

Investigación en didáctica de la Química

LAS REPRESENTACIONES GRÁFICAS EN EL DISEÑO CURRICULAR DE QUÍMICA. UNA MIRADA EN PANDEMIA

Michelle Álvarez¹, Vanesa García², Ignacio Idoyaga^{1,3}, María Gabriela Lorenzo^{1,3}

1- *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Instituto de Investigación en Educación Superior.*

2- *Instituto Joaquín V. González.*

3- *CONICET.*

E- mail: alvarez.michelle.m@gmail.com

Recibido: 13/08/2020. Aceptado: 30/04/2021.

Resumen. La pandemia puso de manifiesto la importancia de la alfabetización gráfica para poder comprender los recursos visuales que circulan en los medios. Como un aporte desde la enseñanza de la química se presentan una serie de contenidos plausibles de ser abordados desde la problemática de la pandemia y con representaciones gráficas. Este trabajo presenta un estudio de carácter exploratorio y descriptivo acerca de los lineamientos del diseño curricular de la Nueva Escuela Secundaria de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires para la enseñanza *de* y *con* representaciones gráficas en Química. Los resultados mostraron una gradualidad en los niveles de procesamiento de la información contenida en las representaciones gráficas conforme se avanza el grado de instrucción; desde un procesamiento de la información explícita e implícita hacia el procesamiento de la información conceptual. Para finalizar, se proponen algunas actividades para el caso de la preparación de soluciones desinfectantes de alcohol, que contemplan las recomendaciones curriculares respecto del uso de representaciones gráficas.

Palabras clave. representaciones gráficas, diseño curricular, química, pandemia.

Visual representations in Chemistry curriculum. A look from the pandemic

Abstract. The importance of graphicacy is highlighted by the pandemic in order to understand the visual resources that are broadcasted in the media. Such as a contribution from Chemistry education, several Chemistry contents are presented here to be approached from the problem of the pandemic with graphical representations. This article presents an exploratory and descriptive study about the curricular guidelines of the Nueva Escuela Secundaria (New Secondary School) of Ciudad Autónoma Buenos Aires for the teaching *of* and *with* graphical representations in Chemistry. The results showed an increase of the levels of the information processing contained in the representations while the instruction progresses, from an explicit and implicit information processing to the conceptual one. At last, some activities about the preparation of alcoholic disinfectant solutions, considering the curricular recommendations regarding the use of graphic representations are proposed

Keywords. visual representations, curriculum, chemistry, pandemic.



INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta un primer análisis de los lineamientos para la enseñanza en las asignaturas Físico-química y Química incluidos en el diseño curricular de la Nueva Escuela Secundaria (NES) de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Este análisis considera aspectos relacionados con las representaciones gráficas (RG) y con los contenidos conceptuales que se pueden vincular a la pandemia por COVID-19. De este modo, se proponen estrategias para la enseñanza de las RG en química a partir del abordaje de la contingencia sanitaria.

Las RG como sistemas externos, apoyan y amplifican el funcionamiento de la mente, pudiendo actuar como prótesis de la cognición (Pozo, 2001). En consecuencia, pueden considerarse recursos fundamentales para la construcción de conocimiento científico y para su enseñanza y aprendizaje (Artola, Mayoral y Benarroch, 2016, Grilli, Laxague y Barboza, 2015, Gómez Llombart y Gaviria Catalán, 2015). Existen diferentes tipos de RG: *mapas*, que expresan relaciones espaciales selectivas; *diagramas*, que muestran vínculos conceptuales; *ilustraciones*, que tienen intención reproductiva; y *gráficos*, que presentan relaciones cuantitativas (Postigo y Pozo, 2000). Todas estas RG pueden emplearse con diferentes objetivos en las prácticas educativas (García García, 2005). Así, pueden ser usadas para exponer una idea, plantear una pregunta problema o en el marco de una actividad experimental. Para que cualquiera de estos usos resulte potente, los estudiantes deben poder procesar estas representaciones más allá de su información explícita e implícita, llegando al plano de la resignificación conceptual de las mismas, lo que implica una mayor demanda cognitiva (Idoyaga y Lorenzo, 2019). Es decir, pueden reconocerse al menos tres niveles de procesamiento de la información gráfica de complejidad creciente (Postigo y Pozo, 2000):

- El procesamiento de la información explícita, el nivel más superficial de lectura, que alude a la identificación de los elementos presentes en la RG (título, número, nombre, tipo, distintos valores de las variables, entre otros).
- El procesamiento de la información implícita, el cual requiere encontrar patrones y tendencias en la RG. Este procesamiento supone un cierto conocimiento y dominio del sistema semiótico.
- El procesamiento de la información conceptual, que requiere en gran medida de los niveles anteriores y está centrado en el establecimiento de relaciones conceptuales a partir del análisis global de la estructura de la RG.

