



ANALOGIES GRÀFIQUES DELS ESTATS D'AGREGACIÓ DE LA MATÈRIA

John J. Fortman. Journal of chemical education

Traduït al CDE Ciències

PRIMERA PART: SÒLIDS, LÍQUIDS I GASOS

L'ensenyament de la ciència, en general, i el de la química, en particular, implica una gran quantitat de raonaments abstractes a fi de poder explicar principis i fenòmens en termes d'estructures i de forces atòmiques o moleculars.

Tanmateix, la majoria d'alumnes de secundària i fins i tot a l'inici dels estudis universitaris encara estant fent la transició, des del pensament concret al abstracte. L'alumne de pensament concret pensa en termes de experiència observable i directa. El de pensament abstracte pot raonar amb conceptes i possibilitats sobre coses que no poden ser observades directament, però que s'han d'admetre com una explicació a un conjunt de fenòmens observables directament.

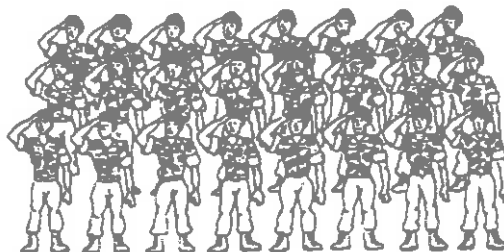
Per exemple, un alumne pot experimentar la diferència existent entre les propietats dels sòlids, dels líquids i dels gasos. Els sòlids tenen forma i volum fixa. Els líquids tenen volums definits, però són fluids i, en cada cas, prenen la forma del seu contenidor. Un gas no només pren la forma del seu contenidor sinó que fins i tot pot expandir-se o contraure's en contenidors de mides diverses. Això pot ser observat directament, i alhora après, a través de l'experimentació.

Tanmateix, l'explicació d'aquestes diferències en termes de l'estructura i moviment de les molècules individuals, requereix dels alumnes que s'imaginin quelcom que ells no poden veure.

Podem ajudar-los entendre aquests esquemes no-observables comparant-los amb quelcom observable que els sigui familiar (1).



Sòlids (unitat militar)



Poca distància entre molècules

Figura 1. Analogia de la visió molecular d'un sòlid en relació amb una unitat militar.

Líquids (festa)



Poca distància entre molècules

Figura 2. Analogia de la visió molecular d'un líquid en relació amb una festa.

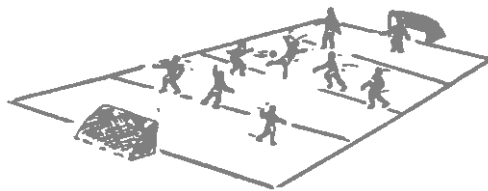
També és veritat que "una imatge val per mil paraules" i visionar-ne una farà una impressió més perdurable que, senzillament, sentir o llegir paraules. Un esquema o activitat dona als alumnes quelcom que serà recordat més fàcilment envers el qual ells poden associar el concepte a fi de recordar-lo després (1).

Es possible de fer un paral·lisme entre l'estructura submicroscòpica en estat sòlid i les files



atapeïdes d'una formació militar, en la qual cada soldat té una posició fixa i pròxima, definida per la distància que hi ha en relació amb el(s) del seu costat, com es mostra en la figura 1. Això es comparable a les posicions fixes i al espaïament regular de les unitats, com ara les molècules, en estat sòlid. L'estat líquid pot ser comparat a una festa multitudinària, tal com es mostra en la figura 2. Els individus encara estan junts, però hi ha moviment, sense ordre ni concert, i les orientacions i posicions estan canviant constantment. L'analogia o comparació és feta a molècules movent-se a l'atzar, però encara en relatiu distanciament compacte, de la mateixa manera que existeix entre molècules en l'estat líquid. Finalment, es pot fer una analogia entre les molècules en gasos, amb el seu moviment més ràpid i distàncies més grans i variables entre elles, i un grup de jugadors de futbol durant un partit, com es veu en la figura 3.

Gasos (partit de futbol)



Gran distància entre molècules

Figura 3. Analogia de la visió d'una molècula d'un gas en relació a un partit de futbol.

