

## FÍSICA E QUÍMICA

CONCEPCIÓNS DE PROFESORE E FUTUROS  
 PROFESORES DE CIENCIAS SOBRE A  
 MOVILIDADE DAS PARTÍCULAS NO ESTADO  
 LÍQUIDO

MENDOZA, José

ICU - UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

LAITE, Laurinda

UNIVERSIDADE DE MINHO

BORSESE, Aldo

UNIVERSIDADE DE GENOVA

# BOLETÍN DAS CIENCIAS

Ano XIV. Número 48, Novembro 2001

Edita: ENCIGA (Ensinantes de Ciencias de Galicia)

Domicilio Postal:

ENCIGA

Apartado 103

Santiago de Compostela

e-mail: [enciga@telefonos.es](mailto:enciga@telefonos.es)

Imprime: Gráficas Garabal, S.L.

ISBN:

Depósito Legal: LU-537-89

Deseño e Maquetación: Salomé Pastrana Vázquez

## INTRODUCCIÓN

Hoxe a estrutura das disciplinas científicas están, en xeral moi especializadas, constituídas por teorías conceptualmente complexas relativas ó mundo microscópico.

A maior parte dos conceptos que aparecen nun texto escolar ou que se tratan na Ensinanza das Ciencias na escola foron desenvolvidos no século pasado e fundaméntanse tamén sobre os revolucionarios descubrimentos da física atómica e cuántica. Os ensinantes moitas veces non estamos acostumados a reflexionar sobre os modelos que propoñemos e que utilizamos, e simplemente repetimos o que afirman os textos escolares.

Necesitamos reflexionar, tendo en conta as teorías psico-pedagóxicas sobre o aprendizaxe e a idade dos alumnos, sobre os contidos que se poden considerar no momento de transmití-los ós nosos alumnos.

Por exemplo, hai contidos considerados banais e evidentes que, en realidade, son moi complexos e que son tratados nun nivel escolar que non permite unha efectiva adquisición dos mesmos.

As características e os comportamentos macroscópicos das substancias no estado líquido parecen evidentes, pero resultan complexas cando se trata da súa explicación microscópica.

Para favorecer unha reflexión sobre esta situación consideramos uns contidos específicos do estado líquido, os cales forman parte dos programas

escolares de todo o mundo na escola secundaria e sobre o cal parece interesante mostra-las ideas dos ensinantes en servizo, as ideas dos ensinantes en formación, comparalas e deducir algunhas conclusións que permitan individualizar propostas educativas que poidan favorecer unha formación das ensinanzas máis atenta a necesidade de interconectar competencias disciplinarias coas competencias epistemolóxicas, metodolóxico-didácticas e psico-pedagóxicas.

Na presente comunicación, presentamos e comparamos as ideas de profesores en activo e de profesores en formación, respecto de dúas preguntas sobre a mobilidade das partículas no estado líquido, dentro dunha investigación levada a cabo durante os dous últimos cursos en Italia, Portugal e España.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### O estado líquido: Movimentos e interaccións

O estado líquido é un dos estados fluídos da materia e que, nun campo gravitatorio, ocupa a parte inferior do recipiente no que se atopa. Un líquido está constituído por partículas que están en contacto unhas coas outras e que se encontran en constante movemento, pero que non se poden desprazar máis le unha pequena fracción do seu diámetro sen chocar coas outras.

No líquidos existen tres tipos de interaccións:

1. Enlace de hidróxeno
2. Forzas de Van der Waals que son de tres tipos:
  - De orientación (entre dipolos permanentes)
  - De indución (entre un dipolo permanente e un dipolo inducido)
  - De dispersión (entre dipolos de instantáneos) fuerzas de London
3. Forzas gravitatorias, as menos importantes.

Con todo, a enerxía cinética das moléculas dunha substancia no estado líquido é suficiente para vencer as interaccións intermoleculares, permitindo que as moléculas se movan a través do líquido, mudando constantemente de posición e de moléculas veciñas coas que interaccionan.

Interésanos ademáis estudar o que ocorre cando se dissolve un sólido iónico nun líquido, e comparar as interaccións e os movementos das partículas con respecto ó estado líquido puro.

