

# Operativo Nacional de Evaluación

Informe de resultados ● Interpretación pedagógica  
de logros y dificultades

2000

FÍSICA - QUÍMICA

5°/6° Medio  
3° Polimodal



MINISTERIO de  
**EDUCACIÓN**  
PRESIDENCIA de la NACIÓN

**IDECE**

Instituto para el Desarrollo  
de la Calidad Educativa

## INFORME EVALUACIÓN 5° AÑO FÍSICA Y QUÍMICA - 2000

A partir de los resultados de la Prueba de Físico-Química del último año del nivel polimodal o nivel medio, que tuvo en el año 2000 carácter censal, se plantearán algunos ejercicios que han mostrado datos relevantes para una interpretación didáctica.

Fueron analizados minuciosamente para que los docentes los puedan comparar con las dificultades que presentan sus alumnos en sus prácticas cotidianas en las aulas. Es decir, este documento tiene como finalidad dar la posibilidad al docente de cotejar las interpretaciones y sugerencias propuestas para estos contenidos, con las suyas propias sobre las dificultades y las formas de superarlas.

### FISICA

- Calor

Un ejercicio que planteó mucha dificultad en su resolución fue el siguiente:

**9** El calor es

- A) la energía que intercambian los cuerpos cuando se hallan a distinta temperatura.
- B) una medida de la temperatura.
- C) la energía térmica que poseen los cuerpos.
- D) la capacidad que tienen los cuerpos para variar su temperatura.

N120257

Solamente el **18.8** por ciento de los alumnos respondió correctamente este ejercicio (opción A).

El **55.5** marcó el distractor C como correcto, lo cual podría estar indicando alguna dificultad en la comprensión del concepto de calor a partir de una confusión entre los conceptos de energía interna y calor.

Otro ejercicio que si bien fue respondido correctamente por la mayoría de los alumnos, revela algunas confusiones:

**11** Se mezclan 100 g de agua a 30 grados y 100 g de agua a 60 grados. La temperatura final de la mezcla será

- A) 30 grados.
- B) 45 grados.
- C) 60 grados.
- D) 90 grados.

N120229

En este caso el **45,98** por ciento de los alumnos respondió correctamente (opción B), pero un significativo **31,09** por ciento señaló al distractor D como el correcto, por lo que podemos conjeturar que estos alumnos no comprenden acabadamente los conceptos de calor y temperatura ya que asumen que la temperatura resultante es una suma de temperaturas.

En cambio, el siguiente ejercicio que podría suponer un alto grado de conceptualización sobre fenómenos energéticos alcanzó un buen rendimiento.

**10** Cuando la energía del Sol calienta la Tierra, el calor se transmite principalmente por

- A) conducción.
- B) convección.
- C) radiación.
- D) los tres mecanismos anteriores.

N120258

En este caso, el **68,21** por ciento de los alumnos señaló correctamente la opción C, lo que constituye el valor más alto de toda la evaluación. Una interpretación de estos resultados, a juzgar por los otros ejercicios citados, puede estar sugiriendo que la respuesta se basa en el conocimiento del término "radiación" directamente asociado a fenómenos solares, lo cual no supone una comprensión del concepto.

### **Consideraciones didácticas**

En muchos trabajos de investigación didáctica de las ciencias se ha puesto de manifiesto que los alumnos tienen ideas sobre el calor, la temperatura y los fenómenos caloríficos diferentes a las científicas y a la visión que de ellas se imparte en las aulas. En algunas ocasiones, recuerdan a las elaboradas por la ciencia en épocas antiguas (p.ej. la teoría del calórico).

Los alumnos asocian, en general, la temperatura de un cuerpo con las características macroscópicas de dicho cuerpo. Así, hay cuerpos que por naturaleza serían fríos (metales, piedras) y otros calientes (madera, lana). Cuando los cuerpos son del mismo material, la temperatura dependería de su tamaño.

