EXPE IX · 2025

Educación y retos de futuro

Aplicación de demostraciones de aula en clases de Química

Alejandro Cabrera García

Para citar este artículo: Cabrera García, A. (2025). «Aplicación de demostraciones de aula en clases de Química». Revista EXPE, número IX, Educación y retos de futuro, pp. 58–70.

Resumen

Dentro de las áreas de Química y de Física, existen muchos nuevos conceptos, los cuales, desafortunadamente, suelen resultar complicados de asimilar por parte de los estudiantes, en sus primeras tomas de contacto. Para mejorar la comprensión y memorización de estos conceptos, en este artículo, proponemos el empleo de demostraciones de aula, basado en nuestros resultados y experiencia. Hemos podido comprobar que, bien conducidas, las clases que emplean demostraciones de aula, en química, generan una respuesta afectiva y académica de los estudiantes con una interesante mejora en su entusiasmo por la asignatura y sus resultados académicos.

Palabras clave: *Chemical demonstrations*, demostraciones, laboratorio, respuesta afectiva, química.

Desarrollo

La química, al igual que la física, es una de las principales ciencias habilitadoras, esto quiere decir que muchos otros temas de ciencias como la biología y las ciencias de la tierra requieren al menos algún conocimiento básico de química. Sin embargo, muchos estudios señalan que a los estudiantes les resulta difícil aprender química (Gabel D. , 1998). En particular, parece que los estudiantes se esfuerzan por comprender aspectos de la naturaleza microscópica de la química (Harrison & Treagust, 2002), y a menudo tienen dificultades para entender la propia naturaleza de la misma (Kolb, 1978).

Para solventar esta situación y el hecho de que los alumnos no sean solamente meros espectadores en una clase de química muchos autores han propuesto el uso de las demostraciones de aula (que es como nos hemos atrevido a traducir las chemical demonstrations). Algunos autores sugieren que las demostraciones científicas presentadas con habilidad pueden ser tan efectivas como los enfoques de laboratorio para estimular la investigación de los estudiantes, la formación de conceptos y la retención de información (Clermont, Borko, & Krajcik, 1994). También se ha validado

que las demostraciones por parte de los docentes aumentan el nivel de atención y participación de los estudiantes en el aula de ciencias (Beasley, 1982). Existen muchas definiciones para las demostraciones de aula, a continuación, vamos a recoger algunas de ellas según distintos autores:

El Nuevo Diccionario Colegial Webster define la palabra "Demostrar" como:

1. mostrar claramente, 2a. probar o dejar claro por razonamiento o evidencia, b. ilustrar y explicar, especialmente con muchos ejemplos, 3. mostrar o demostrar el valor o la eficiencia para un posible comprador.

Las tres definiciones son relevantes para la enseñanza, ya que, como sugirió el filósofo John Dewey:

La enseñanza puede compararse con la venta de productos básicos. Nadie puede vender a menos que alguien compre. Deberíamos ridiculizar a un comerciante que dijo que había vendido muchos bienes, aunque nadie había comprado ninguno. Pero quizás hay docentes que piensan que han enseñado bien en el día, independientemente de lo que los alumnos hayan aprendido.

Claramente, los "docentes-comerciantes" de ciencias deben "demostrar" los fenómenos/evidencias del mundo real, las teorías/razonamientos, las actitudes/ideales y el valor/belleza de la ciencia a sus "estudiantes-clientes" (O'Brien, 1991).

Las demostraciones de aula se han venido llevando a cabo en las clases de ciencias durante al menos tres siglos. En el libro *The Art and Science of Lecture Demonstrations* (Taylor, 1988) se rastrea la educación usando demostraciones de aula para ilustrar principios científicos hasta finales del siglo XVII, con figuras eminentes como Robert Hooke, en 1662. Taylor afirma además que las "demostraciones públicas como parte de un curso de instrucción" (que son presumiblemente el equivalente a las demostraciones de aula actuales) comenzaron en 1694. Ciertamente hay abundantes referencias a demostraciones en el aula que ilustran principios científicos específicos en la literatura académica en siglos intermedios. Por su parte, Michael Faraday también usó esta técnica para mostrar los fenómenos demostrables. En la actualidad las contribuciones de Bassam Z. Shakhashiri en su serie de libros *Chemical Demonstrations: a Handbook for Teachers of Chemistry* (Shakhashiri B. Z., 1983, 1985, 1989, 1992, 2011), y otros autores han hecho grandes contribuciones describiendo demostraciones de aula seguras para ilustrar distintos principios de la química.