En consecuencia, durante la escolarización es necesario plantear una alfabetización que sobrepase el conocimiento de los sistemas de signos y los primeros niveles de procesamiento de la información e incluya la apropiación de las reglas y restricciones y del procesamiento conceptual para, así, aprender a través de representaciones (Pozo, 2020).

La pandemia por COVID-19 que afecta a la Argentina, y a todo el planeta, desde marzo de 2020, inauguró una forma particular de comunicación

pública, especialmente en los discursos políticos donde las RG han cobrado un gran protagonismo. Es decir, estas representaciones y otros elementos del circuito comunicativo de la química, en particular, y de las ciencias naturales en general, se utilizan para informar a la sociedad y fundamentar decisiones sanitarias (Idoyaga, Moya y Lorenzo, 2020). Esto, pone de manifiesto la importancia de una completa alfabetización gráfica, como una parte ineludible de la educación científica para la ciudadanía, por lo que debe garantizarse su desarrollo durante la escolarización obligatoria.

Por todo lo expuesto, el objetivo de este trabajo es presentar una revisión del diseño curricular de la NES para identificar, por un lado, el rol que se asigna a las RG y, por otro lado, detectar aquellos contenidos que sirven como puntos de anclaje para proponer estrategias de enseñanza *de* y *con* RG en el espacio curricular química incorporando los aportes que ofrece el contexto de la pandemia.

METODOLOGÍA

Se planteó un estudio documental de carácter exploratorio y descriptivo con enfoque cualitativo. La selección de la muestra fue intencional. Se trabajó con el diseño curricular de la NES. Se consideraron los apartados presentación, propósitos de enseñanza, objetivos de aprendizaje, contenidos, sugerencias para la enseñanza, formas de conocimiento y técnicas de estudio y orientaciones generales para la evaluación, explicitados en el documento para las asignaturas Físico-química de tercer año (FQ3) y Química de quinto año (Q5). Estos espacios curriculares, representan la totalidad de los cursos de química de la formación general, es decir, el trayecto compartido por todos los estudiantes de nivel secundario independientemente de la modalidad.

En una primera etapa, se realizó la lectura los apartados del diseño curricular mencionados anteriormente para reconocer el rol de las RG que expresa el documento con el fin de identificar aquellos fragmentos referidos al trabajo con representaciones gráficas o visuales, gráficos, diagramas, esquemas o ilustraciones. Cada uno de estos fragmentos operó como unidad de análisis. Se utilizaron categorías generadas a priori para el estudio de los fragmentos textuales.

Las categorías de análisis fueron: *Construcción de RG* y *Procesamiento de la información de las RG*. En esta última, se distinguió entre *Procesamiento de la información explícita e implícita* y *Procesamiento de la información conceptual*. Los indicadores considerados para las categorías se resumen en la tabla 1.

Se realizó un análisis independiente, y luego se realizó triangulación de investigadores. Se utilizó como herramienta principal de análisis el software ATLAS.ti 8. Copyright © - 2019 ATLAS.ti. Scientific Software Development GmbH Berlín, Alemania.

En una segunda etapa, se realizó una revisión de la sección contenidos del diseño para identificar tópicos disciplinares vinculados al contexto de pandemia. Esto, implicó la comparación de los contenidos explicitados en el documento con una lista de contenidos de química que se vinculan con

distintos aspectos de la situación de pandemia. Esta lista fue realizada en consulta con profesores de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, que se desempeñaban en las áreas de química y salud. Cada investigador realizó una lectura independiente, y luego se trianguló.

Tabla 1. Procedimientos con RG.

Categoría		Indicadores (Frases orientadas a ...)
Construcción		Organizar información en alguna RG Construir alguna RG con datos teóricos Construir alguna RG con datos experimentales. Construir alguna RG a partir de distintos registros semióticos (lengua natural, álgebra).
Procesamiento	De la información explícita o implícita	Reconocer sectores en alguna RG. Identificar valores o variables en alguna RG. Identificar tendencias o regularidades en alguna RG.
	De la información conceptual	Analizar alguna RG Interpretar alguna RG Comparar información de diferentes RG Convertir y hacer concordar distintos registros semióticos (lengua natural, álgebra) con alguna RG

RESULTADOS

Las Representaciones Gráficas en el diseño curricular

La propuesta curricular de ambas asignaturas hace referencia al trabajo con RG. Particularmente se presentan una serie de *sugerencias para la enseñanza de procedimientos* dentro de la cual, se incluyen estos aspectos. En el diseño, salvo contadas excepciones, no está explícito qué contenidos deben abordarse a través de RG y cuáles no. Sin embargo, recomienda una enseñanza a partir de actividades tanto de construcción de RG como de procesamiento de las mismas. En el caso de FQ3, se propone una enseñanza centrada en la *Construcción de RG* y en el *Procesamiento de la Información Explícita e Implícita*. Particularmente se proponen la construcción de gráficos, identificación de variables, tendencias y funciones matemáticas. Para Q5, las referencias a la enseñanza con RG son menos y se proponen algunas actividades de *Construcción de RG*, fundamentalmente gráficos, y el *Procesamiento de la información conceptual*, análisis e interpretaciones complejas.