Asimismo, encuentran dificultades para distinguir entre el concepto de calor, de contenido energético y de temperatura. Esto en general se percibe en la idea de temperatura como mezcla de calor y frío que posee un cuerpo, y en ocasiones, sólo como una medida del calor del cuerpo.



La energía se ve como algo material, como una sustancia. Una especie de combustible que puede gastarse y es necesario reponer. Así, el calor sería una sustancia opuesta a otra llamada frío. Calor y temperatura serían la misma cosa.

Muy posiblemente entre las explicaciones del por qué los alumnos tienen dificultad en comprender las concepciones científicas de calor y temperatura, y la explicación de los fenómenos relacionados con ellos, podrían estar las siguientes:

- La utilización cotidiana que se hace de la palabra calor. Frecuentemente se utilizan expresiones tales como "qué calor hace", "este objeto está caliente", "cerrá la puerta, que no entre frío", con lo que se crea una confusión conceptual desde el punto de vista científico, ya que unas veces lo utilizamos en lugar del término temperatura, otras veces se está empleando el concepto de energía interna y en la mayoría de los casos subyace la idea de que el calor es "algo" que tienen los cuerpos, que se puede dar o recibir.
- Las propias percepciones que los alumnos hacen a partir de sus experiencias sensoriales, "el metal es más frío que la madera". Así que, si se les pide la temperatura para distintos objetos que están en la misma habitación, nos darán distintas temperaturas para distintos materiales.
- Por otra parte, en el lenguaje que utilizamos los profesores en el aula continúan apareciendo términos que por tener su origen en las antiguas teorías del calor, parecen referirse a ellas.

Así, por ejemplo, se utiliza "capacidad calorífica", "calor cedido, calor absorbido", que parecen apoyar las ideas de los alumnos en cuanto a que el calor es "algo" que hay en los objetos.

- Electricidad y magnetismo

Como ejemplo, comentamos el siguiente ejercicio:

**12** Una brújula en el ecuador de la Tierra indica la dirección en la cual se encuentra el polo norte geográfico. Esa misma brújula en el ecuador de la Luna indicaría

- A) el polo sur magnético lunar.
- B) el polo norte magnético lunar.
- C) la dirección norte - sur terrestre.
- D) ninguna dirección particular.

N120260

El **46,32** % de los alumnos respondió correctamente indicando la opción d. Como dato complementario podemos señalar que un **23,91** % eligió el distractor b, lo cual podría señalar que estos alumnos además de considerar la existencia del campo magnético lunar han confundido el comportamiento de los polos magnéticos.

### Consideraciones didácticas

Algunas de las ideas y confusiones relacionadas con este tema que aparecen en diversos estudios son:

- Como ocurrió en el ejercicio comentado, en algunos alumnos parece existir una confusión con relación a nociones sobre imanes y propiedades magnéticas. Parece que estos alumnos interpretan del mismo modo la atracción gravitatoria y la atracción magnética. Así, consideran muchas veces la necesidad de un medio material (el aire) que permita la transmisión de la fuerza a distancia, por lo que en ausencia de aire no habría fuerzas magnéticas.
- Dificultades en la utilización de la terminología. Así, palabras como corrien-

- te eléctrica, electricidad y voltaje en muchos casos se consideran sinónimos.
- Considerar a la corriente eléctrica como un fluido material que se almacena en una pila y se consume en una lámpara.
- No se considera necesario en muchos casos cerrar un circuito eléctrico. En muchos otros casos en que se admite (no siempre se comprende) la necesidad de un circuito cerrado para que circule corriente eléctrica, no se comprende que el circuito sea un sistema de interacción en el que cualquier cambio afecta globalmente a todo el circuito.
- Dificultades en la interpretación de diagramas que representan un circuito. En muchos casos los alumnos no son capaces de asociar los circuitos reales con sus representaciones gráficas.

Consideramos deseable que frente a muchas de las interpretaciones alternativas que dan los alumnos sobre los contenidos de estos bloques, **la enseñanza de la física debe enfatizar el desarrollo del concepto de interacción entre cuerpos o sistemas.** Esta comprensión resulta necesaria para poder diferenciar entre energía, calor y temperatura. Asimismo, resulta importante alcanzar la comprensión de que la energía también se conserva y que es posible analizar situaciones de equilibrio como consecuencia de interacciones.