Jensen (1991) afirma que las primeras instrucciones de la química fueron "*únicamente por demostración*", aun así, Kauffman (Kauffman, 1996) a la introducción de la experiencia de laboratorio en la educación de los estudiantes sugiere que dichas

demostraciones fueron parte de cursos basados en conferencias utilizados en lugar del trabajo de laboratorio de los alumnos y no siendo el único medio para introducir conceptos. En cualquier caso, Kauffman presenta una historia detallada de la demostración de aula, que incluye lo que denomina una "edad de oro" de demostraciones científicas presentadas para los estudiantes, pero también para los miembros del público. Tal vez de manera reveladora, uno de los educadores que aparece en el artículo de Kauffman, Sir Humphry Davy, descubrió que, a pesar de la constante atracción de sus conferencias cargadas de demostraciones, los miembros de la Royal Society que asistían no estaban motivados para proseguir con los esfuerzos científicos. La observación de Davy contrasta con una declaración de Taylor: "*la demostración de aula parece funcionar con todos los grupos de edad y es una excelente manera de inculcar un sentido de entusiasmo sobre la ciencia*". La aparente contradicción fue parte del enfoque de este estudio de investigación presentado por Kauffman.

Taylor define una demostración como una "*ilustración de un punto en una clase o lección por medio de algo que no sea un aparato convencional de ayuda visual*". Presumiblemente, las investigaciones de laboratorio realizadas por los estudiantes, aunque estén cubiertas nominalmente en la descripción mencionada anteriormente, no se considerarán "demostraciones". Modificaremos la definición de Taylor para indicar explícitamente que una "demostración" debe ser dirigida por un instructor, con los estudiantes observando los resultados; en algunos casos, la demostración puede seguir las predicciones de los estudiantes sobre los resultados (participación activa) para presentar y abordar los eventos discrepantes. La caracterización resultante parece ser una interpretación estándar del significado de "demostración de aula" (Price & Brooks, 2012), este es el concepto tal y como lo vamos a entender en este trabajo.

La abundancia de información relacionada con la realización de demostraciones científicas en el aula es una sugerencia poco sutil de que los educadores que no incluyen las actuaciones que llaman la atención como parte de su enseñanza normal son de alguna manera negligentes. La mayoría de los autores citados en este artículo presumen que el uso de demostraciones científicas es, o al menos debería ser, prácticamente universal, con promotores que enfatizan el "encanto" (Ramette, 1980) o la "distracción entretenida" (Shmaefsky, 2005) a través de demostraciones de aula. Existen algunos trabajos con una visión no tan positiva de esto, como en (Roadruck, 1993), quien plantea varias razones creíbles por las que algunos educadores podrían elegir no incluir demostraciones en su instrucción. Sin embargo, no presenta datos de investigación que valide sus fundamentos.

En su estudio Meyer, Schmidt, Nozawa, Panee, & Kisler (2003) también sugieren algunas razones para que los educadores no empleen demostraciones de aula, pero

ofrecen lo que equivale a un argumento del hombre de paja diseñado aparentemente para favorecer su uso. Por ejemplo, su afirmación de que "*muchos nuevos docentes... no han sido expuestos extensamente al valor y la pedagogía de las demostraciones y se sienten incómodos con la idea de llevarlas a cabo en clase*" implica que los educadores más experimentados sin duda incorporarán demostraciones de aula, que la falta de voluntad se debe simplemente a la inexperiencia de los docentes, como el "valor" de las manifestaciones es evidente. Al mismo tiempo lamentan que "*por desgracia, la investigación en educación cuantitativa hace poco para promover el uso de demostraciones*", y aparentemente no está dispuesta a reconocer que la falta de apoyo a su supuesto puede indicar una premisa errónea. De hecho, (Tai, Sadler, & Loehr, 2005) no encontraron correlación entre la frecuencia de las demostraciones en las clases de química de la escuela secundaria de los estudiantes universitarios y sus calificaciones en los cursos introductorios de química, mientras que (Tai & Sadler, 2007) observaron una correlación negativa.

