

## DE LA MENTE AL DISCURSO: ¿QUÉ COMUNICAMOS LOS DOCENTES CUANDO UTILIZAMOS DIBUJOS?

**DI GIACOMO, M. (1); CASTELO, V. (2) y GALAGOVSKY, L. (3)**

(1) Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias. CEFIEC, FCEN, UBA  
[ariandig@gmail.com](mailto:ariandig@gmail.com)

(2) CEFIEC, FCEN, UBA. [farमारisso@yahoo.com.ar](mailto:farमारisso@yahoo.com.ar)

(3) CEFIEC, FCEN, UBA. [lyrgala@qo.fcen.uba.ar](mailto:lyrgala@qo.fcen.uba.ar)

---

### Resumen

Los docentes construimos en nuestras mentes “modelos mentales expertos”. Para comunicarlos a los alumnos utilizamos “modelos de ciencia escolar”, que son “modelos explícitos” construidos complementariamente con distintos lenguajes científicos.

Se presenta un análisis metacognitivo sobre la complejidad del discurso verbal en relación al lenguaje gráfico utilizado en Química, mediante el ejemplo de la enseñanza del tema “Fuerzas Intermoleculares”.

---

### Objetivos

El primer objetivo es presentar un análisis metacognitivo sobre la complejidad del discurso científico, mediante un ejemplo sencillo referido a dibujos y textos sobre “Fuerzas Intermoleculares”. El segundo objetivo apunta a reconocer la necesidad epistemológica de discriminar los conceptos de *modelos mentales* y *modelos explícitos* dentro del contexto comunicacional de la actividad áulica.

## Marco teórico

Desde el punto de vista de la psicología cognitiva, Johnson-Laird (1996) propone el concepto de *modelo mental* como una reconstrucción de “la realidad” que nos permite interpretar lo que percibimos. Moreira y colaboradores (1996), aplican este concepto a la didáctica de las ciencias y distinguen a los *modelos conceptuales* como aquéllos consistentes con el conocimiento que posee determinada comunidad científica. Para Justi y Gilbert (2002) los químicos construyen modelos tanto de lo que observan como de sus ideas.

## Desarrollo del tema

El desarrollo del trabajo involucró una etapa de trabajo con docentes y otra de revisión de libros de texto.

En una serie de talleres<sup>1</sup> indagamos ideas de docentes sobre dos cuestiones. Por un lado, se les solicitó que describieran y explicaran mediante dibujos y textos propios lo observado al realizar mezclas binarias y ternarias con agua, etanol y aceite (Galagovsky y cols., 2009). El objetivo era indagar cómo expresaban ellos aplicaciones del “modelo de fuerzas intermoleculares” (MFI). En todos los casos se puso en evidencia que los dibujos se complementaban con lo explicado en lenguaje verbal, siendo éste mucho más rico en palabras-concepto que los respectivos dibujos. La primera fila del Cuadro 1 es un ejemplo típico de dibujo y texto producido por los docentes.

Por otro lado, se les solicitó una reflexión sobre qué significaba para ellos la palabra “modelo”. A partir de la amplia gama de respuestas expresadas, se llegó a consenso sobre que los dibujos explicativos realizados por ellos para la tarea anterior no expresaban la complejidad del modelo mental que ellos reconocían haber construido sobre ese tema. Dos de los rasgos más evidentes fueron, por un lado, el carácter eminentemente visual y dinámico de la mayoría de los modelos mentales; y, por otro lado, la falta de códigos gráficos consensuados para representar conceptos que se sí se describen verbalmente, tales como densidades electrónicas, dipolos inducidos, electronegatividades, etc.

El análisis de textos escolares (de secundaria y primeros años universitarios) confirmó que los dibujos explicativos sobre el comportamiento de sustancias debido al MFI adolescen de los mismos problemas relevados en los docentes. En el Cuadro 1 se presentan dos ejemplos extraídos del texto de Chang (2005), que muestran claramente la diferencia explicativa de dibujos y textos. En todos los casos, el lenguaje verbal que se utiliza para explicar las interacciones o estructuras de partículas es detallado, contiene conceptos que no se grafican, y remiten a aspectos dinámicos del MFI que no encuentran correlación en lenguaje gráfico.

Los datos relevados con docentes en talleres y en el análisis de diversos textos nos llevó a plantearnos la siguiente cuestión epistemológica enmarcada en el contexto de *conocimiento de expertos vs. conocimiento de novatos*: Cuando los docentes hacemos un dibujo y nos referimos a él como un modelo “de” –un tema--, ¿son estos dibujos modelos “para” los estudiantes? En otras

palabras, los estudiantes reciben dibujos y textos ¿Pueden ellos sencillamente construir a partir de esa información modelos mentales como los ha construido el docente o experto que diseñó tales dibujos y textos complementarios?

