

En esta reacción se obtienen los isómeros *orto* y *para* del clorotolueno, y si los consideramos por separado no podemos obtener un único ajuste, ya que el número de coeficientes sería superior en dos unidades al de ecuaciones posibles, lo cual es diagnóstico de la presencia de reacciones múltiples. La ecuación queda ajustada tal y como está escrita, y para conocer la proporción de isómeros en la reacción se debe recurrir necesariamente al análisis químico. La Ley de conservación de la masa no puede proporcionarnos este dato.

Con estos ejemplos espero que haya quedado claro el potencial didáctico y práctico de este método. No quiero pasar por alto que para ecuaciones extremadamente complejas en su ajuste (Harjadi 1986; Swinehart 1985), existen métodos matriciales puramente matemáticos, fácilmente aplicables a ordenadores (Blakley 1982, Garrigós 1984), que pueden ser útiles también para el desarrollo de otras capacidades en nuestros alumnos. No obstante, creo que debemos evitar la tentación de presentar esta clase de ejercicios complicados, siempre y cuando lo que deseemos sea ilustrar y reforzar los conceptos de los estudiantes sobre las leyes naturales que rigen la

estequiometría de las reacciones químicas.

Referencias bibliográficas

- Allsop, R.T. y George, N.H., 1982. Redox in Nuffield advanced chemistry, *Education in Chemistry*, 19, pp. 57-59.
- Blakley, G.R., 1982. Chemical Equation Balancing, *Journal of Chemical Education*, 59, pp. 728-734.
- Boikess, R.S y Sorum, C.H., 1987. *Cómo resolver problemas de química general* (Paraninfo S.A.: Madrid), 6ª ed., pp. 311-345.
- García, A., 1987. A New Method to Balance Chemical Equations, *Journal of Chemical Education*, 64, pp. 247-248.
- Garrigós, L., 1984. Sobre el ajuste de ecuaciones químicas, *Enseñanza de las Ciencias*, 2, pp. 79-80.
- Harjadi, W., 1986. A Simpler Method of Chemical Reaction Balancing, *Journal of Chemical Education*, 63, 978-979.

Holum, J.R., 1986. *Fundamentals of General, Organic and Biological Chemistry* (John Wiley & Sons Inc.: New York), 3ª ed. pp. 301-302.

Kolb, D., 1981. Balancing Complex Redox Equations by Inspection, *Journal of Chemical Education*, 58, pp. 642-645.

Ling, J., 1979. *Easy Chem*, Vol. 1, (Goodman Pub.: Hong Kong), pp. 105-112.

Merino, J.M. y De Diego, A.M., 1984. Ajuste de ecuaciones redox por inspección, *Enseñanza de las Ciencias*, 2, pp. 72-75.

Nyman, C.J. y King, G.B., 1984. *Problemas de química general y análisis cualitativo* (AC ed.: Madrid), pp. 27-36.

Porter, S.K., 1985. How Should Equation Balancing be Taught?, *Journal of Chemical Education*, 62, pp. 507-508.

Swinehart, D.F., 1985. More on Chemical Reaction Balancing, *Journal of Chemical Education*, 62, p. 55.

GRUPOS DE TRABAJO

SEMINARIO PERMANENTE DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

Margarita González Ortiz
Apartado de Correos 1038 Huelva
Teléfono (955) 226469

El grupo se constituyó en el curso 1984-85 y continúa en la actualidad, siendo aprobado todos los cursos como Seminario Permanente por la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía.

Está formado por profesores de Ciencias de EGB y de Física y Química y Ciencias de EEMM.

El grupo ha realizado guías para parte del currículo de ciencias. Se ha basado en técnicas y conclusiones del trabajo realizado por el grupo Rutherford, tanto didácticas como de investigación psicopedagógica. Ha coordinado cursos y encuentros en los CEPs de Huelva. Ha presentado una comunicación de investigación-acción en el II Congreso Internacional de Investigación en la didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas, titulada: "El profesor, motivador de aprendizajes".