Los resultados de otros estudios pretenden mostrar avances en el aprendizaje de los estudiantes y el interés resultante de la inclusión de demostraciones de aula en la enseñanza de la química. En el estudio (House, 2000) se correlacionan los datos obtenidos al entrevistar a una gran muestra de estudiantes de 13 años en Hong Kong con su desempeño en el examen 1999 TIMSS (Tendencias en el Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias). En el estudio, House determinó que varias estrategias de instrucción, incluidas las demostraciones en el aula, produjeron un efecto significativo en el aprendizaje de los estudiantes. En particular, el análisis de regresión multivariable sugiere que las demostraciones por sí mismas (es decir, en ausencia de otras técnicas de instrucción beneficiosas) representan un pequeño porcentaje de la varianza en las calificaciones del examen. Sin embargo, el estudio de House no proporciona ningún detalle con respecto a la definición de "demostración", aparte de su caracterización como una actividad realizada por el maestro.

(Crouch, Fagen, Callan, & Mazur, 2004) afirman que los estudiantes deben participar activamente para obtener ganancias en la comprensión conceptual; aunque la investigación (Buncick, Betts, & Horgan, 2001) indicó que el aumento del compromiso de los estudiantes, las medidas de rendimiento y la motivación (actitudes) no fueron concluyentes. (Pierce & Pierce, 2007) describen los resultados de aprendizaje favorables que surgen del uso de las demostraciones, en donde se produjeron avances significativos de aprendizaje en los elementos de evaluación directamente relacionados con las demostraciones, siempre que las demostraciones no estuvieran relacionadas con los temas de laboratorio. De manera interesante, las calificaciones de los exámenes de mitad de período y final indicaron que el grupo de tratamiento de Pierce y Pierce, los

estudiantes que completaron las evaluaciones escritas posteriores a la demostración, no obtuvieron mejores resultados que el grupo de control y, en dos de los tres exámenes posteriores al tratamiento, tuvieron un desempeño significativamente peor.

En el estudio de Silberman (1983) se discute un efecto nocivo de las demostraciones de química, destacando las explicaciones de los estudiantes de una demostración común que ilustra sus ideas erróneas persistentes y el aparente desinterés por determinar la explicación real de los fenómenos observados. Estos hallazgos no son el resultado de una investigación formal, pero las recomendaciones de Silberman ("*hacer [es decir, realizar]... mejores demostraciones y ... cuestionar la comprensión de los estudiantes para mejorar sus habilidades de observación e interpretación*") son similares a otras de estudios posteriores (Shmaefsky, 2005; Baddock & Bucat, 2008). En dos estudios, (Clermont, Krajcik, & Borko, 1993) y (Clermont, Borko, & Krajcik, 1994) tal vez se proporcionó una explicación de los hallazgos negativos de (Tai & Sadler, 2007), sugiriendo que las demostraciones realizadas de manera incorrecta pueden llevar a la introducción y el atrincheramiento de conceptos erróneos; una demostración particularmente atractiva, explicada incorrectamente, puede ser perjudicial para la comprensión de los estudiantes.

Uno de los principales promotores de las demostraciones de aula en el aprendizaje de la química, Bassam Z. Shakhashiri en la introducción de *'Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry'* argumenta cómo las demostraciones cuidadosamente planificadas pueden tener un impacto positivo en la comprensión de un estudiante (Shakhashiri B. Z., 1983). Sin embargo, otros critican el uso de las demostraciones, señalando que requieren mucho tiempo y a menudo están simplemente presentes por razones de entretenimiento en lugar de educativas (Beall, 1996). Actualmente no hay evidencia convincente a favor o en contra de los beneficios educativos de estas, tal vez la falta de una indicación fuerte refleje la dificultad de evaluar el valor educativo de las demostraciones (Walton, 2002).

En un intento por evaluar los beneficios de las demostraciones de aula, (Walton, 2002) realizó una encuesta empírica en un grupo de estudiantes de pregrado. Para ello, se les pidió a los estudiantes que completaran un cuestionario después de haber asistido a un curso de clases (Ácidos y Bases, primer año de pregrado) que se complementó con demostraciones de aula; los resultados se muestran en la Tabla 1. Estos resultados apoyan firmemente la idea de que las demostraciones son herramientas de enseñanza populares. Es importante destacar que los resultados muestran que una gran proporción de los estudiantes estuvo de acuerdo en que las demostraciones les ayudaron a comprender las teorías, un vínculo alentador entre las demostraciones y el valor educativo.

