Guía de Aprendizaje 1 ¿De qué hablamos cuando hablamos de química?

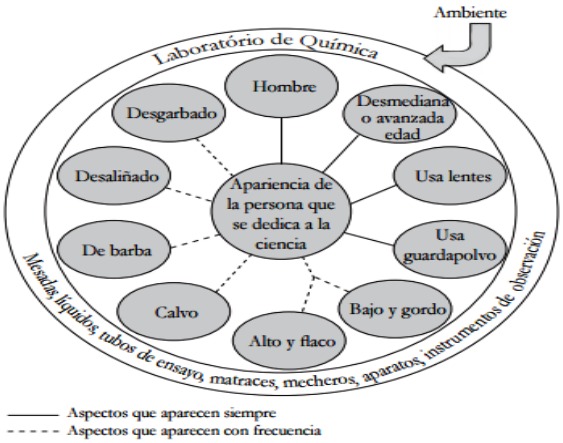
Son frecuentes las clases introductorias de química dedicadas a discutir cuestiones tales como ¿Qué entiendes por química? ¿Qué es lo primero que imaginas al escuchar la palabra química? obteniendo respuestas como "químicos", "fórmulas", "átomo", "Breaking Bad", "tóxicos", "la tabla periódica", "laboratorio", "explosiones", "difícil", "un científico loco", etc. que dan cuenta del predominio de imágenes estereotipadas tanto de la ciencia, la química y las personas dedicadas a la ciencia.

En ese contexto, es necesario entender que para poder desenvolverse de manera informada y responsable en un mundo complejo marcado por la incertidumbre y el cambio, no solo es necesario saber ciencias y particularmente química si no también es indispensable saber *sobre la* ciencia en general, y la química en particular. de manera que podamos comprender no solo qué es la química, sino también cómo se genera el conocimiento químico, cómo cambia a lo largo del tiempo, y cómo se relaciona con la sociedad y la cultura.

¿Qué estereotipos sobre la ciencia y las personas dedicadas a la ciencia manifiesta la ciudadanía?

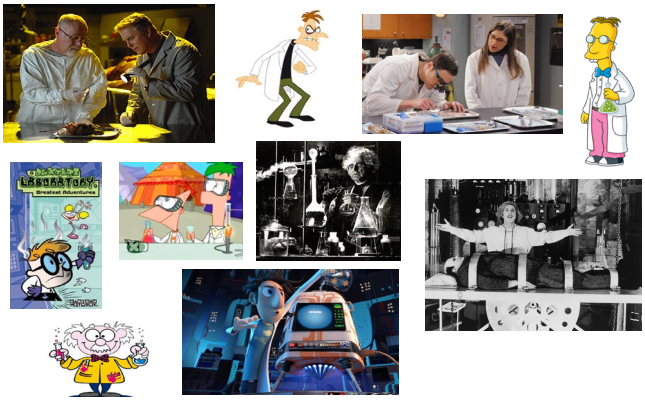
Al preguntarle a estudiantes de diferentes edades que dibujen a una persona que hace ciencia tal como se la imaginan en un día de trabajo, los resultados en diferentes niveles educativos retratan en la mayoría de los casos a científicos varones, de tez blanca, con lentes y guardapolvo, a menudo calvos o con el pelo revuelto, trabajando solos en un lugar similar a un laboratorio escolar con materiales volumétricos propios de un laboratorio de química o microscopios (Pujalte, et. al. 2014), y rasgos de personalidad que los suelen mostrar como distraídos, absorbidos por su trabajo, con poca vida social, ocupados en cosas que sólo ellos pueden entender, sin otros intereses o motivaciones (Lacolla, et. al. 2013).

Figura 1. Aspectos recurrentes respecto de la apariencia de las personas que se dedican a la actividad científica y acerca de las características del ambiente donde suelen trabajar



¿Cuáles son las posibles causas de estos estereotipos?