Com en totes les analogies, hi ha un límit, si l'alumne porta les comparacions a l'extrem o si alguna cosa es llegeix dins la similitud que no era la proposada pel professor (1). Per a les analogies de l'estat líquid i sòlid, s'hauria de posar en relleu que les partícules fonamentals de fet s'estan tocant i no tenen espai entre elles, com podria deduir-se de les il·lustracions. També hauria de ser advertit que les il·lustracions ensenyen mostres de tres substàncies diferents de tres quantitats diferents. Per exemple, una mostra de ferro sòlid; una petita mostra augmentada d'aigua; i una molt més petita mostra de clor gasós. Si l'alumne dedueix que les il·lustracions representen el mateix format de mostra (com ara gel, aigua i vapor d'aigua), aleshores el fet que hi hagi xifres diferents de gent en les tres il·lustracions podria portar-los a una conclusió incorrecta, transgredint d'aquesta manera la llei de conservació de la matèria.

Des del 1977, les analogies que els meus alumnes han trobat útils han estat convertides en dibuixos de còmics pel departament de Serveis de Comunicació de l'estat de Wright a fi d'emprar-les com a diapositives i transparències generals. (...)

SEGONA PART: Tipus de sòlids

En la part I d'aquesta sèrie d'analogies pictòriques, hem relacionat un sòlid amb una unitat militar en formació envers les distàncies regulars entre soldats que mantenen una orientació fixa. En aquest article les analogies són donades en referència als quatre tipus de sòlids sobre una base submicroscòpica. S'hauria d'advertir als alumnes que, en el model submicroscòpic veritable, els grups d'individus estan tocant realment els seus veïns més pròxims, però presentar en les il·lustracions les unitats ajuntades faria difícil l'observació de les diferències existents entre les unitats.

En els sòlids moleculars, les unitats són molècules petites amb enllaç covalent fort dintre la molècula, però amb enllaç polar feble, polar induït, o forces de pont d'hidrogen entre les molècules. Exemples són: el sucre, el sofre, el gel i el gel sec. Una analogia d'això és un arranjament constant de parelles que representen les molècules covalents, com es representa en la figura 1.

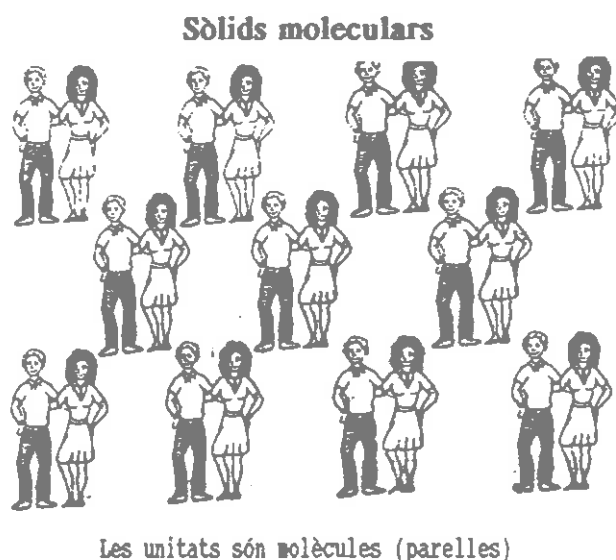


Figura 1. Analogia per un sòlid molecular.



Sòlids iònics



Les unitats són anions i cations (homes i dones)

Figura 2. Analogia per un sòlid iònic.

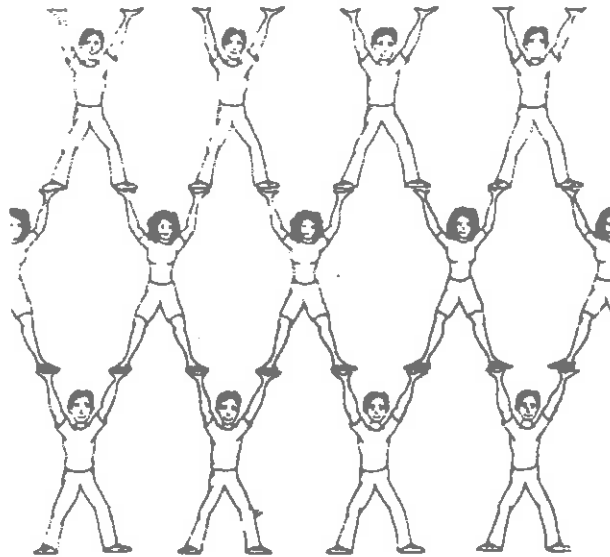
La segona classe de sòlids són els sòlids iònics amb una estructura regular alternant ions positius i ions negatius els quals tenen poderoses forces d'atracció, tot fent, aquests sòlids més durs i de punt de fusió més elevat que els sòlids moleculars. Un exemple és, el clorur de sodi. La figura 2 proporciona una analogia d'això amb un desplegament regular d'homes (anions) i de dones (cations), amb el qual, hom les pot descriure com forces de forta atracció romàntica entre elles.