## Conclusiones

El desarrollo de las investigaciones mencionadas nos llevó a una necesaria discriminación epistemológica entre los conceptos de *dibujos* y de *modelos* (Galagovsky y cols., 2009). Nuestra propuesta requirió, además, la identificación de dos nuevas categorías teóricas que diferencian el concepto genérico de *modelo*; ellas son los conceptos de “*modelo mental experto*” y “*modelo científico explicitado*”. El primero remite a las ideas que están en las mentes de expertos, y, el último es una *información*, es la porción de discurso erudito que tiene como objetivo la comunicación de algún modelo mental experto, y está expresado mediante lenguajes (gráfico, verbal, matemático, etc.). La red conceptual de la figura 1 resume la propuesta. En ella también se discrimina el concepto de “*modelo explícito de ciencia escolar*” que deviene de sucesivas transposiciones didácticas del modelo científico, construidas con fines comunicacionales. La red conceptual de la figura 1 intenta, además, reforzar gráficamente la idea de que los modelos mentales de expertos-docentes y estudiantes-novatos están alejados y, al mismo tiempo, vinculados entre sí, a través de diferentes tipos de información expresada en diferentes lenguajes (ejemplificados con el lenguaje verbal y el lenguaje gráfico, en textos, definiciones, o dibujos, respectivamente).

El presente trabajo alerta sobre el uso del término *modelo* en enseñanza de las ciencias. En la jerga cotidiana los docentes solemos referirnos a ciertos dibujos como *modelos*; sin embargo, de este trabajo surge que dibujos y expresiones verbales no deberían ser consideradas modelos en sí mismos, sino deberían ser reconocidos como partes integrantes de un discurso explícito. Un largo camino deben transitar los estudiantes novatos para construir apropiadamente sus modelos mentales a partir de ese discurso.

## Nota 1

Talleres llevados a cabo en:

- *XIII Reunión de Educadores en la Química y Primeras Jornadas Internacionales*, 1-4/11/2006, Rosario, Argentina

- *VIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Química y XIV Reunión de Educadores en la Química*, 20-23/05/2008, Olavarría, Buenos Aires, Argentina.

- *Jornadas de Capacitación Docente*, 1/08/2008, Buenos Aires, Argentina.

## Referencias bibliográficas

CHANG, R (2005). *Química*. Séptima edición. Colombia: Mc Graw Hill.

GALAGOVSKY, L., DI GIACOMO, M. A., CASTELO, V (2009), Modelos vs. Dibujos: el caso de la enseñanza de fuerzas intermoleculares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 1-22.

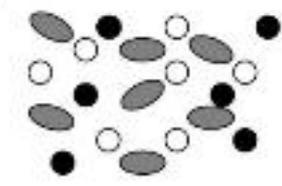
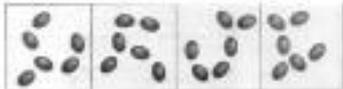
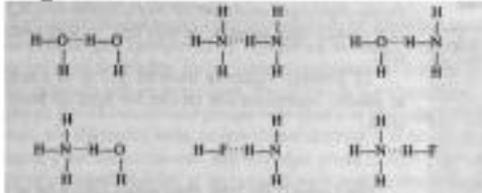
JOHNSON-LAIRD, P. (1996). Images, Models, and Propositional Representations. En *Models of Visuospatial Cognition*. M. de Vega, MJ. Intons Peterson, P. Johnson-Laird,

M.L Denis y M. Marschark (Ed.), New York: Oxford University Press.

JUSTI, R. and GILBERT. J. (2002). Models and modelling in Chemical Education. En *Chemical Education: Towards Research – bases Practice*. KJ. Gilbert, O. de Jong, R. Justi, D. Treagust y JH. Van Drien (Ed.). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M.; RODRIGUEZ PALMERO, M. L.. (1996). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias.  
<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/vergnaudespanhol.pdf>

Anexo

	Ejemplo de dibujo sobre fuerzas intermoleculares	Ejemplo de texto descriptivo sobre fuerzas intermoleculares
<p>Realizado por docentes de talleres*</p>	 <p>  Aceite   Agua   Alcohol         </p>	<p>El alcohol posee una corta cadena carbonada no polar y un grupo polar. Los aceites una "cola" no polar y una pequeña "cabeza" polar. El H<sub>2</sub>O es una pequeña molécula polar. Todas las interacciones entre extremos polares con polares y no polares con no polares favorecen la formación de una emulsión (...)</p>
<p>Tomado de un texto de enseñanza media y universitaria. Chang (2005)</p>	<p>Pág. 421</p>  <p>Pág. 422</p> 	<p>"En un instante cualquiera los átomos pueden tener un momento dipolo generado por las posiciones específicas de los electrones. Este momento dipolo se denomina dipolo instantáneo porque sólo dura una pequeña fracción de segundo (...). En un conjunto de átomos de helio un dipolo instantáneo de un átomo de helio puede inducir un dipolo en cada uno de sus átomos vecinos. En el siguiente instante, un dipolo instantáneo distinto puede crear dipolos temporales en los átomos de helio que lo rodean (...) Este tipo de interacción produce fuerzas de dispersión, es decir fuerzas de atracción que se generan por los dipolos temporarios inducidos en los átomos o moléculas.</p> <p>La fuerza de un enlace de hidrógeno está determinada por la interacción coulombica entre el par libre de electrones del átomo electronegativo y el núcleo de hidrógeno.</p>