Al referirse a los *objetivos de aprendizaje*, en el caso de FQ3 se espera que los estudiantes sean capaces de construir gráficos y diagramas, analizarlos e interpretarlos. Mientras que cuando se refiere a Q5 no se incluye ningún objetivo relacionado con la *Construcción o Procesamiento de RG*.

En la descripción de las *formas de conocimiento*, se espera que los estudiantes de FQ3 puedan organizar información en diferentes RG. En Q5 la demanda es mayor y se requiere además de organizar información en diferentes RG realizar pasajes entre diferentes registros semióticos (por ejemplo: de gráfico a texto argumentativo, de ilustración a esquema), analizar diferentes RG y comparar información contenida en ellas.

En las *orientaciones generales para la evaluación*, en FQ3 no se sugiere evaluar con RG, y en Q5 se sugiere evaluar el análisis de gráficos.

En suma, en FQ3 se plantea un abordaje más elemental de las RG trabajando fuertemente la construcción y procesamiento de las mismas en los niveles explícito e implícito. En Q5, se priorizan los gráficos, como tipo particular de RG y su procesamiento a un nivel conceptual, incluso en la evaluación.

Los Contenidos vinculados a la pandemia

En la Tabla 2, se presentan los contenidos de los espacios curriculares (EC) FQ3 y Q5, que pueden ser abordados desde aspectos que se vinculan con la pandemia.

Tabla 2. Contenidos curriculares y aspectos de interés vinculados a la pandemia.

EC	Contenido	Aspecto vinculado a la pandemia
FQ3	Termometría	Fiebre
FQ3	Equilibrio Térmico	Conservación de muestras
FQ3	Concepto de soluto y solvente. Solución diluida, concentrada, saturada	Preparación de alcohol 70% v/v o de lavandina
Q5	Formas de expresión de la concentración (% m/m, % m/V, % V/V, ppm, M)	
Q5	Química orgánica. Propiedades de las sustancias orgánicas	Lavado de manos con jabón
Q5	Reacciones Químicas. Escritura de ecuaciones	Reacción de PCR
Q5	Cinética Química Catalizadores biológicos: las enzimas	
Q5	Los compuestos del carbono Isomería. Quiralidad en la naturaleza Compuestos de importancia biológica	Diseño de fármacos
Q5	Compuestos de importancia biológica	Estructura viral

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Este trabajo ofrece una visión general sobre las recomendaciones ministeriales para el trabajo *de* y *con* RG en las clases de Química.

En cuanto al trabajo con RG, se identificó un interés en la construcción y un incremento en la demanda cognitiva de las tareas de procesamiento planteadas conforme se avanza en la instrucción. Esto se pone en evidencia en el paso de un procesamiento explícito e implícito de la información gráfica propuesto para FQ3, hacia un procesamiento de la información a nivel conceptual que prepondera en los lineamientos de Q5.

Estos aspectos, en diálogo con los contenidos que fueron identificados para ambas asignaturas y plausibles de ser abordados a partir de problemáticas que emergen de la pandemia, permiten pensar propuestas de enseñanza tendientes a aumentar las posibilidades de aprendizaje de los estudiantes. De esta manera, es posible contribuir a su alfabetización gráfica y, por lo tanto, al desarrollo de habilidades de análisis crítico de recursos visuales que abundan en la comunicación pública sobre la pandemia.

A partir de los resultados pueden plantearse actividades de enseñanza *de* y *con* RG contextualizadas en la situación sanitaria actual. A modo de ejemplo y para enriquecer esta discusión, puede considerarse el caso de la enseñanza de soluciones en FQ3. La preparación de alcohol 70% v/v o de disoluciones de agua lavandina, son prácticas que todos los ciudadanos han tenido que llevar adelante durante el aislamiento ya que su utilización fue recomendada como medida preventiva. Partiendo de una actividad experimental sencilla como la preparación de disoluciones de concentración decreciente, utilizando algún soluto coloreado disponible en los hogares, es posible realizar una curva de calibración. Puede estimarse un valor de concentración para cada solución y graficarse. Para ello deberán identificarse la variable independiente y la dependiente. Esta actividad puede repetirse y complejizarse utilizando el simulador de concentración Phet (disponible en <https://phet.colorado.edu/>), obtener datos de concentración numéricos, organizarlos en una tabla y luego, en un gráfico (*Construcción de RG*). Sobre los gráficos construidos pueden realizarse actividades de *Procesamiento de la información* como, por ejemplo: identificación de puntos, identificación de tendencias y comparación entre gráficos. Finalmente puede entregarse un gráfico teórico de concentración de solución lavandina en función de cantidad de soluto para diferentes marcas y problematizar en torno a la preparación con cada marca, el rendimiento de cada una y su relación con la economía de un hogar.