Tabla 1. Resultados de la encuesta de estudiantes sobre el uso de demostraciones (Walton, 2002). El tamaño de la muestra fue de 87 estudiantes de química de primer año, encuestados directamente después de un curso que contenía demostraciones.

Pregunta	% De acuerdo total o parcialmente
Las demostraciones me ayudan a entender las teorías	87
Las demostraciones son una pérdida de tiempo	0
Las demostraciones mantienen mi interés durante la clase	95
Una demostración por clase es la frecuencia correcta	98
Una demostración en vivo es mejor que una demostración de "video"	60
Todas las demostraciones deben ser coloridas o ruidosas	71
La demostración más efectiva es donde hay un elemento de peligro	79

Parece que hay tres obstáculos principales que encuentran aquellos que orquestan las demostraciones: preocupaciones por la seguridad, falta de confianza por parte del profesor y el tiempo y el esfuerzo necesarios para organizar una demostración exitosa. Todas estas son consideraciones importantes, pero no insuperables, y los métodos para superar estos obstáculos se analizan a continuación.

Quizá lo que más limita a los docentes en el uso de metodologías tales como las demostraciones de aula es la falta de tiempo para cumplir con sus objetivos. Hay pocas dudas de que configurar y realizar una demostración en clase requiere mucho tiempo y requiere una motivación considerable por parte del profesor (un punto que a menudo no se pierde en los alumnos). Hay dos reglas de oro para la preparación; La primera es siempre practicar la demostración por adelantado; la segunda es asegurarse de que la demostración sea relevante para el material que se está enseñando. La implementación de estas dos reglas de oro requiere tiempo y esfuerzo en la investigación para encontrar una demostración adecuada y el acto físico de practicarla.

En términos de encontrar una demostración apropiada, hay una gran cantidad de recursos disponibles. Algunas de las mejores fuentes son la serie de libros "*Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry*" de Shakhashiri (Shakhashiri B. Z., 1983, 1985, 1989, 1992, 2011), entre otros de numerosos autores. Hay

suficientes demostraciones descritas en estos volúmenes para que un profesor siga la mayor parte de la docencia de la química a distintos niveles. Los textos de Shakhashiri son excelentes: cada demostración está vinculada en detalle con la química de fondo y los métodos para realizarla. Tal es la cobertura integral de los volúmenes que deberían ser una parte esencial de la biblioteca de un departamento de química (Walton, 2002). Otra buena y rápida fuente de información es internet, pero en este caso es necesario hacer un muy buen juicio del material encontrado.

El siguiente obstáculo potencial para realizar demostraciones es la falta de confianza por parte del profesor. Esta falta de confianza tiene dos aspectos. Una es la personalidad del docente, donde puede sentir que las demostraciones químicas no encajan con el estilo de enseñanza adoptado. La segunda área es donde el profesor no está seguro de que las demostraciones aporten algo al tema. Al abordar ambas inquietudes, se debe tener en cuenta la evidencia que sugiere que las demostraciones podrían agregarse a la educación química (Shakhashiri B. Z., 1983; Beall, 1996). Incluso con temas abstractos, como la teoría de grupos y las funciones de onda atómica, donde no es evidente de inmediato qué demostración, si hay alguna, puede ser utilizada, a menudo hay algo que se puede mostrar o hacer. Por ejemplo, en la enseñanza de las funciones de onda atómica, una onda estacionaria se puede demostrar con el uso de un "*resorte resbaladizo*". Otros han podido demostrar en clases los espectros de emisión de hidrógeno usando un simple espectroscopio de mano (aunque se requiere un estudiante voluntario). Incluso si las demostraciones simplemente comunican la motivación y el entusiasmo del profesor junto con los principios, entonces seguramente valen la pena.