Tales imágenes estereotipadas incluso se evidencian en científicas y científicos, profesoras y profesores de ciencias de todos los niveles; y si bien con respecto a su origen se citan fuentes como los **dibujos animados, la literatura el cine, la TV y la publicidad** , cabe discutir si estos son el origen o si solo las refuerzan, pues existe evidencia de que el profesorado no suele ser consciente de sus propias representaciones, y las transmite en la enseñanza, ya sea ingenua o explícitamente tales imágenes empobrecidas del quehacer científico, y que a medida que la escolaridad avanza, los rasgos más característicos se acentúan con fuerza (Pujalte, et. al. 2014).



Algunas alusiones a imágenes deformadas de científicos en dibujos animados, internet y series de TV.

Esta tendencia se convierte en un obstáculo no solo para aprender ciencias, sino que pueden disminuir la motivación a aprender y seguir carreras relacionadas con las ciencias, (González, et. al. 2009) pues solo personas "superdotadas" pueden ser científicos o científicas, y el quehacer científico implica ser sacrificado, "asocial", "aburrido", "encerrado" o desconectado del mundo.

¿Qué grandes ideas sobre la ciencia pueden mejorar nuestras percepciones sobre ella?

a. ***Ciencia y sociedad*.** Como actividad humana, la ciencia se ve afectada por valores, condiciones y circunstancias del contexto sociocultural y económico en el que se desarrolla. Las decisiones en el desarrollo y aplicación de la ciencia no son neutrales, y, a veces, entran en conflicto con valores morales y éticos de ciertos grupos sociales.

b. ***Carácter tentativo y evolutivo del conocimiento científico***: Las proposiciones científicas cambian cuando se obtiene nueva evidencia, o cuando la evidencia anterior es reinterpretada por los científicos/as. Estos cambios no son inmediatos, y vienen precedidos de cierto escepticismo y de discusiones en la comunidad científica. Pero, una vez aceptado, el nuevo conocimiento suele ser sólido y duradero. Por tanto, es razonable confiar en el conocimiento científico, aunque pueda cambiar en el futuro.

c. **Basado en *evidencia empírica***. El conocimiento científico se basa fundamentalmente en la evidencia empírica, es decir, en datos cuantitativos y cualitativos sobre los fenómenos que se analizan. Aunque algunos conceptos científicos son plenamente teóricos, en tanto que surgen de razonamientos lógicos, al final todas las ideas científicas deben ser comprobadas experimentalmente para ser consideradas válidas. No es suficiente el resultado de un solo experimento para establecer un nuevo conocimiento.

e. **Métodos científicos**. El conocimiento científico se genera a través de diferentes métodos y no existe solo un procedimiento fijo con pasos predefinidos. El quehacer en ciencia emplea una amplia variedad de enfoques y estrategias para generar conocimiento científico, incluyendo observación, inferencia, modelizacion, simulación, experimentación tanto en laboratorios como en terreno. En ocasiones, se producen hallazgos casuales o inesperados que suponen también importantes avances para la ciencia.

g. ***Objetividad e Intersubjetividad***. Los científicos y científicas utilizan su experiencia, conocimientos conceptuales, creencias e intuición al generar el conocimiento científico, por lo que su resultado nunca es totalmente objetivo. Por eso, aunque el conocimiento científico puede ser considerado objetivo, su construcción y establecimiento requiere una aprobación consensuada de la comunidad científica; de ahí que los científicos tiendan a ser escépticos y a aplicar mecanismos de autochequeo, para mejorar la objetividad de sus conclusiones. La subjetividad proporciona, pues, la cautela necesaria para la construcción efectiva del conocimiento científico, y no puede ser (ni sería deseable que lo fuera) completamente eliminada de la actividad científica.

¿Qué es la Quimiofobia y por qué afecta la imagen pública de la química?

