

# CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CORPUSCULAR DE LA MATERIA Y ACTIVIDADES DIALÓGICAS EN FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS

Carolina Pipitone, Carlos Agudelo, Àngela Garcia Lladó  
*Universitat de Barcelona*

**RESUMEN:** El contexto de trabajo de la asignatura “Didáctica de la materia, la energía y la interacción” (DMEI), que se cursa en el 2º año del Grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Barcelona, se basa fundamentalmente en la realización de prácticas de laboratorio a partir de las cuales se fomentan las actividades dialógicas (AD) con los maestros en formación inicial (MFI). En este trabajo, se presentan los resultados del análisis de la primera práctica que realizan los MFI sobre la disolución alcohol-agua. Mediante la AD se identifican las ideas previas sobre la estructura de la materia y su evolución. Asimismo, se muestra el grado de apropiación del modelo corpuscular de la materia por parte de los MFI y la modificación de sus ideas previas, examinando una pregunta de la prueba de evaluación de la asignatura relacionada con la disolución.

**PALABRAS CLAVE:** Actividad dialógica, formación de profesorado, disolución, modelo corpuscular.

**OBJETIVOS:** Los objetivos del presente trabajo son:

1. Presentar las AD que llevamos a cabo en la asignatura de DMEI del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Barcelona.
2. Identificar las ideas previas sobre el modelo corpuscular de los MFI y cómo evolucionan hacia el conocimiento científico escolar mediante las AD.
3. Determinar cómo favorecen las AD la construcción del modelo corpuscular de la materia a partir de la práctica de disolución alcohol-agua.

## MARCO TEÓRICO

Las AD son actividades que promueven el diálogo entre los diferentes integrantes del aula. Teniendo en cuenta la relevancia de la comunicación en los procesos de enseñanza-aprendizaje, mediante las AD se facilita la detección de ideas previas por parte del profesorado en las prácticas de laboratorio, con el objetivo de conseguir que éstas evolucionen y se aproximen al conocimiento científico escolar (Scott et al., 2006).

Dada la importancia del conocimiento previo, el carácter dialógico de la ciencia escolar, la escasa formación científica y el uso limitado del lenguaje que presentan los MFI alumnos que cursan la asignatura DMEI; se plantean las AD con el doble objetivo de hacer explícito el conocimiento previo

mientras, progresivamente, se incita a generar un conflicto cognitivo a partir del cual se promueve la evolución de las ideas y la transformación del discurso (Pipitone et al., 2016).

Las prácticas realizadas por los MFI son de tipo POE (predicción, observación, experimentación) en las que se identifican tres etapas dialógicas principales: una descriptiva, una explicativa y, finalmente, una de justificación. Estas etapas dialógicas son guiadas por una serie de buenas preguntas (Márquez & Tort, 2009) que favorecen que los MFI se aproximen a la representación de un modelo del fenómeno.

Otro aspecto clave a desarrollar mediante las AD es el conocimiento didáctico del contenido, teniendo en cuenta que los MFI no sólo están construyendo conocimiento sobre el cómo enseñar sino que ellos también deben modificar sus ideas sobre los grandes modelos científicos. Por lo tanto en el contexto de DMEI, las AD tienen una doble función: favorecer la construcción del conocimiento científico escolar y proveer herramientas de enseñanza-aprendizaje de las ciencias a los MFI.

Las AD del presente trabajo están centradas en la disolución (alcohol-agua), con el objetivo de que los MFI hagan explícitas sus ideas previas, sean conscientes de ellas y empiecen a utilizar un modelo (científico escolar) corpuscular de la materia para justificar los resultados experimentales. Las ideas previas relacionadas con las disoluciones y la naturaleza de la materia, ya han sido recogidas y discutidas anteriormente por otros autores (Pérez, Blanco, & Bueno, 1997).

Concretamente, en el caso del sistema alcohol-agua, Valcárcel y Sánchez (1990) encuentran que un porcentaje importante de alumnos de magisterio realiza descripciones basadas exclusivamente en aspectos perceptibles.

## METODOLOGÍA

En esta investigación se analizan los informes de la primera práctica dialógica experimental que realizan los MFI en el contexto de la asignatura de DMEI. Este análisis se complementa con el de una de las preguntas de la prueba de evaluación de la asignatura, con la finalidad de observar si los MFI han conseguido construir el modelo científico escolar asociado a las disoluciones.