Una metodología bastante aceptada en el uso de las demostraciones en clase, es la que se describe a continuación. El profesor realiza la demostración y pide a los alumnos que escriban sus observaciones en una tabla simple. Después de que los estudiantes hayan completado el lado de observación de la Tabla, se les pide que lo pasen a otro estudiante para que complete el lado de deducciones de la Tabla, en contra de las observaciones del otro estudiante. Este ejercicio muy simple (de observación y deducción) es central en el pensamiento de cualquier químico practicante y, cuando se combina con la teoría, probablemente sea la esencia de lo que los químicos hacen como parte de su profesión (Walton, 2002).

El último obstáculo potencial para realizar una demostración es el de la seguridad (Walton, 2002). No hay duda de que esta es una consideración muy importante cuando se trata de realizar demostraciones químicas frente a una audiencia. Las consideraciones de seguridad deben ser primordiales, y esta postura necesariamente restringe muchas de las demostraciones más espectaculares. Creo que el mensaje es simple: como profesores de química estamos obligados no solo a enseñar con precisión,

sino también a transmitir una actitud profesional y responsable hacia el manejo y uso de productos químicos. Visto de esta manera, es evidente que las demostraciones en clase pueden usarse como parte de la comunicación de una actitud tan responsable y profesional. Por ejemplo, considere la demostración muy simple de que una disolución acuosa básica que contiene un indicador universal se hace ácida al mezclarla con dióxido de carbono sólido. La demostración, que es visual y dramática, a través de algunos cambios de color atractivos, ayuda a ilustrar el punto de que no todos los ácidos (CO_2 en este caso) son donantes de protones en primera instancia. Es un ejercicio relativamente fácil trabajar a través de los peligros potenciales de la demostración y los procedimientos apropiados para prevenir accidentes. Dicha información se puede presentar a los estudiantes en clase antes de realizar la demostración. El simple hecho de pasar por la evaluación de riesgos y luego practicar las medidas de seguridad (gafas de seguridad, guantes apropiados al producto químico a manejar, etc.) frente a los estudiantes es un mensaje importante y beneficioso para comunicarse.

En la práctica, hay varias razones para descartar ciertas demostraciones por motivos de seguridad. Estos son los siguientes:

(a) Demostraciones que puedan emitir gases nocivos.

(b) Llamas no controladas, explosiones o detonaciones (NI_3 es un caso límite aquí).

(c) Ruidos muy fuertes (por ejemplo, encendido de mezclas de CH_4/O_2).

(d) Demostraciones que podrían emitir proyectiles sólidos o líquidos (por ejemplo, corchos voladores de "demostraciones de presión"), por ejemplo, de la reacción de bicarbonato de sodio y un ácido en un tubo de ensayo sellado).

(e) La póliza de seguro del departamento no los permite (¡siempre vale la pena verificarlo!).

Si bien esto puede parecer una lista innecesariamente restrictiva que elimina con éxito la mayoría de las "mejores" demostraciones, no significa que no se puedan mostrar las demostraciones más espectaculares. En primer lugar, generalmente hay secuencias de vídeo disponibles que se pueden reproducir en una clase. Los vídeos de las demostraciones más espectaculares (por ejemplo, la ignición de un algodón empapado en oxígeno líquido o la explosión de los metales alcalinos en contacto con el agua) se pueden encontrar en internet. Al decir esto, hay una palabra de precaución para agregar en el uso de videos. Una demostración en vivo siempre es más impresionante (ver Tabla 1); La diferencia entre una demostración en vivo y una demostración grabada es similar a la diferencia entre presentaciones en vivo y en televisión. Además, en una demostración en vivo, hay una gran oportunidad para que el docente comunique su actitud hacia el manejo de los productos químicos.

A pesar de sus inconvenientes, parece evidente que el uso de demostraciones químicas en clase aumenta la experiencia de aprendizaje del estudiante. A pesar de los beneficios probables de las demostraciones, hay preguntas que hacer y responder antes de realizar una demostración. La más importante de estas preguntas es la de la seguridad. Pero, con los controles de seguridad adecuados y el sentido común, los procedimientos de seguridad no solo pueden seguirse en su totalidad, sino que también pueden amplificarse mediante el uso de una demostración.

Sin duda, hay profesores de química que todavía tendrán dificultades para incluir demostraciones en sus clases, por cualquier motivo. No obstante, muchos docentes que han empezado a usar demostraciones de aula en química han continuado motivados por el impacto positivo que han tenido en sus estudiantes y en ellos mismos (Walton, 2002).