Cando un sólido iónico se dissolve nun líquido, as moléculas ou ións constituintes do soluto son atraídos polas moléculas do líquido (coa axuda de

dipolos permanentes ou instantáneos), e sepáranse do sólido, quedando depois rodeadas por moléculas de solvente. Así, as interaccións entre algunhas moléculas de solvente e as interaccións entre moléculas de soluto son substituídas por interaccións entre moléculas de soluto e moléculas de solvente. No caso dun soluto iónico, establécense interaccións ión-solvente que son suficientemente fortes para facer que as moléculas de solvente que rodean o ión, formando a primeira coroa (esfera) de solvatación, poden moverse a través da solución pero nun todo co ión central (conxunto solidario). Só nas coroas máis exteriores, onde a atracción do ión-solvente non se fai sentir tan intensamente, é posible que haxa unha entrada e saída de moléculas de solvente. É evidente que a maior ou menor mobilidade virá condicionada pola concentración de ións no solvente, factor importante nas consideracións de mobilidade no caso de solucións iónicas.

## CONCEPCIÓNS DE ALUMNOS E PROFESORES SOBRE O ESTADO LÍQUIDO

Polo que expresamos anteriormente comprender e explicar fenómenos do estado líquido require o dominio do modelo cinético-corpúscular da materia. Diversos autores relatan as dificultades de alumnos do ensino básico (Llorens, 1996) e secundario (Borsese, Lombuca & Pentimalli, 1996), e de futuros profesores (Haidar, 1997) sobre a comprensión e/ou utilización deste modelo no ámbito dos diversos estados físicos da materia e Johnstone (1990) refírese á dificultade de alumnos de 13-14 anos en usar o modelo cinético-corpúscular para relacionar os tres estados entre si.

No caso do estado líquido, Liew & Treagust (1995) verificaron que a maior parte dos 18 alumnos do 11º ano co que traballaron establecen relacións incompletas, incorrectas ou inconsistentes entre conceptos macroscópicos relacionados coa expansión dos líquidos e os conceptos microscópicos da teoría cinético corpúscular. Segundo os autores, estas relacións insatisfactorias debense ás dificultades de observación dos alumnos e à necesidade de encontrar soporte para as ideas previas (incorrectas) que posúen. Algunhas desas ideas teñen que ver coa atribución de propiedades macroscópicas às partículas, do que resultan erros importantes nos procesos de fusión, na dilatación, etc., das partículas (Driver, 1985). Recientemente, Blanco, Prieto & Heredia (2001) verificaron que a porcentaxe de alumnos que presentan respostas correctas sobre a natureza e estrutura dos líquidos aumenta desde o 2º ESO hasta o Bacharelato. Con todo, ese aumento é significativo apenas para os casos do movemento molecular (62% - 83%) e de interacción a nivel molecular

(46% - 83%), non verificándose o mesmo no que se refire à existencia de vacío entre as moléculas (46% - 83%).

Para explicar fenómenos dun determinado estado físico da materia ou para comprender transicións entre estados é necesario dominar o concepto de substancia pura (Roletto & Riaccenza, 1994). Ryan (1990) verificou que apenas 10% dos 81 futuros profesores que participaron nun estudo sobre o concepto de substancia pura deron unha boa definición química. Os restantes asociaron o concepto de puro ó concepto de natural (69%) ou de homoxéneo / uniforme (11%). Tamén Roletto & Riaccenza (1994) constataron que alumnos (14 - 17 anos) consideran que unha substancia é pura se ten orixen natural, se non está contaminada, se non estivo sometida a tratamentos químicos ou cando se trata dunha substancia simple (constituída por un único tipo de átomos).

Os modelos de enlace químico constitúen ferramentas básicas para a explicación das propiedades físicas e químicas das substancias e para a comprensión da forma en como se unen as partículas (Zamora, Valcárcel & Sanchez, 2001). Noutro estudo realizado por Prieto, Blanco & Rodríguez (1989), con alumnos do 6º e do 8º ano, demostrouse que apenas no 8º ano os alumnos recoñecen a interacción soluto-solvente. Por outro lado, Tan & Treagust (1999) constataron que os alumnos non entenden a natureza das forzas intermoleculares nos sólidos nin a relación entre a intensidade das forzas intermoleculares e a das unións covalentes existentes nunha molécula.