Hoy nadie pone en duda el papel que la química como ciencia ha tenido para la sociedad, en la comprensión del mundo, en la evolución de las ideas, en la modificación del ambiente, y en el progreso material de la humanidad. Sin embargo, de todas las disciplinas científicas, la química es la que tiene la imagen más negativa entre la ciudadanía, siendo asociada con venenos, peligros, guerra química, contaminación ambiental, pasando por aspectos pseudo-científicos de la alquimia, hasta la brujería (Schummer, Bensaude-Vincent, y Van Tiggelen (2006). Es decir, que la imagen popular que se tiene de la química destaca en gran medida por ser negativa, al ser entendida como una actividad misteriosa, extraña, mística, sombría y peligrosa (Parga y Mora, 2010).

De hecho, la IUPAC definió el término *quimiofobia* como el "miedo irracional a los productos químicos" (Duffus, Nordberg y Templeton, 2007). Los factores que influyen en su mala imagen pública son variados: controversias del uso de ciertos pesticidas como el DDT1 (años 60); deterioro del medio ambiente; desarrollo de gases de guerra, armas químicas y mejora de explosivos; su relación con las drogas y alucinógenos; desastres en industrias químicas; el desarrollo de alimentos ultraprocesados y transgénicos; o la mala fama a veces injustificada de ciertos aditivos alimentarios.

Sin embargo, esta visión de la Química está sesgada ya que no se suele citar todos los logros que dicha ciencia nos ha proporcionado, tanto en la comprensión del mundo que nos rodea y en el aporte a otras ramas del conocimiento, como en la aplicación a la alimentación, textiles, combustibles, transportes, tecnología, comunicaciones, potabilización de aguas, aislantes, fármacos (medicinas contra el cáncer), anestesias, vacunas, higiene y salud, medicina, nuevos materiales, recubrimientos antioxidantes, etc. Sumados a otros factores, la potabilización del agua, las vacunas y los antibióticos salvan millones de vidas al año y explican un aumento de la esperanza de vida destacado. En gran parte, la mejora de los diagnósticos, terapias e higiene, así como el cambio radical en la posibilidad de diagnosticar y tratar y prevenir enfermedades, ha sido gracias a los descubrimientos científicos de la Química y la Física. (Hernández, 2019).

¿Cómo cambiar estas imágenes estereotipadas y negativas de la química?

Para zanjar esta problemática, podemos comenzar por consultar algunas definiciones de química disponibles en libros de texto o internet:

""Es la ciencia de las sustancias; su estructura, sus propiedades y las reacciones que las transforman en otras sustancias" (Pauling, 1947)

"Es el estudio de la materia y de los cambios que experimenta" (Chang, 2002)

"Ciencia experimental que estudia las sustancias, sus propiedades y las transformaciones que sufren éstas al interactuar con la energía, para dar lugar a otras nuevas sustancias" (Guardado, et al, 2008)

"Estudia la composición, estructura y propiedades de las sustancias y las reacciones por las cuales una sustancia se convierte en otra. (Raviolo, et al., 2011)".

"Ciencia que trata con los materiales del universo y los cambios que experimentan estos materiales (Zumdahl, 2012)

"Ciencia que describe la materia; sus propiedades, los cambios que experimenta y los cambios energéticos que acompañan a esos procesos" (Whitten, 2015)

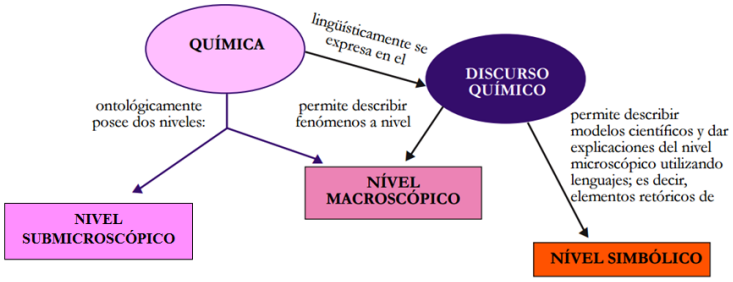
Si bien estas definiciones nos ofrecen una primera demarcación de la química, nos dicen poco respecto de sus preguntas esenciales y su impacto en la vida diaria. En ese contexto, es posible identificar cuatro preguntas esenciales a los que la Química busca dar respuesta (Talanquer, 2009), cuyas respuestas son de importancia central en cuatro áreas fundamentales: Medio Ambiente, Vida y Salud, Fuentes de Energía y Diseño de Materiales.

