQ según el tipo de almacén en el cual se clasifique nuestra instalación.

Los trasvases en el laboratorio son la actividad que más accidentes genera. Pueden ocurrir:

- Proyecciones
- Salpicaduras
- Contactos térmicos
- Intoxicaciones
- Quemaduras por incendio

Las medidas preventivas y de protección aconsejadas son:

- Emplear siempre EPIs aunque las cantidades trasvasadas sean muy pequeñas.
- En caso de trasvases a recipientes pequeños se aconseja ventilación forzada de $0,3 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$.
- No realizar trasvases de líquidos muy inflamables en sótanos.
- Disponer de bandejas de retención para derrames eventuales.
- Colocar las duchas y lavaojos en lugares próximos a zonas donde se hagan trasvases.
- Eliminar la electricidad estática mediante conexión de los recipientes entre sí y a tierra.

5. Resumen.

La caracterización de residuos, de acuerdo a sus propiedades, es una etapa fundamental de la gestión de los mismos. Los residuos que se generan en la industria se clasifican en los siguientes tipos:

- Residuos sólidos urbanos o asimilables a urbanos, que son todos aquellos que no tengan la clasificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición pueden asimilarse a los producidos en domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios.
- Residuos peligrosos, aquellos que figuren en la lista de residuos peligrosos aprobada en el Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Pueden ser: combustibles, no combustibles, explosivos, gases, residuos biológicos, o residuos radiactivos.
- Residuos especiales, que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

El diseño del laboratorio (distribución, instalaciones, procedimientos de trabajo, etc.) debe ser el adecuado para el desarrollo de las actividades en condiciones de eficiencia y seguridad. Se debe disponer de las instalaciones de emergencia o elementos de actuación como duchas, lavaojos, extintores, etc. además de los equipos de protección individual (también denominados EPI).

En el diseño del laboratorio se deben seguir las normas relativas a iluminación de seguridad y señalización, de instalaciones de gases, instalación eléctrica, instalaciones de aire comprimido, sí como la ventilación

La seguridad en el laboratorio no se limita únicamente a la protección personal o de la infraestructura, sino también a un manejo adecuado de los reactivos químicos encaminado a preservarlos de la contaminación y del desperdicio.

Para manejar con seguridad las sustancias químicas se han ideado diversos códigos para clasificarlas según su tipo de peligrosidad.

La caracterización de residuos en laboratorio hace necesario un conocimiento exhaustivo del material a emplear, bien sea de vidrio, de cerámica o de metal. Cada grupo posee características propias en cuanto al manejo, la limpieza y conservación.

6. Actividades.



1. ¿En qué se basa la caracterización de residuos industriales?



2. Indica la clasificación de los residuos peligrosos.



3. Pon un ejemplo de criterio de eficiencia en la disposición de un laboratorio.



4. ¿Qué es una vitrina de extracción?



5. Clasifica las sustancias fácilmente inflamables.



6. Nombra y explica los criterios de seguridad en la instalación eléctrica de un laboratorio.



7. ¿Qué accidentes se pueden generar en los trasvases en el laboratorio?



8. Los residuos industriales que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas se denominan residuos especiales.

- a) Verdadero
- b) Falso



9. Por seguridad, las campanas extractoras deberán alejarse del foco de generación del contaminante.

- a) Verdadero
- b) Falso



10. Tras una inhalación, ingestión o absorción a través de la piel de líquidos inflamables pueden presentarse, en general, trastornos orgánicos de carácter grave o incluso la muerte.

- a) Verdadero
- b) Falso



11. Los residuos radiactivos deben almacenarse en recipientes específicos convenientemente señalizados y retirarse siguiendo procesos preestablecidos. Normalmente se esterilizan y se incineran.

- a) Verdadero
- b) Falso



12. El diseño del laboratorio debe prever un aislamiento en los análisis de trazas entre las preparaciones altamente concentradas y las sustancias puras utilizadas para preparar patrones analíticos

- a) Verdadero
- b) Falso



13. En los laboratorios está prohibido el uso de gases a presión es directamente de la botella.

- a) Verdadero
- b) Falso



14. En los sistemas de extracción localizada, es importante que la situación de las vitrinas esté muy cerca del foco de generación del contaminante.

- a) Verdadero
- b) Falso



15. Las categorías de peligrosidad de los compuestos químicos según sus propiedades fisicoquímicas son Muy tóxicos, Tóxicos, Nocivos, Corrosivos, Irritantes, Sensibilizantes, Carcinogénicos, Mutagénicos y Tóxicos para la reproducción.

- a) Verdadero
- b) Falso



16. Como medida preventiva, nunca se deben realizar trasvases de líquidos muy inflamables en sótanos.

- a) Verdadero
- b) Falso



17. Las operaciones químicas "por vía húmeda" requieren unos bancos fijos dotados de agua, electricidad, sumideros, campanas de humos, estanterías para los reactivos y espacio para la limpieza y almacenamiento del instrumental de vidrio.

- a) Verdadero
- b) Falso