Cabrera-García (2021) empleando el uso de cuestionarios y herramientas habitualmente usadas en neurociencias como son la medida de la actividad electrodérmica, el registro visual y la electroencefalografía. Demostraron en un estudio piloto con alumnado de 1º de bachillerato las grandes ventajas de emplear demostraciones de aula para comprender y afianzar conocimientos de química. Así, como inseguridades del profesorado por desconocimiento del laboratorio, falta de kits comerciales con el material necesario para una demostración concreta o la falta de personal responsable de los laboratorios en los centros de enseñanza media, que pudieran facilitar esta labor docente, preparando y recogiendo el aula-laboratorio tras la clase con demostraciones de aula, dado el escaso tiempo de las sesiones de clase ordinarias.

Lo que aquí proponemos es el uso de esta metodología que genera una respuesta afectiva muy positiva en el alumnado hacia un área de conocimientos que habitualmente recibe inseguridad y rechazo. Por lo que hemos expuesto anteriormente, comprobamos que las demostraciones de aula son una manera de enseñar ciencias de forma dinámica e interactiva. La cual puede complementar a las prácticas de laboratorio clásicas, en las que el alumnado “cacharrea” y puede descubrir por sí mismo nuevos aspectos de la asignatura.

En nuestra opinión, la principal ventaja estriba en la seguridad del alumnado. Es decir, creemos que existen una serie de experiencias, de las cuales no debemos privar al alumnado de conocer. Pues, no solo, son parte de su proceso formativo. Sino que, por su espectacularidad suponen un recuerdo prácticamente eterno en la retina de los discentes.

Aquí vamos a describir tres demostraciones que habitualmente presentamos a nuestros estudiantes, las cuales, ellos mismos nos recuerdan cuando ya han pasado los años.

Reacción del sodio con el agua

Para el alumnado comprender que los metales, no son solamente, lo que ellos están acostumbrados a ver. Ya sea el hierro, que a la intemperie se oxida quedando áspero y quebradizo. El estaño, el cual emplean habitualmente en el taller de tecnología y saben que pueden fundir con facilidad o el, en apariencia, inalterable aluminio, presente en sus hogares cumpliendo una u otra función. Sumado a otros que pueden ver en joyería u ornamentación.

En primer lugar, siempre debemos mostrar al alumnado el uso de los equipos de protección individual (EPIS), y ser ejemplo de su buen uso. Conviene realizar esta experiencia en un lugar al aire libre y con buenas condiciones climáticas. Un día de lluvia puede resultar fatal para esta experiencia. Solemos llevar al alumnado a la cancha y pedirle que se sienten en la grada a varios metros de donde pondremos la mesa lista para nuestra demostración. Resulta muy interesante mostrar al alumnado como se presenta una barra de sodio comercial sumergida en vaselina líquida o algún hidrocarburo pesado, evitando así su contacto con la humedad ambiente. También, suele ser muy interesante que puedan ver, desde una distancia prudente, como podemos cortar esta barra metálica con un cuchillo, como si de un bloque de mantequilla fría se tratara. Y que en la zona de corte queda visible un interesante brillo metálico. Finalmente, y mientras explicamos la reacción química y las precauciones que es necesario mantener, introducimos suavemente el trozo de sodio metal que hemos cortado en un cristalizador resistente lleno de agua y apreciamos como transcurre la espectacular reacción química con su violento desprendimiento de hidrógeno gas.

Todos los pasos de esta experiencia nos permiten aclarar al alumnado desde las propiedades de los metales hasta los aspectos más confusos relacionados con su reactividad.

Oxidación de una cinta de magnesio

Este es un ejemplo de otra espectacular reacción química que nos sirve como demostración de aula. En primer lugar, deberemos tomar las precauciones necesarias, equipándonos con bata y gafas. Luego cortaremos un trozo de cinta de magnesio, la cual debemos limpiar de sus primeras capas de óxido de magnesio que la protegen, ya sea con un papel de lija, o bien, con el filo cortante de una tijera u objeto similar. Luego deberemos sujetar la cinta de magnesio con un objeto resistente al calor, que mantenga la misma, lejos de la mano dada la alta temperatura que alcanza este proceso redox. Recomendamos emplear una pinza para crisoles. A lo largo de toda esta preparación podemos ir instruyendo al alumnado sobre la importancia de cumplir con las normas de seguridad y el empleo de los EPIS, así como del papel de las cubiertas de óxido que

protegen ciertos metales, de seguir experimentando procesos de corrosión. Una vez hecho esto, procedemos a acercar una llama al extremo de la cinta de magnesio, es recomendable emplear un encendedor de largo alcance, para así no sufrir quemaduras una vez se inicie la reacción.

