

LA SIMETRÍA EN LA QUÍMICA: UN ENFOQUE DIDÁCTICO A TRAVÉS DEL ARTE GRÁFICO

René Gutiérrez Pérez¹ y
Enrique González-Vergara²

No hay frontera entre arte y ciencia. Bienvenido este primer artículo de nuestra nueva sección, que recoge ejemplos del arte gráfico para una docencia mejor.

La simetría en la naturaleza constituye un aspecto en extremo relevante: subyace —implícita y explícitamente— en muchas de sus manifestaciones, “estableciendo una maravillosa y a la vez singular relación entre objetos, fenómenos y teorías que superficialmente no tienen ninguna relación” (Newman, 1956); ejemplo de ello son los casos de la teoría de grupos y la espectroscopía molecular.

Ahora bien, dada la abstracción implícita en la enseñanza de los elementos y las operaciones de simetría, el recurso de auxiliarse con imágenes y medios atractivos —a la vez que accesibles al estudiante— es un instrumento muy eficaz para facilitar el proceso de asimilación de las nociones básicas. En este sentido, nada mejor que recurrir al arte en sus diversas expresiones, como el diseño gráfico, en una de sus manifestaciones más conocidas: los logotipos. Además de propiciar una identificación cotidiana en todos los ámbitos de la vida actual (medios de comunicación, entorno, hogar, etcétera), y de permitir un aprendizaje con mayor efectividad e impacto, se tiene también el hecho inobjetable de su belleza y sencillez, lo que agrega un atractivo visual que facilita la labor docente.

En el presente trabajo se muestra cómo ilustrar las clases de simetría con ejemplos de logotipos que se encuentran en la vida cotidiana, para así inducir una disposición más receptiva y una asimilación más plena en el alumnado, además de propiciar un mayor grado de participación, ya que el estudiante se da a la tarea de encontrar nuevos ejemplos fuera del aula, aplicando de manera casi automática las nociones adquiridas en clase. Por otro lado, es importante destacar la contribución de la pareja de Istvan y Magdolna Hargittai, ya que su libro *Symmetry through the eyes of a chemist* (Hargittai, 1987) ha abierto la posibilidad de la utilización de un sin número de recursos didácticos para la enseñanza de la simetría en Química, y así encontrar enfoques atractivos e interesantes (Gallian, 1990; Hernández, 1990) o, como en nuestro caso, con aplicabilidad local con una variedad y una extensión de repertorio muchísimo más vasta. Asimismo, debe mencionarse que existe en los estudiantes cierta dificultad para

visualizar elementos de simetría en objetos tridimensionales, lo que impide la comprensión de los conceptos fundamentales de la simetría en el caso de las moléculas complejas y de los cristales. Para iniciarse en el estudio de la simetría en la química, conviene primero visualizar los elementos de simetría más sencillos en figuras planas y, después de vencer este obstáculo, pasar a figuras tridimensionales y posteriormente a moléculas y cristales (González, 1991).

LA SIMETRÍA EN EL ARTE GRÁFICO

La simetría —en tanto categoría conceptual que implica proporcionalidad, equilibrio y concordancia por la cual diversas partes se integran y adquieren coherencia y armonía en un todo— ha fascinado al género humano desde los albores de la civilización. Por ello el hombre ha tratado de captar, expresar y crear el orden y la belleza a través de manifestaciones artísticas de todo género y, en este sentido, destacan los medios que emplean imágenes plasmadas, como los símbolos, la pintura, etcétera, y, por supuesto, la escritura.

Así, un medio que se ha empleado en casi todas las culturas es el de los pictogramas o imágenes gráficas que sintetizan en unos cuantos trazos la información que se desea transmitir. Ejemplos muy ilustrativos de tales expresiones se tienen en las culturas prehispánicas (Hernández, 1990), así como en el diseño gráfico contemporáneo, en el cual destacan por su carácter de identificación conceptual los logotipos.