Aspectos y Preguntas fundamentales de la Química	
Aspecto	**Preguntas**

Análisis	*¿De qué está hecho este material? ¿Cómo identificamos las sustancias químicas en materiales y productos del entorno?*
Síntesis	*¿Cómo crear nuevas sustancias y materiales?*
Relación estructura-propiedades	*¿Cómo se relacionan las propiedades de una sustancia o material con su composición y estructura?*
Cambio	*¿Cómo cambiar las sustancias? ¿Por qué ocurren esos cambios, ya sean físicos o químicos?*
Control	*¿Cómo se pueden controlar esos cambios?*
Sustentabilidad	*¿Cuáles son los riesgos, costos y beneficios de la actividad química en el país y el planeta? ¿Cuáles son las consecuencias de tales cambios o del uso de tales materiales?*

¿CUÁLES SON LOS NIVELES DE REALIDAD DE LA QUÍMICA?

Una de las mayores dificultades en la enseñanza y aprendizaje de la química es **su naturaleza altamente abstracta**, pues se vale de entidades químicas que no podemos percibir para describir, explicar y predecir fenómenos observables y medibles de las sustancias y sus cambios. Un primer paso para superar esta dificultad implica comprender la naturaleza de la química, que en términos de la estructura de la realidad puede ser pensada en dos niveles: **el nivel macroscópico y el nivel submicroscópico**, los cuales son mediados por un nivel simbólico, que es de naturaleza lingüística, y da origen al lenguaje o discurso químico, con códigos y símbolos particulares que tienen un significado consensuado.



(Adaptado de Galagovsky y Giudice, 2015)

Así, la química estudia hechos del mundo que se perciben en fenómenos, procesos o sistemas a nivel macroscópico, donde los materiales pueden ser descritos en términos de propiedades observables y medibles, para ser descritos, explicados, predichos e intervenidos mediante entidades del nivel submicroscópico (átomos, moléculas, iones, interacciones, etc.)

BIBLIOGRAFÍA:

Acevedo-Díaz, J.; García-Carmona, A.; Aragón, M. (2017): Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química*, 28, 140-146. Disponible en http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/63994/56153

Fernández, I. Gil, D., Valdés, P. Y Vilches, A. (2002): ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? (Capítulo 2). En ¿Cómo Promover el interés por la Cultura Científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Unesco. Andros Impresores. Santiago. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/2784/1/como_promover_interes_cultura_cientifica.pdf

Galagovsky, L., & Giudice, J. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos. *Ciência & Educação (Bauru)*, *21*(1), 85-99. https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n1/1516-7313-ciedu-21-01-0085.pdf

Raviolo, A., Garritz, A., & Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, *8*(3), pp. 240-254. Recuperado a partir de https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2714

Taber, K. (2013): Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2013,14, 156-168.

Talanquer, V. (2015). Central Ideas in Chemistry: An Alternative Perspective. Journal of Chemical Education, 93(1), 3–8. sci-hub.se/10.1021/acs.jchemed.5b00434

Talanquer, V. (2009). Química: ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos? *Educación química*, *20* (Supl. 1), 220-226. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000500003&lng=es&tlng=es

Pujalte, A.; Bonan, L.; Porro, S.; Adúriz-Bravo, A. (2014): Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico como foco de la naturaleza de la ciencia: estado del arte y cuestiones pendientes. *Ciencia & Educacao*, 20 (3), pp. 535-548. Disponible en http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0535.pdf