Tras finalizar con la emocionante reacción que proporciona un gran destello de luz blanca, podemos, a través de preguntas dirigidas, llegar a deducir con el alumnado los usos de esta reacción química en los antiguos flashes de las cámaras fotográficas o en las bengalas de señalización.

Disolución del poliestireno en acetona

No se trata de una demostración arriesgada, sin embargo, puede ser muy interesante de realizar de forma guiada, con el fin de recordar los pasos del método científico, así como, los conceptos de reacción química y disolución. Si llenamos dos vasos de precipitados hasta aproximadamente la mitad de su capacidad, uno de ellos con agua y el otro con acetona. En este momento tendremos dos líquidos incoloros, aparentemente iguales frente al alumnado. Es importante que estén lo suficientemente lejos como para no detectar su aroma.

Luego, si disponemos de una barra de poliestireno, podemos introducirla en el vaso de agua demostrando su no interacción y su flotabilidad, que nos recuerda al agua y el aceite. Pero al introducirla en la acetona veremos que la barra de poliestireno va cambiando de aspecto, se va consumiendo y además se emiten burbujas. Este es un buen momento para preguntar al alumnado de si se trata de un proceso físico o químico. El establecimiento de este debate supone un buen afianzamiento de dichos conceptos, siempre y cuando, al final de la demostración aclaremos que el poliestireno se está disolviendo, así como, otros derivados del petróleo en un disolvente orgánico y la emisión de gases corresponde al aire contenido en las cavidades del polímero.

Estos, son solo algunos ejemplos de demostraciones de aula que se pueden llevar a cabo, y que habitualmente aplicamos en nuestras clases. Hay muchos más como la preparación del nylon-6,10 descrita por Shakhashiri (1983), la cual también resulta extremadamente atractiva para el alumnado. Otro punto a favor de estas experiencias es que probablemente, nuestro alumnado no pueda volver a tener otra oportunidad para disfrutar y aprender de estas demostraciones de aula, ya sea, porque no se trata de procesos muy comunes, ya sea por su peligrosidad o falta de utilidad práctica o bien, porque, aunque lo vean, realmente no dispongan de alguien que se los explique debidamente. Lo cierto es que, aunque, tengan cierto riesgo o sean trabajosas a la hora de prepararse estas sesiones de química aplicando las demostraciones de aula han demostrado en base a la neurociencia (Cabrera-García, Mykhaylyuk & Gasso, 2021) y a

la experiencia de nuestra actividad docente que la respuesta afectiva del alumnado por este tipo de sesiones bien conducidas realmente ayuda a generar y afianzar los abstractos contenidos que se trabajan en las materias de química.

Bibliografía

Baddock, M., & Bucat, R. (2008). Effectiveness of a Classroom Chemistry Demonstration Using the Cognitive Conflict Strategy. *International Journal of Science Education , 30*(8), 1115-1128.

Beall, H. (1996). Report on the WPI Conference "Demonstrations as a Teaching Tool in Chemistry: Pro and Con". *Journal of Chemical Education*, 641-642.

Beasley, W. (1982). Teacher demonstrations: The effect on student task involvement. *Journal of Chemical Education, 59*, 789-790.

Buncick, M. C., Betts, P. G., & Horgan, D. D. (2001). Using Demonstrations as a Contextual Road Map: Enhancing Course Continuity and Promoting Active Engagement in Introductory College Physics. *International Journal of Science Education , 23*(12), 1237-1255.