En la actualidad los objetivos de nuestro plan de trabajo son:

Elaborar un currículo de ciencias para el ciclo 12-16 años y depositarlo en el CEP de Huelva.

Aplicar las técnicas de la investigación-acción.

Adecuarse a los objetivos de la Reforma.

Analizar el desarrollo cognitivo y el pensamiento concreto/formal de los alumnos de este ciclo.

Extender entre el profesorado todo aquello que motive o ayude a elaborar e investigar sobre sus propios currículos para el aula.

EXPERIENCIAS DE AULA

POTENCIALIDADES DE UN TEST SOCIOMÉTRICO DE MORENO MODIFICADO PARA ENSEÑANZA GRUPAL EN EL LABORATORIO DE FÍSICA

José Ignacio Castro

Ascensión Macías

Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan, República Argentina.

Mejorar la calidad de la educación por vía de la dinámica grupal (DG) en el Laboratorio de Física exige conocer detalladamente la "estructura social" de la población escolar y su evolución temporal.

Hay abundantes problemas derivados del uso de la DG que no están totalmente dilucidados, como: constituir grupos de trabajo óptimos, número de integrantes por grupo, relación entre el grupo "óptimo" y el grupo "espontáneo", etc.

El propósito original fue analizar estos problemas aplicando el test sociométrico de Moreno (TSM), como instrumento de análisis de la estructura social de la clase.

El TSM en su versión más simple consiste en preguntar a cada alumno el nombre del compañero que desearía para formar un grupo de trabajo. Con mayor complejidad, se solicita más de un nombre, con o sin orden de preferencia. El análisis clásico de los datos del TSM se realiza mediante un grafo dirigido sobre coordenadas polares, el que tiene asociado una matriz binaria, que sólo puede usarse cuando la respuesta es por elección y no por rechazo.

En el presente trabajo se aplicó el TSM a un grupo "grande" (desde el punto de vista educativo). El Test incluyó preguntas por dos elecciones positivas y dos negativas (rechazos), para formar un grupo de trabajo y para un grupo "social". Al analizar los datos se observaron algunas dificultades serias:

- existencia de dos grafos (elecciones de "trabajo" y otro "social") difícil de analizar, y
- los rechazos impiden construir la matriz binaria.

Se hizo necesario introducir modificaciones a los procedimientos "clásicos" y

para esto se construyó una matriz con tres colores (blanco, gris y negro) en correspondencia con las aceptaciones, las no respuestas y los rechazos. Se diagonalizó esta matriz y se observó en forma fácilmente identificable los grupos "naturales" y con sorpresa los rechazos se agruparon en regiones bien definidas.

Esto indujo a modificar el TSM y esta nueva experiencia se caracterizó por:

- no se elige o rechaza unos pocos nombres, sino que cada alumno da su opinión de todos sus compañeros, y
- se califica en una escala continua desde Muy Bueno a Muy Malo.

El TSM modificado no puede ser tratado por medio de grafos, sino que se hace construyendo una matriz con siete colores (blanco, en la diagonal; amarillo, respuesta MB; anaranjado, B; rojo, R; azul, Malo; negro, MM y verde, sin respuesta). El resultado es una distribución azarosa. Al proceder a diagonalizar la matriz se observa:

- "aglutina" los colores amarillos en una banda a ambos lados de la diagonal blanca.
- "aglutina" los restantes colores que se agrupan en regiones de diversos tamaños y formas, con continuidad de un único color.

Esta matriz ("matriz espectral") es una aproximación al ordenamiento óptico de filas y columnas, permite identificar grupos y en algunos casos establecer los límites de éstos. La topología de las regiones caracterizan el "estado" sociológico de la clase, indicando los grupos naturales y todas sus posibles interrelaciones.

La potencialidad del TSM es mayor de lo que se creía hasta la actualidad y puede extenderse su uso a macrogrupos y megalogrupos con el uso de ordenadores.

LA UTILIDAD DE LAS ANALOGÍAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN BASE A UNA POSIBLE CLASIFICACIÓN

Edgardo Ruben Donati y Julio José Andrade Gamboa.