El diseño gráfico en México tiene una historia relativamente corta, a pesar de su vasta presencia en nuestro entorno. Se considera que tuvo su despegue a raíz de los Juegos Olímpicos de 1968 (figura 1), ya que se generó todo un programa de identidad corporativa con una amplia riqueza de expresión que posibilitó un gran apoyo y demanda comercial.



Figura 1. Logotipo de los XIX Juegos Olímpicos, México 68.

(1) Unidad de Investigación en Síntesis Orgánica, Escuela de Ciencias Químicas, UAP.

(2) Maestría en Química-ICUAP, Apdo. Postal 1613, Puebla 72000, México.

Recibido: 3 de septiembre de 1992

Aceptado: 16 de octubre de 1992

Después de los Juegos Olímpicos se presentó toda una proliferación de iniciativas de identificación en entidades de todo tipo: del sector económico, industrial, comercial, etcétera. Los símbolos y logotipos son una parte importante en el mundo de hoy por la función que tienen: comunicar conceptos, expresar una función y contenido valiéndose de la síntesis, de las posibilidades en forma, en balance, en belleza, en simetría, que se puedan hallar a través de la creatividad artística (Iturbe, 1985); y es debido a la presencia de estos motivos en el entorno cotidiano de los estudiantes que resultan un blanco importante para la ejemplificación de elementos de simetría que, de otra manera, resultan conceptos un tanto abstractos, como se mencionó anteriormente.

EMPLEO DE LOGOTIPOS EN LA ENSEÑANZA DE NOCIONES DE SIMETRÍA EN LAS CLASES DE QUÍMICA

Los elementos de simetría son entidades geométricas, como puntos, líneas (ejes) o planos, mientras que las operaciones de simetría, son movimientos reales o ficticios tales como rotaciones, reflexiones e inversiones. Considere la figura 2 en la cual la palabra simetría se encuentra escrita cuatro veces de una manera muy especial (tomado de la portada del libro *Symmetry: A stereoscopic guide for chemists*, Bernal, 1971). Observe también que una rotación de 180° sobre un eje perpendicular al plano del papel reproduce la figura original. También podemos imaginar a la palabra simetría reflejándose en un estanque (plano representado por una línea horizontal), o en un espejo (plano representado por una línea vertical) y, aún más, invirtiéndose en el punto en que ambos planos se tocan (es decir, encontrando un punto a cualquier distancia del llamado centro de inversión a la misma distancia y en la dirección opuesta). Si se desea experimentar un poco, utilice un pequeño espejo y convéncese de lo que significa una reflexión. Convéncese también que no es un movimiento que podamos realizar con nuestras manos y que la operación del estanque más vale que la realicemos en nuestra mente, de otra manera corremos el riesgo de terminar mojados. El ejemplo anterior pone de manifiesto dos tipos de operaciones: las **propias** (aquellas que podemos realizar) y las **impropias** (aquellas que tenemos que imaginar). Así pues, las rotaciones pueden considerarse operaciones propias, y las reflexiones e inversiones, son impropias.

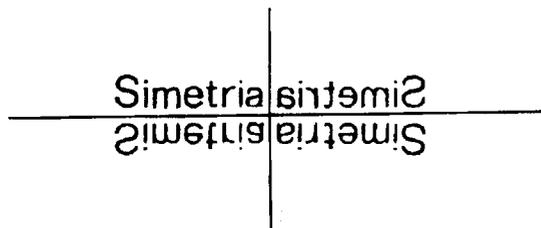


Figura 2. La palabra simetría como ejemplo de la presencia de centro de inversión y planos de reflexión.

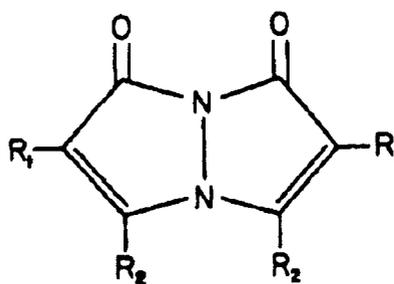


Figura 3. Analogía de las moléculas llamadas "bimanos" y nuestras propias manos, como ejemplos de Simetría Bilateral.