El tercer tipus de sòlids són macromoleculars amb una xarxa contínua de lligams covalents, els quals fan de tota la peça sòlida una gran molècula. Exemples en són la sorra i el diamant, els quals són inclús més durs i tenen un punt de fusió més elevat que les sals. La figura 3 exemplifica una analogia d'això amb una xarxa contínua d'individus, on cadascun està unit als quatre veïns més pròxims.

La figura 4 proporciona una analogia per metalls -el quart tipus de sòlids. Representa una reixa d'homes (cations) amb abelles (electrons) tot volant enmig d'ells. Els metalls són bons conductors amb aquests electrons mòbils, i les seves propietats van des de tous fins a durs, i des de punts de fusió baixos fins a punts de fusió moderats.



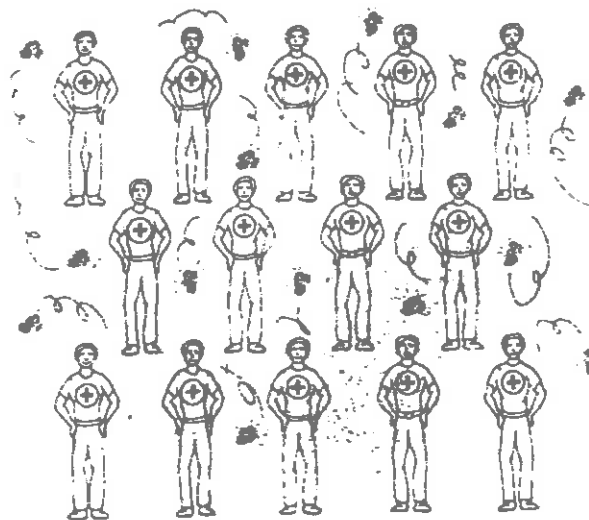
Sòlids macromoleculars



Totes les unitats estan interrelacionades entre elles

Figura 3. Analogia per un sòlid macromolecular.

Metalls (sòlids)



Les unitats són els mateixos àtoms (cations amb electrons mòbils)

Figura 4. Analogia per un metall sòlid.

applications and analogies

edited by
RON DELORENZO
Middle Georgia College
Cochran, GA 31014

Pictorial Analogies IX: Liquids and Their Properties

John J. Fortman
Wright State University
Dayton, OH 45435

In the first of this series of papers, the molecules in a liquid were compared to people at a reunion party with close contact, motion, randomly changing directions, and reasonably strong forces of attraction. This analogy can be extended to distinguish between fully molecular liquids, such as ether, and partially ionized liquids, such as water.

A molecular liquid can be related to a dance party at which everyone is dancing as couples, as pictured in Figure 1. A partially dissociated liquid can use the same picture, but with a few single men and women not dancing as couples, but separated from each other, as would be ions. This is shown in Figure 2. One referring to the reunion party analogy in part I should note that liquid molecules are now depicted as couples instead of individuals as done in that earlier paper.

A few properties of liquids also can be explained with the help of analogies. Surface tension can be explained in terms of the tendency for molecules in the liquid state to maximize the number of associations to neighboring molecules. A molecule on the surface of a liquid has fewer neigh-

Part of presentations at the 9th Biennial Conference on Chemical Education, Bozeman, MT, July 26, 1986; and the 195th National ACS Meeting and 3rd Chemical Congress of North America, Toronto, Canada, June 9, 1988.

Molecular Liquid Dance Party



All couples (molecules)

Figure 1. Analogy to a totally undissociated liquid.

Partially Ionized Liquid Dance Party



Mostly couples (molecules) but some have split up into ions (single men and women)

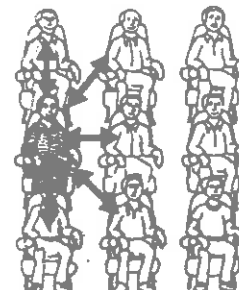
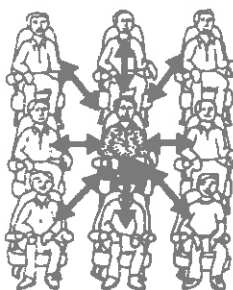
Figure 2. Analogy to a partially dissociated liquid.

ors and fewer stabilizing associations than one in the body of the liquid. Because a sphere minimizes the surface area for a given volume, liquids with molecules having strong forces of intermolecular attraction tend to bead up, exhibiting high surface tensions. The difference in the number of neighboring molecules can be related to the difference in the number of people surrounding a person in a

Surface Tension

Center Seat

Aisle Seat



- Maximum Attractions
- Greater Stability

- Less Attractions
- Less Stability

Spheres have minimum surface areas

Figure 3. Analogy to the molecular explanation of surface tension.

