

USO DEL MODELO CINÉTICO-CORPUSCULAR EN EXPLICACIONES SOBRE FENÓMENOS NATURALES

María Roser Nebot

Instituto Manuel Blanquafort, España

Universidad Autónoma de Barcelona, España

mrnebot@gmail.com

Contxita Márquez

Universidad Autónoma de Barcelona, España

RESUMEN: Se han analizado respuestas de 90 alumnos de 1º de la ESO de un examen para estudiar el uso del modelo cinético-corpúscular en dibujos y explicaciones de distintos fenómenos de dilatación térmica. Se ha constatado que una gran mayoría de los alumnos ha sido capaz de hacer dibujos que expresan las ideas clave del modelo, que más de la mitad de los alumnos usó en sus explicaciones todas las ideas clave consensuadas en clase en la interpretación de fenómenos de dilatación térmica, siendo muy bajo el porcentaje que sólo describió los procesos, sin usar las ideas. Además, casi la mitad de los alumnos usó todas las ideas en situaciones de aplicación. Se trata de un estudio lineal que continuará durante todo el curso.

PALABRAS CLAVE: modelo cinético-corpúscular, prácticas científicas y modelización.

OBJETIVOS: El trabajo se centra en el análisis de respuestas correspondientes al primer examen del curso 2016-17, centrado en el uso del modelo cinético-corpúscular en explicaciones de alumnos de 1º de la ESO sobre fenómenos de dilatación térmica observados en el laboratorio y en preguntas de aplicación, sobre fenómenos cotidianos, tanto estudiados en clase como observados por los alumnos en la vida diaria. Para realizar las explicaciones a nivel interpretativo se elaboraron unas ideas clave a partir de explicaciones de las profesoras, de las observaciones de los alumnos y de un trabajo en grupo hecho en clase.

Los objetivos son:

1. Analizar las respuestas de los alumnos a preguntas focalizadas en fenómenos de dilatación térmica relacionadas con prácticas de laboratorio, centrándose en el uso de las ideas clave para realizar explicaciones a nivel interpretativo.
2. Analizar la aplicación de las ideas clave en explicaciones relacionadas con fenómenos cotidianos, estudiados o no en clase, y en reflexiones de los alumnos sobre fenómenos de dilatación térmica.

MARCO TEÓRICO

Este estudio se fundamenta en los campos teóricos sobre prácticas científicas, entre las que se incluyen el trabajo con modelos y la modelización y la elaboración de explicaciones científicas.

Los alumnos suelen adquirir un conocimiento superficial de procesos clave en el ciclo del agua o en los ecosistemas, porqué su estudio se limita a una visión totalmente descriptiva en términos de propiedades a la que denominamos “macro” (Smith et al., 2006). Pensamos que es importante que aprendan a mirar lo que ocurre en el mundo a nivel interpretativo, imaginando cómo suceden estos cambios, en una visión a la que denominamos “micro”, porque sólo así los comprenderán en profundidad.

Para poder llegar a las explicaciones a nivel micro es necesario tener integrado el modelo cinético-corpúscular. Para iniciar a los alumnos de 1º de la ESO en la visión a nivel de partículas, se ha escogido la dilatación térmica, ya que no sólo permite diferenciar el comportamiento de éstas en los distintos estados de la materia, sino que es imprescindible para comprender de manera adecuada los cambios de estado. Una vez interiorizado el modelo, se puede aplicar en explicaciones de fenómenos de la vida cotidiana o del mundo natural, como la transpiración y otros procesos del ciclo del agua, que se han estudiado una vez realizado el examen analizado.

Los conceptos y las técnicas para realizar buenas explicaciones se trabajan en el aula a través de la participación de los alumnos en las prácticas científicas.