Cabrera García, A., Mykhaylyuk, O., Gassó-Tortajada, V. (2021). The Importance of Demonstrations in Chemistry Lessons, A Complete Study Supported by Neuroscience Technology. The Importance of Demonstrations in Chemistry Lessons, A Complete Study Supported by Neuroscience Technology. *Juniper publishers Inc.*, ISBN 978-1-946628-19-0

Clermont, C. P., Borko, H., & Krajcik, J. S. (1994). Comparative Study of the Pedagogical Content Knowledge of Experienced and Novice Chemical Demonstrators. *Journal of research in science teaching, 31*(4), 419-441.

Clermont, C. P., Krajcik, J. S., & Borko, H. (1993). The Influence of an Intensive In-service Workshop on Pedagogical Content Knowledge Growth Among Novice Chemical Demonstrators. *Journal of research in science teaching, 30*(1), 21-43.

Crouch, C., Fagen, A., Callan, J. P., & Mazur, E. (2004). Classroom Demonstrations: Learning Tools or Entertainment? *American Journal of Physics, 72*(6), 835-838.

Gabel, D. (1998). The complexity of chemistry and implications for teaching. En B. Fraser, & K. Tobin, *International handbook of science education* (Vol. 21, págs. 233-248). Dordrecht: Kluwer.

Harrison, A., & Treagust, D. (2002). Models and modeling in chemical education. En J. Gilbert, O. D. Jong, R. Justi, D. Treagust, & J. V. (Eds.), *Chemical education: Towards research-based practice* (págs. 47-68). Dordrecht: Kluwer.

House, J. D. (2000). Relationships Between Instructional Activities and Science Achievement of Adolescent Students in Hong Kong: Findings from the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). *International Journal of Instructional Media, 27*(3), 275-288.

Jensen, W. B. (1991). To Demonstrate the Truths of ‘‘Chymystry’’. *Bulletin for the History of Chemistry, 10*, 3–15.

Kauffman, G. B. (1996). Lecture Demonstrations, Past and Present. *Journal of Chemical Education, 1*(5), 1-33.

Kolb, D. (1978). The mole. *Journal of Chemical Education, 55*, 728-732.

Meyer, L. S., Schmidt, S., Nozawa, F., Panee, D., & Kisler, M. (2003). Using Demonstrations to Promote Student Comprehension in Chemistry. *Journal of Chemical Education, 80*(4), 431-435.

O'Brien, T. (1991). The Science and Art of Science Demonstrations. *Journal of Chemical Education, 68*(11), 933-936.

Pierce, D. T., & Pierce, T. W. (2007). Effective Use of Demonstration Assessments in the Classroom Relative to Laboratory Topics. *Journal of Chemical Education, 84*(7), 1150-1155.

Price, D. S., & Brooks, D. W. (2012). Extensiveness and perceptions of lecture demonstrations in the high school chemistry classroom. *Chemistry Education Research and Practice , 13*, 420-427.

Ramette, R. W. (1980). Exocharmic Reactions. *Journal of Chemical Education, 57*(1), 68-69.

Roadruck, M. D. (1993). Chemical Demonstrations: Learning Theories Suggest Caution. *Journal of Chemical Education, 70*(12), 1025-1028.

Shakhashiri, B. Z. (1983). *Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry.* Madison, Wisconsin: The University of Wisconsin Press.

Shakhashiri, B. Z. (1983, 1985, 1989, 1992, 2011). *Chemical Demonstrations: a Handbook for Teachers of Chemistry, vol. 1–5.* Madison, WI: University of Wisconsin Press.

Shmaefsky, B. R. (2005). MOS: The Critical Elements of Doing Effective Classroom Demonstrations. *Journal of College Science Teaching, 35*(3), 44-45.

Silberman, R. G. (1983). A General Chemistry Demonstration: Student Observations and Explanations. *Journal of Chemical Education, 60*(11), 996-997.

Tai, R. H., & Sadler, P. M. (2007). High School Chemistry Instructional Practices and Their Association with College Chemistry Grades. *Journal of Chemical Education, 84*(6), 1040-1046.

Tai, R. H., Sadler, P. M., & Loehr, J. F. (2005). Factors Influencing Success in Introductory College Chemistry. *Journal of research in science teaching, 42*(9), 987-1012.

Taylor, C. A. (1988). *The Art and Science of Lecture Demonstration.* New York: Taylor & Francis Group.

Walton, P. H. (2002). On the use of chemical demonstrations in lectures. *University Chemistry Education, 6*, 22-27.