Los datos de la investigación están formados por 23 informes, elaborados por 103 alumnos durante las prácticas de laboratorio, realizadas a lo largo de 1 sesión de 2 horas, en grupos de 3 o 4 alumnos. Dichos informes se escriben después de discutir en los pequeños grupos las preguntas que se plantean. A partir de los mismos se han elaborado redes de categorías que permitirán conocer cuáles son las ideas previas de los MFI, de qué manera las modifican una vez realizada la práctica dialógica experimental y, finalmente, si consiguen modificar dichas ideas previas en el transcurso del tiempo, analizando 103 pruebas de evaluación llevadas a cabo un mes después.

Las preguntas que los MFI responden durante la experiencia (Tabla 1) son organizadas según las tres etapas dialógicas de las prácticas:

Tabla. 1.  
Preguntas de las etapas dialógicas

<i>¿Qué creo que pasará?</i>	<i>¿Qué ha pasado?</i>	<i>¿Por qué ha pasado?</i>
a) ¿Creéis que observaremos cambios en el aspecto del líquido?	a) ¿Qué resultados hemos obtenido?	a) ¿Cómo los explicamos?
b) Y ¿en su temperatura?	b) ¿Son los que esperábamos?	b) ¿A qué conclusiones llegamos?
c) ¿Qué masa tendremos de mezcla?	c) ¿Hay desviaciones?	
d) ¿Qué volumen tendremos de mezcla?		

La pregunta analizada de la prueba de evaluación es la siguiente:

Las siguientes imágenes representan diferentes conocimientos previos de los alumnos cuando se les pide que dibujen las partículas de una disolución de alcohol y agua. A partir de tus conocimientos responde:

- ¿Cuál de estas representaciones es un concepto previo erróneo? Justifica por qué no puede considerarse correcto desde el conocimiento científico escolar.
- ¿Cuál de estas representaciones es la que mejor representa una disolución? Justifica tu respuesta.

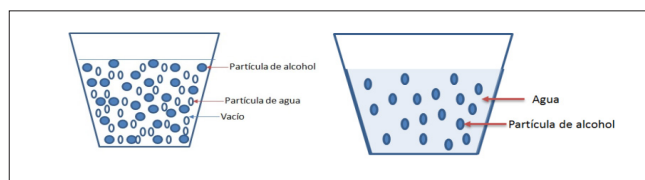


Fig. 1. Imágenes de la pregunta de la prueba de evaluación de DMEI

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan en dos apartados: el primero surge a partir de los informes de la práctica y el segundo se realiza a partir del análisis de una pregunta de la prueba de evaluación de la asignatura.

### Informes de la práctica

En relación a las preguntas previas a la actividad ¿Qué creo que pasará? encontramos que (Fig. 2):

La totalidad de los alumnos aseguran que no habrá cambios en el aspecto del líquido. La mayoría considera que la invariabilidad se debe al hecho de ser dos líquidos incoloros o transparentes.

En relación a la masa, la gran mayoría predice que el valor de la mezcla será la suma algebraica de las masas individuales. También se identifica la relación entre masa y volumen como una relación de dependencia entre variables.

Con respecto a la temperatura se observan justificaciones diversas, la mayoría predice un cambio debido a que son dos compuestos con propiedades diferentes. Hay grupos que plantean la invariabilidad de la temperatura ya que ambas sustancias se mantienen en un mismo ambiente; mientras que hay alumnos que no consiguen justificar el cambio a pesar de considerarlo.

Finalmente, en lo que respecta al volumen, encontramos que sólo un grupo sostiene que cambiará dado que el agua tiene una densidad diferente a la del alcohol. La mayoría considera que el volumen será la suma algebraica del de los dos líquidos.

Luego de la discusión de detección de ideas previas, los MFI realizan la práctica experimental. En la segunda etapa dialógica continúan discutiendo en pequeños grupos y luego ponen en común las ideas con el grupo clase. Esto implica que los datos analizados son las conclusiones que elaboran los MFI a partir de la discusión grupal y posteriormente modifican/completan con la discusión de clase.

Preguntas previas a la experiencia		Frecuencia	
¿Creen que podremos cambiar aspectos del líquido?	No cambia porque:	Transparente/incolore	13
		Homogeneidad/mismo aspecto	9
		No reaccionan entre ellos	2
		Pero salen burbujas	2
		Transformación química	2
		Olor	1
	No justifica	3	
	Si cambia porque		
	¿Cambia por que?	Compuerton/propiedades diferentes	12
		Hay reacción o cambio químico	3
Mismo ambiente		3	
No sabemos		4	
Creemos que aumentará		2	
Creemos que disminuirá		2	
¿Que masa tendríamos de masa?	La suma de las masas	15	
	Más masa, cambia la densidad	1	
	Menor masa, diversidad de masas (densidad) independiente del volumen	1	
	Menor masa, el alcohol modifica el agua (estructura)	1	
	Aumenta la masa porque el volumen aumenta	1	
	Más masa sin especificar ni justificar	1	
¿Que volumen tendríamos de masa?	La suma de los volúmenes	16	
	Varlara el volumen pero no sabemos cuanto	1	
	Volumen cambiara dependiendo de la masa que quepa	2	
	El volulment cambiará porque el agua tiene más densidad	1	
	Cambia por evaporación del alcohol	1	