Prácticas científicas

Los NGSS (2013) propugnan trabajar con los alumnos desde la perspectiva de las prácticas científicas, de indagación, modelización y argumentación, ya que de este modo la construcción de las ideas científicas en el aula se asemeja a la manera que lo hace la ciencia. A través de las prácticas científicas, los estudiantes se involucran en actividades que permiten construir, profundizar y aplicar su conocimiento de las ideas clave y los conceptos transversales. Esta propuesta, como indica Osborne (2014), permite desarrollar una manera de entender las ideas existentes sobre el mundo natural que nos rodea, ayudando a los alumnos a comprender el cuadro existente de conocimiento.

El modelo cognitivo de ciencia escolar (Izquierdo et al, 1999; Adúriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2009) entraña claramente con esta propuesta, ya que considera el modelo teórico como la unidad fundamental de la ciencia, tanto de los científicos como de la ciencia escolar. Los autores consideran que el alumno es un científico escolar y que las actividades de ciencia escolar deben ser diseñadas de manera que se apliquen las prácticas de los científicos sin olvidar que los alumnos no son científicos y que deben aprender a utilizarlas. La actividad científica escolar (ACE), análoga a la de la ciencia, debe aproximar progresivamente la manera de trabajar de los alumnos a la de los científicos.

En los NGSS (2013) se propone trabajar las ideas clave integradas entre ellas y con las prácticas científicas. Estas prácticas incluyen hacer preguntas, desarrollar y utilizar modelos, analizar e interpretar datos, elaborar explicaciones y planificar e implementar investigaciones. Krajcik y Merrit (2012) indican que todas estas prácticas deben trabajarse a largo plazo; no podemos esperar que se aprendan de manera inmediata.

Millar (2010) también incide en el mismo aspecto, indicando que el aprendizaje de ideas conceptuales raramente se produce en un único episodio irreversible, ya que la mayoría de los alumnos se mueven de una manera mucho menos lineal y predecible desde las ideas previas hacia las ideas científicas que desecharíamos que entendieran y fueran capaces de utilizar.

METODOLOGÍA

Se ha realizado el análisis de producciones de alumnos de 1º de la ESO para estudiar el uso del modelo cinético-corpúscular en explicaciones de fenómenos de la dilatación térmica.

Participantes

El trabajo se ha realizado sobre las respuestas al primer examen del presente curso escolar (2016-17) de 90 alumnos de 1º de la ESO divididos en cuatro grupos-clase, de agrupación heterogénea. El alumnado es del Instituto *Manuel Blancafort* de la Garriga, un municipio de unos 15.000 habitantes de la provincia de Barcelona. La investigadora es profesora de uno de los grupos.

Actividades

Para estudiar la dilatación térmica se han diseñado un conjunto de actividades que se inician con unas prácticas en que se aumenta y disminuye la temperatura de una bola metálica (dilatación de un sólido), del líquido que hay en un matraz con una pipeta de diámetro reducido en el extremo superior (dilatación de un líquido), y del aire de un matraz y de un globo encajado en su extremo (dilatación de un gas).

A continuación se hace un trabajo en grupos de tres alumnos en el que cada uno de ellos explica el proceso de dilatación de uno de los estados (sólido, líquido o gas) de una de las prácticas y hace un dibujo a nivel micro en que se muestra la separación y el movimiento de las partículas en cada caso.

Posteriormente, después de una puesta en común a nivel de grupo-clase, los miembros de cada grupo escriben juntos las semejanzas y diferencias de los tres procesos, para llegar finalmente a la definición de dilatación térmica.

Previamente se trabajan los requisitos tanto de una buena explicación científica como de una definición. Posteriormente se ponen en común las producciones de todos los grupos y se consensúan las ideas clave para realizar explicaciones a nivel interpretativo de los cambios de volumen de los objetos en situaciones de dilatación térmica.

Se realiza un examen sobre lo estudiado en el que hay dibujos de objetos en los que deben indicar la posición y movimiento de las partículas y preguntas sobre las prácticas, que incluyen dibujos a nivel micro y explicaciones, para acabar con preguntas de aplicación.