Con el fin de avanzar en el uso de los conceptos de simetría, consideremos ahora la Figura 3. El elemento de simetría implicado es un plano que bisecta a la molécula de tipo "bimano" y que de la misma manera pasaría por enmedio de las dos manos. El tipo de simetría donde esto se presenta se llama **simetría bilateral**, ya que el plano corta a la figura en dos mitades relacionadas por la operación reflexión (Weyl, 1991). La figura 4, muestra algunos logotipos muy representativos de este tipo de simetría.

Otro tipo de simetría muy encontrado es la **simetría rotacional**, caracterizada por la existencia de líneas llamadas ejes de rotación, las cuales se representan por la letra C subíndice n (C_n), en donde n se denomina el orden del eje de rotación (Weyl, 1991). Un eje de rotación de orden n es aquel que pasa a través de un objeto, de tal manera que la rotación alrededor de ese eje en un cierto ángulo (θ) resulta en una posición u orientación que es indistinguible de la original ($n = 360^\circ/\theta$). En la figura 5 se presentan logotipos que ilustran ejes de diferentes órdenes (el eje C_n se encuentra perpendicular al plano de la hoja, por lo que no se señala).



a



b



c



d

Figura 4. Logotipos que ejemplifican simetría bilateral.

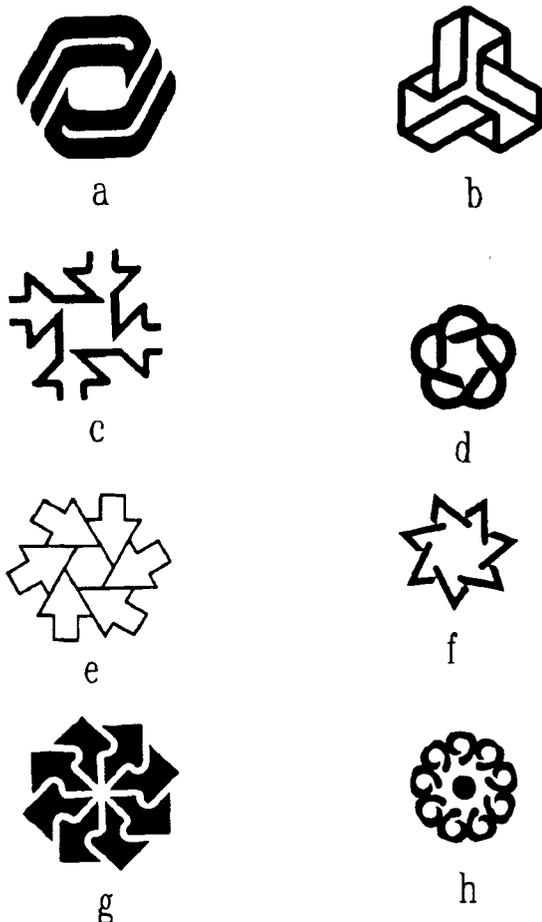


Figura 5. Logotipos ejemplificando simetría rotacional. Ejes de orden 2 al 9.

Ejemplos de logotipos en donde la simetría bilateral y la simetría rotacional se encuentran combinadas se presentan en la figura 6. La riqueza de planos y ejes de diferentes órdenes en estas figuras pueden ser fácilmente extrapoladas a moléculas planas tales como el benceno y el ion ciclopentadienilo, como se muestra en la figura 7.

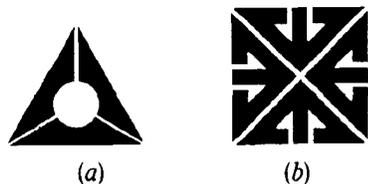


Figura 6. Logotipos como ejemplo de simetría combinada.

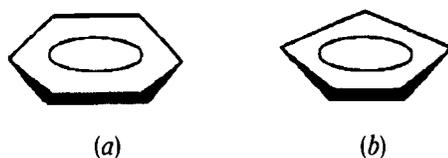


Figura 7. Molécula de benceno e ion ciclopentadienilo.