Cuadro 1: Ejemplos sobre la complementariedad de dibujos y textos referidos a fuerzas intermoleculares

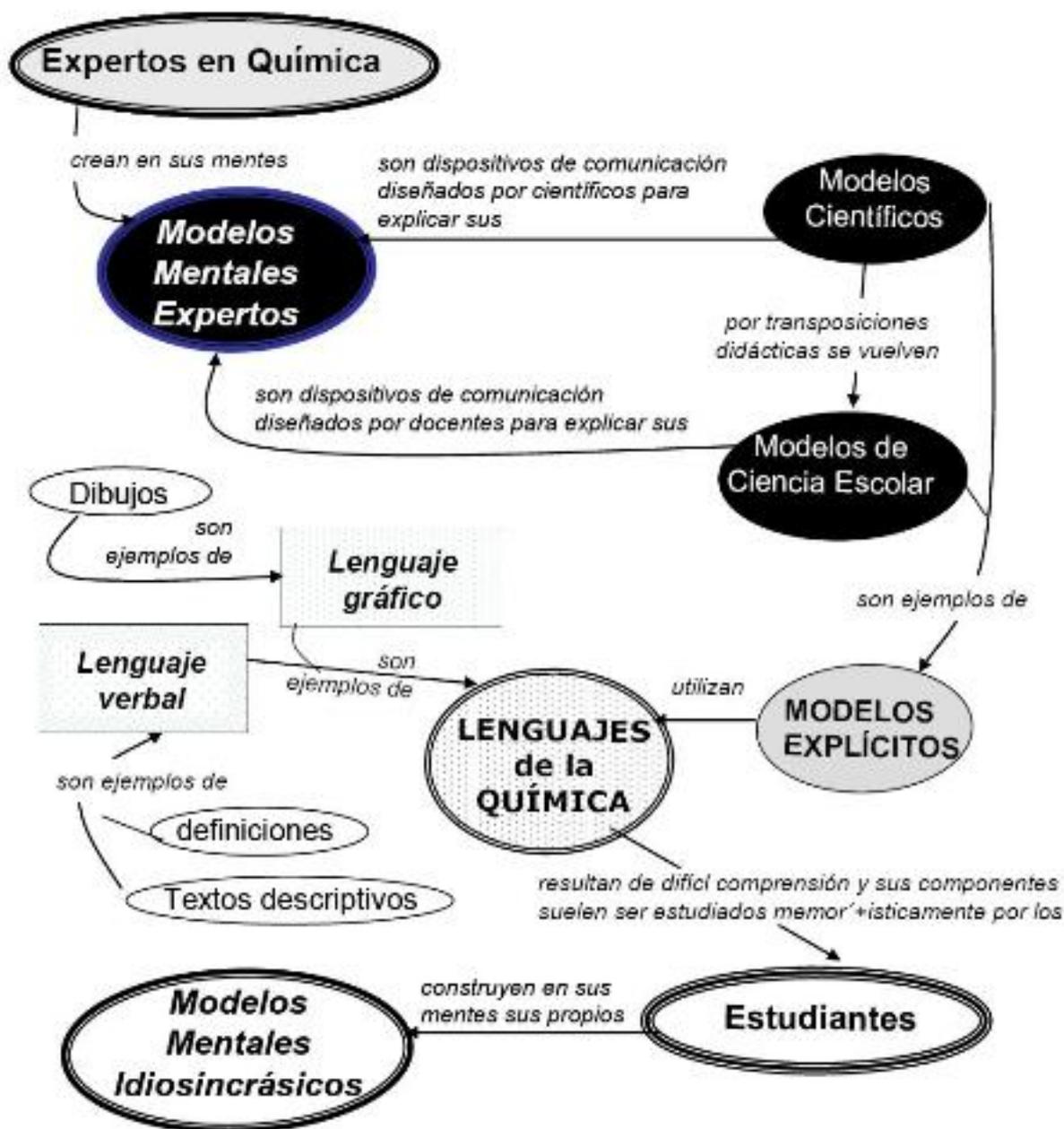


Figura 1: Red conceptual que muestra que los modelos no son dibujos y los dibujos no son modelos

#### CITACIÓN

DI GIACOMO, M.; CASTELO, V. y GALAGOVSKY, L. (2009). De la mente al discurso: ¿qué comunicamos los docentes cuando utilizamos dibujos?. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 192-197  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-192-197.pdf>