Después se aplica lo aprendido en el estudio del movimiento del agua en las plantas y el proceso de la transpiración, integrado en el modelo de ecosistema mediterráneo. También se aplica en explicaciones sobre las adaptaciones de los vertebrados a la temperatura, momento en que se estudiará en profundidad la diferencia entre calor y temperatura, la conducción y el equilibrio térmico, y en explicaciones sobre los cambios de estado y la convección, en el marco del ciclo del agua, momento en que se volverá a estudiar la transpiración. Así, a lo largo del curso se recogerán nuevos datos.

INSTRUMENTO DE ANÁLISIS

Para analizar las respuestas de los alumnos se han definido las ideas clave para explicar los fenómenos a nivel micro y se ha registrado el uso de las ideas en dibujos y en producciones escritas en las que se ha categorizado si el tipo de respuesta era sólo descriptiva o era explicativa. Hemos considerado que los alumnos, cuando no utilizan las ideas clave, sólo describen. En las explicaciones a nivel micro se ha diferenciado entre los alumnos que usan todas las ideas (explicaciones más complejas) y aquellos que sólo usan algunas de ellas. Finalmente, en las situaciones de aplicación también se ha anotado el uso más o menos completo de las ideas clave.

Dilatación térmica

En primer lugar se exponen las ideas clave de las explicaciones a nivel micro (Tabla 1). A continuación se muestran los resultados obtenidos de las respuestas de los 90 alumnos (Tablas 2, 3 y 4) y se procede

a su discusión. Las ideas clave no incluyen el grado de unión de las partículas y hace falta profundizar en las diferencias y relaciones entre los conceptos de calor, energía cinética y temperatura. Son aspectos que se trabajarán durante el curso, y que irán mejorando el nivel interpretativo de las explicaciones.

Tabla 1.
Ideas clave de las explicaciones sobre
la dilatación térmica en sólidos, líquidos y gases a nivel micro

Idea 1.- Separación de partículas en sólidos, líquidos y gases.
Idea 2.-Movimiento de partículas en sólidos, líquidos y gases.
Idea 3.-Relación entre calor y energía cinética (movimiento) de las partículas.
Idea 4.-Relación de la energía cinética con los cambios de volumen de los objetos.
Idea 5.-Relación de la energía cinética con los cambios de presión y volumen de los objetos.

Tabla 2.
Utilización de las ideas clave en dibujos (dilatación térmica)

<i>Ítems</i>	<i>Resultado</i>	<i>% alumnos</i>
Separación de partículas	No	4,4
	Sí	95,6
Movimiento de partículas	No	17
	Sí	83

La Tabla 2 muestra que prácticamente todos los alumnos (95,6%) incluyen en sus dibujos la idea de materia discreta, indicando la individualización y separación de las partículas de manera diferenciada en sólidos, líquidos y gases, siendo el porcentaje también elevado, pero menor, el de los alumnos que representan de algún modo su movimiento (83%).

Tabla 3.
Descripciones y explicaciones sobre dilatación térmica

<i>Ítems</i>	<i>Resultado</i>	<i>% alumnos</i>
Descripción de los procesos (nivel macro)	No	1
	Sí	99
Explicación de los procesos (nivel micro)	No explica	6,6
	Algunas ideas clave	36,7
	Todas las ideas clave	56,7

Tabla 4.
Aplicación de las ideas clave en explicaciones o reflexiones sobre fenómenos de dilatación térmica.

<i>Ítems</i>	<i>Resultado</i>	<i>% alumnos</i>
Preguntas de aplicación y reflexiones.	No aplica o no reflexiona	15,5
	Algunas ideas clave	39
	Todas las ideas clave	45,5

En la tabla 3 se observa que un 93,4% de los alumnos realizó explicaciones científicas, interpretativas, a nivel micro, de los procesos de dilatación térmica en sólidos, líquidos y gases; usando todas (36,7%) o algunas (56,7%) de las ideas del modelo.