Fig. 2. Red de categorías ideas previas

En la figura 3 presentamos las categorías de análisis post-experiencia, es decir de la tercera etapa dialógica, relacionada con los cambios que puedan identificar en las variables a analizar y las respectivas justificaciones.

Comprobamos que la mayoría de los alumnos hacen referencia a su confirmación de que la masa resultante es la suma de las masas individuales.

Uno de los aspectos que más genera sorpresa en esta práctica es el comportamiento del volumen, cuyo valor final en la disolución no es equivalente a la suma de los volúmenes individuales, sino un valor menor a ésta. Este resultado genera diferentes argumentos de justificación.

La mayoría de los grupos hacen referencia a la disminución de volumen como consecuencia de las “burbujas”, dado que se produce una reacomodación de las moléculas aprovechando el espacio ocupado por el aire. Ésta es una manera incompleta de entender la disolución ya que no reflexionan sobre las diferencias de tamaño de las moléculas de cada sustancia y la existencia del vacío. Un menor número de grupos hacen explícita la idea de que la disminución de volumen es una consecuencia de la reacomodación de las moléculas debido a que tienen diferentes tamaños.

Hay grupos que, a pesar de haber realizado una discusión en común con el resto de la clase, mantienen ideas alternativas como por ejemplo que las moléculas se comprimen cambiando su estructura y manteniendo su masa. También hay quienes sostienen que se produce un cambio químico.

		Frecuencia			
Cambios observados	Masa	si	Errores de laboratorio	2	
			Es la suma	10	
			Disminuye porque es una disolución	1	
		No	1		
		No lo menciona	4		
	Volumen	Si		Reestructuran las moléculas y sale aire en forma de burbujas	8
				La molécula se comprime cambiando su estructura, pero mantiene la masa	1
				Varia porque se desprende gas	1
				Las moléculas tenían espacio ocupado por el aire	4
				Resestructuración de las moléculas x tamaños diferentes (disolución)	7
				Reestructuración de las moléculas (cambio químico)	1
			Porque es una disolución	4	
			No lo menciona	1	
		No			
		No justifica	1		
Temperatura	Si		Se libera energía	3	
			Se libera energía-> hay movimiento	2	
			Hay movimiento-> se libera energía	9	
		Aumenta	6		
		No	2		
	No justifica	4			
Cambio físico		No hay una sustancia nueva	12		
		Libera energía (sin relación a la temp)	2		
		Aparecen burbujas	8		
Densidad	Si	Nueva > Alcohol y < agua	3		
	No				
	No mencionan		19		

Fig. 3. Red de categorías ideas post-experiencia

En relación a la temperatura, la mayoría de los grupos hace referencia al cambio como “liberación de energía”. Varios grupos relacionan el movimiento de las partículas con un aumento de la temperatura.

Un último aspecto a destacar es que sólo tres grupos hacen referencia a la modificación de la densidad, observando que la mezcla tiene una densidad mayor que la del alcohol pero menor que la del agua.

### Prueba de evaluación de la asignatura

Los resultados más relevantes relacionados con la evaluación se agrupan en tres categorías principales: a) Identifican la mejor representación del modelo; b) No identifican la mejor representación (pero identifican algunas de sus características) y c) No identifica nada del modelo. En la figura 4 presentamos las diferentes categorías que caracterizan las tres ideas principales.

Como resultado relevante destacamos que alrededor del 70% (76 alumnos) de los alumnos sí identifica cuál es la representación que más se aproxima al modelo corpuscular frente a un aproximado 15% que no lo consigue.

Es importante destacar que dentro del grupo de alumnos que sí reconoce la representación más idónea aún quedan aspectos que no han conseguido modelizar. Un ejemplo de ello es la dificultad de entender que el vacío no es sinónimo de aire y que el aire no es continuo.