Departamento de Química. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Cuando el ser humano recibe una serie de estímulos, la mente los asimila en su propia estructura de conocimientos previos, y luego experimenta un cambio adquiriendo dicha estructura una nueva configuración. De ese modo, la nueva información es organizada a través de algún esquema previo, lo cual permite a posteriori el uso racional y aplicado del concepto incorporado (de Bono 1987).

En el caso particular de la enseñanza de las ciencias experimentales, la mayoría de los conceptos son netamente abstractos, de modo que si no existe previamente en el alumno un esquema previo fácilmente reconocible por él -lo cual sucede frecuentemente-, la incorporación del nuevo concepto es dificultosa, conduciendo a la mera memorización y no a una esperable comprensión y aplicación del concepto.

Un recurso adicional al que puede apelar el docente, con el fin de proporcionar el esquema apropiado para captar el nuevo concepto, es el uso de las analogías. Las analogías permiten básicamente explicar hechos de difícil visualización por comparación con hechos más fácilmente visualizables.

La analogía o hecho análogo (h.a.) proporciona elementos y/o procesos comunes al hecho real (h.r.) que conforman la necesaria intersección entre ambos. El caso ideal de intersección máxima nos lleva obviamente al caso trivial desde el punto de vista de la enseñanza, que es el propio hecho a explicar.

Por el contrario cuanto más abstracto es el h.r., las analogías que podemos usar presentan intersecciones pequeñas con el h.r., y es en estas situaciones donde mayor debe ser el esfuerzo del receptor por reconocer la semejanza de los esquemas lógicos comunes y es también mayor el riesgo de que la analogía provoque desconcepciones.

La eficacia de las analogías en conseguir una asimilación adecuada depende fundamentalmente de tres cuestiones:

- a) de las características de los conceptos a transmitir

b) de las características de las analogías utilizadas

c) de las etapas cognoscitivas en la que se encuentre el propio receptor (Herron, J. 1975, Herron, J. 1978, Kavanaugh, R. y Moomaw, W. R. 1981).

Respecto de la primera de estas cuestiones, como mencionamos anteriormente, cuanto más abstracto sea el concepto, mayores serán las dificultades. Además no todos los conceptos admitirán al menos una analogía adecuada.

Respecto de la segunda cuestión, es decir de las características de las analogías, es evidente que cada h.r.-h.a. plantea un caso particular, sin embargo es posible intentar una clasificación basándose en la relación existente entre h.a. y h.r.

Por último los receptores recibirán las analogías y les serán exitosas en la comprensión de conceptos, según atraviesen en mayor o menor medida la etapa concreta o la formal en el aprendizaje.

Clasificación de las analogías. Ejemplos:

1) Analogías de primer orden: en ellas existe una correlación muy estrecha entre las magnitudes del h.r. y del h.a.; esto permite un análisis semicuantitativo equivalente, e incluso en algunos casos cuantitativo. En cada uno de los ejemplos citados incluimos una lista de las magnitudes que se relacionan entre el h.r. y h.a.:

2) Analogías de segundo orden: en este grupo se encuentran aquellas analogías que surgen de interpretar un hecho cotidiano a través de las pautas del hecho que se pretende explicar. Es conveniente aquí hacer una subclasificación:

a) Aquéllas donde el h.a. es macroscópico y el h.r. es microscópico.

El caso clásico en los cursos de Química aparece en el discusión del tema estequiometría. Con el fin de visualizar

conceptualmente el significado de la ecuación, de los coeficientes estequiométricos, de exceso y defecto, etc., es frecuente compararlo con ejemplos más o menos logrados según la imaginación del docente (parejas de baile, pares tuerca-tornillo, etc). En particular un ejemplo que nos es grato es la "reacción" de construcción de bancos de madera representativa de una estequiometría 1-4-1. En este caso se plantea implícitamente la siguiente correlación:

Ecuación química
molécula del reactivo 1
molécula del reactivo 2
molécula del producto
tendencia a combinarse

Construcción de bancos
pata de madera
tabla de madera
banco de 4 patas
clavos

Otros ejemplos dentro de este grupo son:

Choque entre moléculas de reactivos
energía de activación
reordenamiento de átomos

Choques entre autos
energía cinética
reordenamiento de partes del auto

Resonancia
híbrido en resonancia
estructura contribuyente 1
estructura contribuyente 2

Animal híbrido
rinoceronte
dragón
unicornio

HECHOS REALES

Circuito eléctrico
Corriente
Resistencia eléctrica
Potencial eléctrico

Enlace químico
Energía potencial electrostática
Distancia interatómica

Estado del complejo activado
Energía potencial electrostática
Coordenada de reacción

Núcleo atómico
Desintegración
Fuerza entre nucleones

Átomo de Bohr
Fuerza electrostática
Núcleo atómico
Electrones

Mezcla de soluciones
de distinta concentración
Volumen de solución
Concentración

HECHOS ANÁLOGOS

Circuito hidráulico
Flujo
Resistencia mecánica
Presión

Resorte
Energía potencial elástica
Estiramiento del resorte

Montaña rusa
Energía potencial gravitatoria
Coordenada espacial

Gota líquida
Evaporación
Fuerza entre moléculas

Sistema planetario
Fuerza gravitatoria
Sol
Planetas

Mezcla de agua
a diferentes temperaturas
Volumen de agua
Temperatura

b) Aquéllas donde el hecho análogo se toma de una situación cotidiana con parámetros no cotidianos.

Este tipo de analogías se da generalmente en aquellos temas con características muy abstractas, como pueden ser mecánica cuántica y relatividad. En este sentido Gamow (1985) ha hecho un excelente libro repleto de este tipo de analogías además de una buena dosis de sentido del humor y espíritu aventurero. Rescatamos entre ellas:

La difracción de balas de revólver (haciendo "crecer" el valor de la constante de Planck) para ejemplificar la dualidad onda-partícula.

La ciudad relativista (haciendo valer la velocidad de la luz tan sólo algunos km/h) a modo de ejemplificar los extraños fenómenos que ocurren a velocidades cercanas a la de la luz.

En realidad también usamos analogías que se encuadran dentro de este grupo cuando pretendemos mostrar cuán pequeños o grandes son algunos números mediante el crecimiento (o disminución) exagerado del tamaño o del número de ciertos objetos. Por ejemplo: cuando imaginamos el núcleo atómico del tamaño de la tierra con el objetivo de visualizar lo vacío de un átomo, o cuando

calculamos el lugar que ocuparían un mol de bolitas de 1 cm de diámetro a los efectos de comprender la magnitud del número de Avogadro.

3) Analogías de tercer orden: en este caso se aprovecha una correlación entre las características de un sistema y las propiedades macroscópicas que ellas generan (aun cuando algún sistema equivalente no tenga la misma propiedad macroscópica).

Un ejemplo normalmente usado es la asociación de la intensidad del color de una solución con la concentración de la misma.

En este grupo en realidad la analogía es simplemente la deducción de una propiedad del fenómeno estudiado, que en general permite que el alumno tenga un control intuitivo sobre los cálculos que realiza.

Discusión y conclusiones:

El uso de las analogías de primer orden presenta como ventaja la de mantenerse dentro del terreno científico, con modelos que responden al mismo esquema lógico de magnitudes, cálculos y resultados que el h.r. Es importante notar que el h.a. presenta fundamentalmente una estructura común, pero esto no implica cubrir todos los aspectos o connotaciones del h.r. Por tal motivo la extrapolación de conclusiones obtenidas en el h.a. aplicada al h.r. puede generar desconceptos; por ejemplo en la analogía planetaria del átomo de Bohr, las fuerzas involucradas tienen una equivalencia matemática pero las magnitudes relativas a cada sistema son muy diferentes: las fuerzas electrostáticas permiten que en las reacciones químicas se produzca reordenamiento de átomos sin perturbación de electrones internos y del núcleo, sin embargo algo equivalente a nivel planetario provocaría una hecatombe

astronómica. Por otro lado ciertas propiedades derivadas del comportamiento del h.r. pueden no resultar del razonamiento en base a las características del h.a.: las propiedades de un flujo de agua no permiten predecir la generación de un campo magnético en un circuito eléctrico.