Finalmente, en la Tabla 4 se observa que un 45,5% de los alumnos aplicó todas las ideas clave en preguntas de aplicación sobre cómo mide un termómetro la temperatura, o sobre las juntas de dilatación de los puentes, o los cambios de volumen de los neumáticos de los coches según las estaciones, y también en algunos ejemplos narrados por los alumnos en respuesta a otra pregunta en la que, realizando una explicación científica, deben explicar lo que les ha interesado más de lo estudiado. En esta pregunta muchos alumnos reflexionaron sobre las prácticas realizadas, pero algunos se refirieron a experiencias personales y otros aplicaron las ideas en reflexiones generales sobre la dilatación térmica.

CONCLUSIONES

Los resultados del análisis muestran que en las respuestas del examen analizado una gran mayoría de los alumnos hizo dibujos adecuados a nivel micro de los procesos de dilatación térmica y realizó explicaciones científicas, con distintos grados de desempeño, usando ideas clave de la interpretación de fenómenos de dilatación térmica. Además, un poco más de la mitad de los alumnos usó de manera adecuada las ideas clave en situaciones distintas a las estudiadas y muy pocos alumnos se limitaron tan sólo a describir los fenómenos.

Consideramos que ha sido clave la realización en grupo del trabajo sobre la dilatación de sólidos, líquidos y gases en que se trabajó de manera explícita el dibujo a nivel micro y la metodología para hacer buenas explicaciones y descripciones. El hecho de centrarse cada alumno en uno de los procesos y estudiarlo en profundidad, y luego comparar las producciones de manera conjunta, para encontrar semejanzas y diferencias, primero en grupo pequeño y luego con toda la clase y la profesora, permitió negociar significados y ayudó a construir el modelo.

De todos modos, los conceptos estudiados llevan asociadas muchas concepciones alternativas que son difíciles de superar, como muestran los resultados de diversos estudios (Domínguez Castiñeiras et al, 1996), y se constata en las explicaciones que algunas de las ideas tienen que revisarse y completarse para ir mejorando las producciones a medida que se adquieran nuevos conocimientos.

Es por ello que se han diseñado actividades, teóricas y prácticas, integradas entre ellas, para relacionar lo aprendido en diferentes escenarios a lo largo del curso, que permitan aplicar las ideas clave en la interpretación de distintas situaciones, y para ir completando la construcción y utilización del modelo cinético-corpuscular para propiciar que la mayoría de los alumnos lo interioricen y lo usen en sus explicaciones de fenómenos naturales.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia EDU2015-66643-C2-1-P).

Elena Gayán Rico imparte clase en los grupos estudiados y ha colaborado en la categorización y análisis de las producciones de los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHIEVE (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- ADÚRIZ-BRAVO, A., & IZQUIERDO-AYMERCH, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, Año 4 (3), 40-49.
- DOMÍNGUEZ CASTIÑEIRAS, JM., GARCÍA-RODEJA FERNÁNDEZ, E., ILLOBRE GONZÁLEZ, ML., CASTRO FUCCI, M., GARCÍA, S. & ROCHA, A. (1996). La naturaleza corpuscular de la materia y su utilización en el campo conceptual calor y temperatura. *Caderno Brasileiro de Ensino da Física*, 13(1), 11-31.
- IZQUIERDO, M., SANMARTÍ N., & ESPINET, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 17(1), 45- 59.
- MILLAR, R. (2010). *Analysing practical science activities to assess and improve their effectiveness*. Hatfield: Association for Science Education.
- OSBORNE, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25, 177–196.
- SMITH, C. L., WISER, M., ANDERSON, C. W., & KRAJCIK, J. (2006). Implications of research on children's learning for standards and assessment: A proposed learning progression for matter and the atomic-molecular theory. *Measurement: Interdisciplinary Research & Perspective*, 4(1-2), 1–98