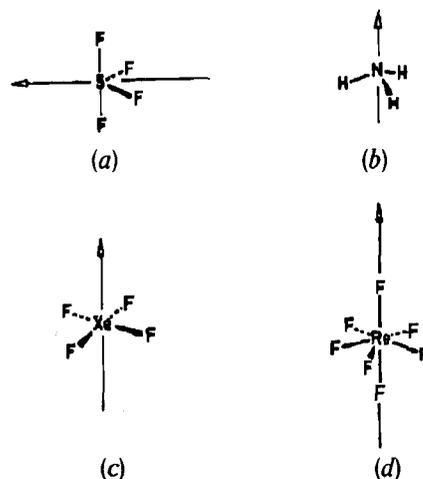


Figura 8. Moléculas que muestran ejes de simetría de orden 2, 3, 4 y 5.

La figura 8 muestra moléculas sencillas en las que el llamado eje de mayor orden es presentado utilizando flechas. El eje de mayor orden es aquél de mayor valor de n (menor valor de θ). Por ejemplo, en el caso de la molécula de bis(η^6 -benceno)cromo el eje de mayor orden es el C_6 mostrado en la figura 9.

El logotipo de la figura 10 puede ser analizado si se construye un objeto tridimensional a partir del esquema de la figura 11. La presencia de ejes C_4 y C_2 y dos planos que contienen a estos ejes, permiten el paso de las figuras bidimensionales a las tridimensionales como una simple extrapolación extraordinariamente útil para el análisis de la simetría molecular.

Como se ve, la belleza de los diseños ejerce una peculiar atracción y causa un impacto visual que ayuda enormemente en la labor docente. En conclusión, se puede considerar que el presente trabajo puede ayudar a explicar nociones elementales sobre la simetría en las clases de química, aportando un enfoque didáctico atractivo a la vez que permite proporcionar conoci-



Figura 9. Molécula de bis(η^6 -benceno) cromo, mostrando el eje de mayor orden (C_6).

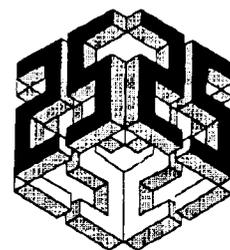


Figura 10. Logotipo dando la idea de tres dimensiones.

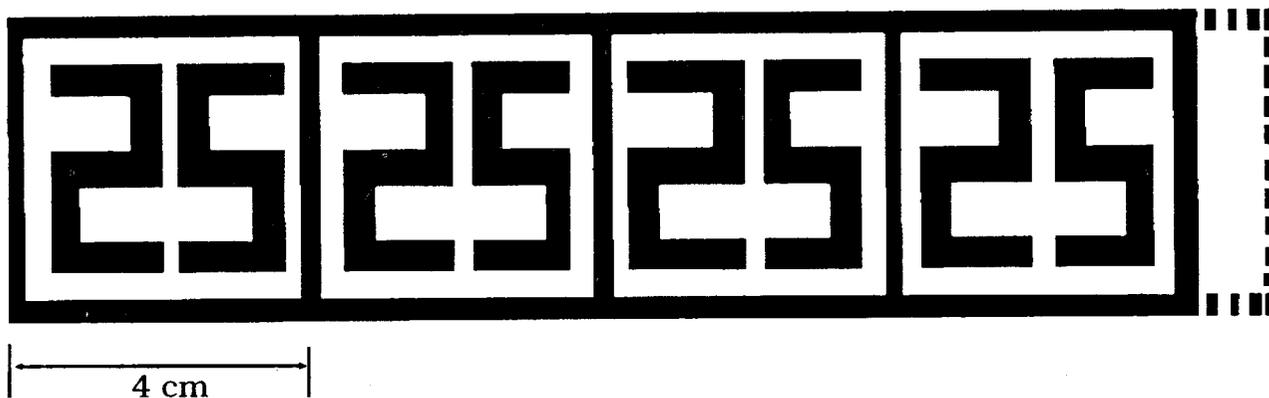


Figura 11. Modelo para la construcción tridimensional del logotipo de la figura 10.

mientos adicionales acerca de otros temas como el arte, la sociología, etcétera, lo que puede contribuir a que en nuestras instituciones se formen universitarios con una preparación un tanto más amplia.