Un resultado común a las tres categorías principales, es la idea de que todas las partículas en una disolución encajan perfectamente sin dejar espacio entre ellas; a esta categoría la definimos como “Tetris”, ya que engloba una visión del fenómeno como si se tratara de un rompecabezas. Esta percepción del fenómeno puede estar relacionada con dos categorías: el *horror al vacío* y la visión del *aire como sinónimo de vacío*.

	Frecuencia	Nº Alumnos	
Identifica el modelo	Modelo Corpuscular	69	76
	Diferencia entre partículas (tamaño)	40	
	Vacío	21	
	Aire como partícula		
	Aire -Vacío- continuo	25	
	Propuesta didáctica	3	
	Movimiento	50	
	Tetris	19	
	Continuo líquido	6	
	Horror al vacío	4	
	Heterogénea	4	
	Modelo Continuo		
No identifica el mejor modelo	Modelo Corpuscular	6	10
	Diferencia entre partículas (tamaño)	1	
	Vacío		
	Aire como partícula	1	
	Aire -Vacío- continuo		
	Propuesta didáctica		
	Movimiento	5	
	Tetris	8	
	Continuo líquido	5	
	Horror al vacío	5	
	Heterogénea	5	
Modelo Continuo	1		
No identifica el modelo	Modelo Corpuscular	2	17
	Diferencia entre partículas (tamaño)		
	Vacío		
	Aire como partícula		
	Aire -Vacío- continuo		
	Propuesta didáctica		
	Movimiento		
	Tetris	6	
	Continuo líquido	11	
	Horror al vacío	13	
	Heterogénea		
Modelo Continuo	3		

Fig. 4. Red de categorías ideas evaluación

Además, observamos que aquellos alumnos que reconocen la representación errónea (pregunta (b) de la prueba de evaluación) lo justifican desde una visión macroscópica, argumentando que es errónea porque se trata de una mezcla heterogénea, sin ser capaces de identificar la incoherencia entre la visión macroscópica del agua como continua y la visión microscópica del alcohol como partícula.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones relevantes de este trabajo surgen a partir de las principales ideas que comparten los MFI:

En la primera etapa de la actividad dialógica que se lleva a cabo en el contexto de la práctica en DMEI, encontramos que los MFI tienen ciertas limitaciones, entre las que destaca la dificultad de hacerse preguntas más allá de lo evidente, quedándose en una etapa de análisis descriptivo y concreto del fenómeno que observan.

Asimismo concluimos que los MFI tienen dificultades para utilizar un lenguaje adecuado, utilizando conceptos diferentes como sinónimos, por ejemplo: masa y volumen; vacío y aire; mezclas y reacciones, etc.

Los alumnos consiguen, durante el día de la práctica, entender qué es lo que sucede en una disolución tanto a nivel macroscópico como microscópico. Consideramos que las prácticas dialógicas favorecen la confrontación de ideas, la posibilidad de compartir diferentes puntos de vista a partir de los cuales surgen nuevas preguntas significativas y, al mismo tiempo, generan un ambiente en el que los MFI no sólo identifican sus propios conflictos cognitivos, e intentan resolverlos, sino que también practican una forma dialógica para provocarlos en sus interlocutores, lo cual es muy importante en su formación como futuros profesores.

En el proceso de evaluación encontramos que la mayoría de los MFI identifican correctamente la representación gráfica, sin embargo mantienen algunas ideas previas en la justificación, como por ejemplo el *horror al vacío*.

Sin embargo consideramos que esta interacción entre pares fomentada por las AD, favorece la construcción de conocimiento, permitiendo a los MFI comenzar a mirar los fenómenos desde diferentes niveles (macro, micro) para conseguir modelizarlos.

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P). El Grup LIEC Forma parte del grupo de investigación consolidado LICEC (referencia 2014SGR1492)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MÁRQUEZ, C., y ROCA TORT, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 63-71.
- PIPITONE, C., GARCIA LLADÓ, À., GUITART Mas, F., CAMINAL DE MINGO, A., AGUDELO, C., MARTÍN HERNÁNDEZ, E., MARCHÁN CARVAJAL, I. (2016). Actividades dialógicas de ciencias en la formación inicial del profesorado de educación primaria. *Campo abierto: Revista de educación*, 35(1), 93-108.
- SÁNCHEZ BLANCO, G., PRO BUENO, A.d., VALCÁRCEL PÉREZ, M.V. (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 15(1), 35-50.
- SCOTT, P., MORTIMER, E., y AGUIAR, O. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631.
- VALCÁRCEL PÉREZ, M.V., y SÁNCHEZ BLANCO, G. (1990). Ideas de los alumnos de diferentes niveles educativos sobre el proceso de disolución. *Investigación y escuela*, 11, 51-60.