## METODOLOXÍA

Participaron no estudo un total de Profesores de Ciencias, sendo 80 profesores en servizo e 67 profesores en formación. Os cales distribúense por tres países dacordo coa táboa 1.

Táboa 1  
Constitución da mostra

Profesores	España	Italia	Portugal
En formación	25	10	32
En servizo	21	25	34

Os datos foron recollidos a través de dúas cuestións (anexo), sobre a variación dos veciños dunha molécula de substancia pura no estado líquido e dun ión en solución, incluídas nun cuestionario de sete preguntas con opcións, que foi respostado individualmente polos profesores, e no que se solicitaba sempre a explicación da resposta elexida.

## RESULTADOS

Na táboa 2 preséntanse os resultados cuantitativos obtidos para as dúas cuestións e para os dous grupos de profesores, por país.

Táboa 2  
Resultados por cuestión, tipo de participante e país (f)

Cuestións	Categoría da resposta	Futuros Profesores			Profesores en servizo		
		España (n=25)	Italia (n=10)	Portugal (n=32)	España (n=21)	Italia (n=25)	Portugal (n=34)
Molécula substancia pura	Cambiarían	21	10	19	19	18	22
	Non cambiarían	4	0	9	1	0	7
	Non sei	0	0	4	0	7	5
Ión en solución	Cambiarían	17	10	19	11	14	25
	Non cambiarían	4	0	11	8	2	7
	Non sei	2	0	2	1	9	2

A análise dos datos presentados na táboa mostra que a maioría dos profesores e dos futuros profesores, independentemente do país, afirmou que as moléculas veciñas dunha molécula dunha substancia pura no estado líquido cambiarían ao longo do tempo.

Con todo, a análise das xustificacións presentadas mostra que, na maior parte dos casos, eles non usan o concepto de enlace químico para explicar a mobilidade das moléculas, e que apenas recorren à idea de que nun líquido, as partículas están en constante movemento para xustificar a opción seleccionada. Queremos resaltar que esta xustificación é unha explicación insuficiente, unha vez que falta por explicar porque se moven as partículas.

Algunas das respostas que afirman que as moléculas veciñas non cambiarían ó longo do tempo, parece que supoñen que o ser unha sustancia pura as moléculas que a forman son as mesmas, i esto é certo, pero si consideramos unha específica a pesar de que o número de partículas que as rodea é o mesmo e son do mesmo tipo, varía a súa identidade ó longo do tempo xa que cambian constantemente de posición intercambiándose unhas coas outras, por encontrarse en continuo movemento.

No caso dun ión en solución, tamén a maior parte dos participantes no estudo, independentemente do país, afirmou que as moléculas veciñas dun ión en solución cambiarían ao longo do tempo. A análise das xustificacións mostra que esta opción débese à idea de que as partículas das substancias no estado líquido están en constante movemento. Estas respostas non consideraran a existencia de esferas de solvatación (e o feito de que na primeira esfera non hai entrada nin saída de moléculas), e tampouco recurren o concepto de enlace químico.

Apenas algúns dos participantes afirmaron que as moléculas veciñas do ión non cambiarían, pero na análise das explicacións presentadas por estes,

foron moi poucos os que xustificaron esta opción con base as ideas de esferas de solvatación e de unións químicas.

Para aqueles que afirmaron non saber responder (táboa 2), non xustificaron a opción seleccionada, o que pode constituír un indicador máis das dificultades sentidas polos profesores e futuros profesores na explicación da mobilidade das partículas no estado líquido.

## PRIMEIRAS CONCLUSIÓNS

Os resultados deste estudo mostra que tanto os profesores en servicio como os futuros profesores presentan moitas dificultades en explicar fenómenos que dependen da mobilidade das partículas no estado líquido, non usando os conceptos fundamentais para esas explicación.