Al utilizar las analogías de segundo orden—subgrupo a—, si bien el esquema del h.a. no se encuadra dentro del terreno científico, se aprovecha la cotidianidad de un razonamiento similar al que requiere el h.r.; así por ejemplo el estudiante aplica intuitivamente los conceptos de exceso y defecto (que normalmente le resultan complicados en los problemas estequiométricos) cuando obtiene sin problemas el número máximo de parejas de baile que se pueden formar en una fiesta.

Las analogías de tercer orden son estrictamente deducciones, por ende además de ser una aplicación pedagógica debería, fundamentalmente, constituir una actividad constante del estudiante, estimulada y dirigida por el docente. Dado que en este caso hay una gran intersección entre h.r. y h.a., su efectividad es óptima.

Por último las analogías de primer orden permiten que si el receptor comprende el h.a., y se encuentra en la etapa concreta, pueda resolver problemas del h.r.; sin embargo para que realmente comprenda el esquema lógico común el receptor necesariamente debe encontrarse en la etapa formal. Las analogías de segundo orden—subgrupo a—en general necesitan que el alumno se encuentre en la etapa formal; si en cambio el alumno se encuentra en la etapa concreta no es obvia la extrapolación, aunque probablemente minimice la tendencia a incorporar conceptos científicos como absolutamente desconectados de la realidad. Para las del segundo subgrupo es necesario que el alumno se encuentre en la etapa formal

pero que además comprenda básicamente el h.a., de modo que el uso de este tipo de analogías ameniza más que ayuda en la comprensión de conceptos.

Probablemente sean las analogías de tercer orden las únicas que ayudan en la superación de etapas de aprendizaje ya que partiendo de deducciones concretas puede visualizarse el modelo que lo sustenta.

Finalmente destacamos que, si bien las analogías han servido para la evolución de gran número de conceptos en ciencia y se usan frecuentemente en la enseñanza y divulgación de los mismos, nuestra intención de encontrar modos alternativos de enseñanza nos ha llevado a analizar con algún detalle los tipos de analogías, de lo que surge la clasificación anterior que, sin ser quizás la única posible, nos indica algunos lineamientos generales acerca de su uso adecuado en la enseñanza.

Referencias:

- Bono, E., 1987. *Aprender a pensar*. (Plaza y Janés: Barcelona).
- Gamow, G., 1985. *El breviario del Señor Tompkins*. (Fondo de Cultura Económica: México).
- Herron, J.D., 1975. Piaget for chemists. Explaining what "good" students cannot understand, *Journal of Chemical Education*, 52, pp. 146.
- Herron, J.D., 1978. Piaget in the classroom, *Journal of Chemical Education*, 55, pp. 165.
- Kavanaugh, R.D. y Moomaw, W.R., 1981. Inducing formal thought in the introductory chemistry students, *Journal of Chemical Education*, 58, pp. 639.

LÍNEAS DE TRABAJO

LA IMPORTANCIA DEL CONCEPTO DE DIVISIÓN Y MULTIPLICACIÓN Y EL NOCIVO HÁBITO DE HACER REGLAS DE TRES

Encarnación Castillo Cabello

Agregada de Física y Química del I.B. Majadahonda II (Madrid)

Todos los años, de mis largos 20 cursos de experiencia docente, me he encontrado con la resistencia de mis alumnos a suprimir en los cálculos las reglas de tres. Con lo fácil que es para ellos emplearlas y lo difícil que es "ver" la división y el producto que las sustituyen.

He de decir que no me extraña su oposición puesto que muchos profesores,

por no decir la inmensa mayoría, la practican. Se las han enseñado en la Básica, en el Bachillerato casi siempre las han empleado y hasta puede que, en la clase anterior de matemáticas, el profesor se las acabe de hacer.

A mi juicio, si nos parásemos a pensar sobre las consecuencias que su uso conlleva, debería estar proscrita por noso-