Algunos otros enfoques para la enseñanza de la simetría en química, avanzando a conceptos más complejos, pueden ser abordados a través de motivos prehispánicos (Hernández, 1990) y, deliciosamente, mediante galletas.

FIRMAS Y DISEÑADORES

Figura 1

Firma: Lance Wyman
Diseñador: Lance Wyman
Juegos de la XIX Olimpiada

Figura 4a

Firma: Despacho Ramírez Vázquez-Mijares
Diseñador: Pedro Ramírez Vázquez
Televisa, S.A.

Figura 4b

Firma: Re/Diseño, S.A.
Diseñador: Fernando Rión/Emilio Bretón
Instituto Nacional de Bellas Artes/ Cincuentenario

Figura 4c

Firma: Diseño Gráfico Héctor Feria
Diseñador: Héctor Feria Velasco
Subsecretaría de Radio Difusión/scr

Figura 4d

Diseñador: Luis Almeida
Festival Internacional Cervantino

Figura 5a

Firma: Design Associates, S.A.
Diseñador: Alejandro Familiar/Jorge de la Reguera
Instituto Mexicano de Televisión

Figura 5b

Firma: Despacho Diseñadores Asociados
Diseñador: Pedro Ramírez Vázquez/Octavio López Márquez
Grupo Financiero del Atlántico

Figura 5c

Firma: Irundi Imagen
Diseñador: José Antonio Amuchastegui
4º Congreso Internal. de Desarrollo Organizacional

Figura 5d

Firma: Design Center Asesgres, S.C./Zimat
Fondo Nacional de Fomento al Turismo

Figura 5e

Diseñador: Carlos Gatell
Sinco Información

Figura 5f

Firma: Grupo de Diseño, S.C.
Diseñador: Jorge Fernández de la Reguera
Iglesia Bautista "Estrella de Belén"

Figura 5g

Firma: Lance Wyman
Diseñador: Lance Wyman
Instituto Mexicano de Comercio Exterior

Figura 5h

Firma: Síntesis Interacción Diseño, S.A.
Diseñador: Jorge A. Guzmán Bonfil
Mexican Association of Teachers of English to
Speakers of other Languages, IX Congress,
Acapulco.

Figura 6a

Firma: Taller de Arquitectura y Diseño Trindustrial, S.A.
Diseñador: María Zárate Durán

Figura 6b

Diseñador: Mauro Machuca
Estructuras y Productos Metálicos

Figura 10

Firma: SPIDC/Servs. Profs. Integrados, Diseño y
Comunicaciones
Diseñador: Héctor Ayala Falcón
XXV Aniversario CPM/Lab. de Diseño/CPM

BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, I., Hamilton W.C., Ricci, J.S., *Symmetry: A stereoscopic guide for chemists*, W.H. Freeman and Co., 1972.
- Gallian, J.A., Finite plane symmetry groups, *J. Chem. Ed.* **67**, 549 1990.
- González V., E. y Gutierrez P., R., *La simetría en la química: Un enfoque didáctico a través del arte*, Cartel No.38. XI Congreso Nacional de Educación Química, Ixtapa, Zihuatanejo. Noviembre de 1991.
- Hargittai, I. y Hargittai, M., *Symmetry trough the eyes of a chemist*, VCH Publishers, New York, 1987.
- Hernández A., G. y González V., E., *Enseñando simetría con motivos prehispánicos*, X Congreso Nacional de de Educación Química, Monterrey, N.L. 1990.
- Jaffé, H.H. y Orchin, M., *Symmetry in chemistry*, Robert E. Kueger Publishing Co., New York, 1977, p. 8
- Iturbe Roberto y Téllez Eduardo, *Marcas, símbolos y logos en México*, Suari, Vols. 1 y 2, México, 1985.
- Newman J.R., *The world of mathematics*, Simon and Schuster, New York, 1956, Vol. 1, p. 670.
- Weyl, H., *Simetría*, traductor Lorenzo Abellanas Rapun, Mc Graw Hill 1991, del original de 1951.