Esto supón unha concordancia coas investigacións que aparecen publicadas nas revistas de investigación. Nambergantes estes resultados son preocupantes na medida en que os aspectos considerados foman parte das curriculas de ciencias nos nosos países, e tendo en conta, que son os profesores os responsables da formación dos seus alumnos

Non podemos tampouco ignorar a complexidade das explicacións, e tal vez debemos de tomar conciencia que en determinados niveis educativos, o que se pode facer e describir o comportamento pero non explicalo, esto concordaría coa idea do que sucede as veces tamén nos libros de texto, nos que se pretenden explicar contidos que en certas idades, sería suficiente con describilos para aproximarse a súa comprensión.

Por último queremos indicar o importante que é ter coñecemento das explicacións que damos os profesores sobre o estado líquido, e partindo desas ideas tratar de propoñer estratexias de aprendizaxe, que faciliten a adquisición de coñecementos sobre o estado líquido.

## BIBLIOGRAFÍA

- Atkins, P. (1999). *The Elements of Physical Chemistry* (2ª Ed). Oxford: Oxford University
- Blanco, A., Prieto, T. & Heredia, S. (2001). Aplicación de la teoría cinético-molecular a la explicación de las disoluciones. In Martín, R. et al. (Eds). *Actas de los encuentros de didáctica de las ciencias experimentales*. Madrid: Editorial Nívola, 208-215.
- Borsese, A., Lombocci, P. & Pentimalli, R. (1996). Investigación sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 15-24.

- Driver, R. (1985). Beyond appearances. In Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (Eds). *Children's ideas in Science*. Milton Keynes: Open University Press, 145-169.
- Haidar, A. (1997). Prospective Chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 181-197.
- Johnstone, K. (1990). Students' responses to an active learning approach to teaching the particulate theory of matter. In Lijnse, P. et al. (Eds). *Relating macroscopic phenomena to microscopic particles*. Utrecht: CD-B press, 247-265.
- Jones, L. & Atkins, P. (2000). *Chemistry: Molecules, Matter and Change*
- Jones, L. & Atkins, P. (2000). *Chemistry: Molecules, Matter and Change*
- Liew, C. & Treagust, D. (1995). A predict-observe-explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids. *Australian Science Teachers Journal*, 41(1), 68-72
- Llorens, J. (1996). Como está constituida la materia? *Alambique*, 9, 120-130.
- Martín, M. & Sánchez, P. (1999). Una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de enlace químico en secundaria. In Martínez, C. & García, S. (Eds). *La Didáctica de las Ciencias: Tendencias actuales*. Coruña: Universidade da Coruña, 537-547.
- Prieto, T., Blanco, A. & Rodrigues, A. (1989). The ideas of 11 to 14-years-old students about the nature of solutions. *International Journal of Science Education*, 11(4), 451-463.
- Roletto, E. & Riaccenza, B. (1994). Faut-il construire le concept de substance?. *Aster*, 18, 63-74.
- Ryan, C. (1990). Student teachers' concepts of purity and of states of matter. *Research in Science & technological Education*, 8(2), 171-183.
- Tan, K. & Treagust, D. (1999). Evaluating students' understanding of chemical bonding. *School Science Review*, 81(294), 75-83.
- Zamora, A., Valeárcel, M., & Sanchez, G. (2001). Análisis de los modelos de enlace químico em libros de texto de Educación secundaria. In Martín, R. et al. (Eds). *Actas de los encuentros de didáctica de las ciencias experimentales*. Madrid: Editorial Nívola, 444-453.

**ANEXO****Preguntas formuladas**

Con respecto a unha sustancia pura no estado líquido, si tomamos en consideración unha partícula específica e a observamos no tempo

¿ Esta ten sempre como cercanas as mesmas partículas ou as partículas cercanas van cambiando co tempo?

Xustifica sempre a túa resposta

Con respecto á disolución de solutos iónicos

Si tomamos en consideración un ión específico e o observamos no tempo

¿ Este ten sempre como cercanas as mesmas partículas de disolvente ou as partículas cercanas van cambiando co tempo?

Xustifica sempre a túa resposta

MENDOZA, José; LEITE, Laurinda & BORSESE, Aldo (2001). Concepcións de profesore e futuros profesores de Ciencias sobre a mobilidade das partículas no estado líquido. *In* Actas do XIV Congreso de ENCIGA. Santiago de Compostela: Boletín das Ciencias, pp. 115-122.