El contexto de pandemia es un problema real y complejo atravesado por un sinnúmero de variables relacionadas con cuestiones de salud pública, de investigación científica, de intereses económicos y políticos, entre otras tantas. De esta forma, se pone en evidencia la posibilidad de construir propuestas educativas potentes que promuevan la alfabetización gráfica, el trabajo interdisciplinario, que incluyan la perspectiva CTS y que contribuyan a la construcción de naturaleza del trabajo científico.

Como corolario, es importante decir que, dado que las RG están presentes en la enseñanza de todos los contenidos de Química, es importante comenzar a reconocerlas como contenidos propios de la disciplina que requieren ser enseñados como tales (Idoyaga y Lorenzo, 2019). Como se vio en este trabajo, si bien en el diseño curricular aparecen menciones al uso de RG, este uso es ambiguo y no está explicitado qué RG deben usarse para enseñar los contenidos y de qué manera deben ser incluidas dichas RG. Aparecen de manera aislada, posiblemente encapsuladas a ciertos contenidos conceptuales que tradicionalmente se enseñan con representaciones, por ejemplo, la mencionada curva de enfriamiento de la naftalina (que aparece en el diseño). Esta forma de incluir a las RG en el diseño curricular desconoce la naturaleza representacional de la Química, en la cual conceptos y representaciones guardan una relación de reciprocidad en donde ambas se interpelan y no se puede pensar una sin la otra (Lorenzo y Pozo, 2010). De esta forma, los diseños curriculares no solo deben incluir a las RG, sino también ser específicos en el tipo de representaciones que es recomendable emplear para abordar los temas y el uso que debe hacerse de éstas.

Para terminar, es menester comentar que este trabajo, entendido como un primer análisis sistémico, exige continuar la investigación documental. Algunos interrogantes que quedan planteados son: ¿Cuál es el lugar de las representaciones gráficas en la totalidad del diseño? ¿Y en otros diseños? ¿Cómo se aborda la enseñanza *de* y *con* RG en los diseños curriculares de la formación de profesores? ¿En qué medida estas recomendaciones impactan en la realidad de las aulas? ¿Qué sucede en la Universidad?

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue realizado en el marco del Proyecto UBACTY-2018: 20020170100448BA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artola, E., Mayoral, L. y Benarroch, A. (2016). Dificultades de aprendizaje de las representaciones gráficas cartesianas asociadas a biología de poblaciones en estudiantes de educación secundaria. Un estudio semiótico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 36–52. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2951>
- Diseño Curricular para la Nueva Escuela Secundaria. Formación general del Ciclo Orientado del Bachillerato. Ciudad de Buenos Aires, agosto de 2015. https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/nes-co-formacion-general_w_0.pdf
- García García, J. J. (2005). El uso y volumen de información en las representaciones gráficas cartesianas presentadas en los libros de texto de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 181–200. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/22017>

- Gómez Llombart, V. y Gaviria Catalán, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 441-455. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2934>
- Grilli, J., Laxague M. y Barboza, L. (2015). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con y a partir de la imagen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 91-108. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2904>
- Idoyaga, I. y Lorenzo, G. (2019). *Las representaciones gráficas en la enseñanza y el aprendizaje de la física en la universidad* (Tesis doctoral). Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Idoyaga, I., Moya, N. y Lorenzo, G. (2020). Los gráficos y la pandemia. Reflexiones para la educación científica en tiempos de incertidumbre. *Revista Educación en Ciencias Biológicas*, 5(1), 1-18. <https://doi.org/10.36861/RECB.5.1.1>
- Lorenzo, M. G. y Pozo, J. I. (2010). La representación gráfica de la estructura espacial de las moléculas: Eligiendo entre múltiples sistemas de notación. *Cultura y Educación*, 22(2), 231-246. <https://doi.org/10.1174/113564010791304555>
- Postigo, Y. y Pozo, J. I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 23(90), 89-110. <https://doi.org/10.1174/021037000760087982>
- Pozo, J. I. (2001) *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne*, Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. [CIAEC FFyB]. (2020, 08 de Junio). Enseñar ciencias experimentales en tiempos de pandemia. 3er Encuentro Seminarios del CIAEC. [Archivo de video]. <https://www.youtube.com/watch?v=oAfOgJ1ENck>