Vapor Pressure Equilibrium

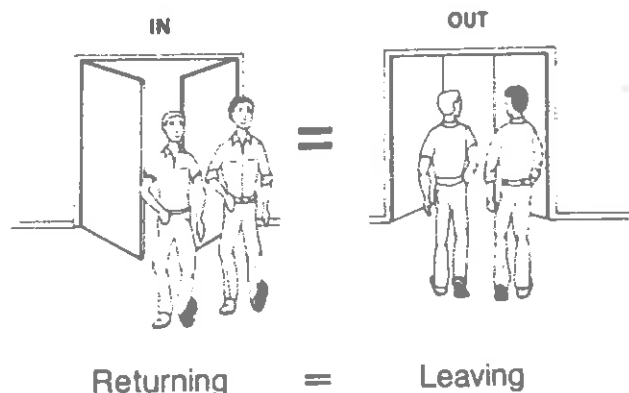


Figure 4. Analogy to the dynamic vapor pressure equilibrium

seat on an aisle versus a seat in the middle of a theater, as depicted in Figure 3.

An analogy that helps explain vapor pressure equilibrium can be made between the point when solvent molecules are leaving and returning to the surface of a liquid at equal rates and a time when students are entering and leaving a classroom at equal rates. This is shown in Figure 4. An analogy can be made to the condition where nonvolatile solute molecules reduce the leaving rate by occupying surface sites and thus decrease the vapor pressure. This situation would relate to the condition where class proctors block the exits to reduce the departure rate. Figure 5 depicts this analogy.

Vapor Pressure Decrease for Solution

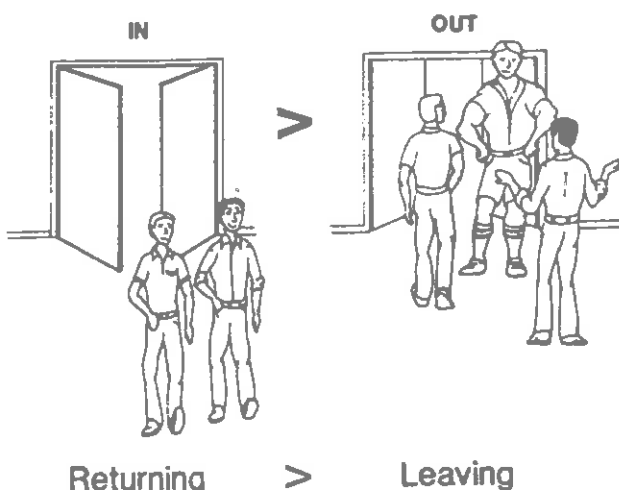


Figure 5. Analogy to vapor pressure lowering caused by solute molecules.

Larger copies of these pictorial analogies will be mailed to those requesting them from the author.

Acknowledgment

The author wishes to thank Bruce Stiver of Media Services at Wright State for drawing these figures and the chemistry department for financial support.



Chromatography Column Simulator

The Institute for Chemical Education is offering instructions for building a large chromatography column, suitable for demonstrating chromatography to large audiences or for use as a hands-on activity in such venues as workshops or exhibits. The column, shown at left, is about 5-ft tall and illustrates column chromatography by having a "solution" of small spheres flow through Ping Pong balls, which represent the stationary phase. The column is made from acrylic tubing and a 2-L soda bottle. A mixture of different-sized spheres (wooden beads, marbles, fake pearls, and BB's) represent the mobile phase. When the column is inverted and then turned upright, the various-sized spheres pass through at different rates, illustrating how a column separates substances with different affinities. The plans for the column were developed by Robert Shaner from an article by Habich, Häusermann, and Krause [*J. Chem. Educ.* 1986, 63, 715].

Instructions for making the simulator are available for \$5 (\$7 foreign), prepaid. Order No. 92-003. Write to or call the Institute for Chemical Education, 1101 University Avenue, University of Wisconsin, Madison, WI 53706; (608)263-3033; FAX (606)262-0381.