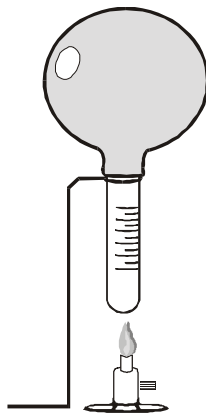
Con relación a electricidad y magnetismo se debería procurar que en la descripción del funcionamiento de los circuitos eléctricos, se emplee una serie de magnitudes (resistencia, potencial, intensidad) que favorecen la comprensión y alcanzan un sentido para los alumnos dentro del marco de la teoría eléctrica de la materia. Así como se explica que la energía se transfiere entre dos cuerpos que están a distinta temperatura hasta que se alcanza el equilibrio de temperatura, también se explica que existe corriente eléctrica entre dos puntos de un circuito mientras existe una diferencia de potencial entre dichos puntos. **Debido a la complejidad que suponen estos contenidos, resulta conveniente realizar sucesivas aproximaciones desde un punto de vista conceptual en lugar de fomentar el tratamiento puramente numérico de estos temas.**

## QUÍMICA

- Materiales, mezclas y sustancias.

Un primer ejemplo:

- 19** Cuando calentamos un tubo con aire al que le pusimos un globo en la boca, el globo se infla.



Para este proceso encontramos las siguientes explicaciones:

- I:** *aumentó la cantidad de aire.*  
**II:** *las moléculas del aire aumentaron su tamaño.*

Respecto de las afirmaciones anteriores podemos decir que

- A) sólo I es correcta.  
B) sólo II es correcta.  
C) ambas son correctas.  
D) ambas son incorrectas.

N120274



Aquí la amplia mayoría de los alumnos indicó al distractor B como correcto (42,74 por ciento) en tanto que el 21,95 por ciento señaló la opción correcta D. Una posible interpretación sugiere que la mayoría de los alumnos le adjudican propiedades macroscópicas a elementos de una escala microscópica, es decir podrían estar razonando que al aumentar el volumen del globo -estiramiento--, las moléculas sufrirían un proceso similar.

Otro caso:

**20** Cuando el hielo funde (se derrite), ¿qué les pasa a las moléculas de agua?

- A) Las moléculas funden.
- B) Las moléculas se mueven más libremente.
- C) Las moléculas comienzan a moverse.
- D) Las moléculas se hacen líquidas.

N120111

La mayoría de los alumnos eligió al distractor d como correcto (38,63 por ciento) frente a un 32,11 que señaló la opción correcta (opción B). Nuevamente, una posible interpretación de estos resultados sugiere que los alumnos están trasladando propiedades macroscópicas a fenómenos microscópicos, lo cual podría señalar la inadecuada comprensión de los principales conceptos implicados en este bloque.

**30** Al mezclar 20 ml de agua con 20 ml de etanol el volumen de la solución formada es menor que 40 ml, esto ocurre porque

- A) al ser el etanol menos denso que el agua, queda flotando.
- B) en contacto con el agua las moléculas de etanol se achican.
- C) las moléculas de etanol y de agua ocupan lugares vacantes entre ellas.
- D) las moléculas de alcohol y las de agua se atraen, y todas ellas se encogen.

N120283

Otro ejemplo:

En este caso la mayoría de los alumnos contesta correctamente por la opción C (un 31,43 %) mientras que el 27,46 % elige al distractor A, lo que podría estar señalando que estos alumnos no comprenden el concepto de solución.

### Consideraciones didácticas

La influencia de la enseñanza sobre la comprensión de la teoría cinética como modelo explicativo está vinculada con el tipo de cambio que tiene lugar en la materia. Parecería mucho más simple comprender en términos cinético-moleculares una disolución (una gota de tinta en agua) o una reacción química (acción de un ácido sobre el bicarbonato). Pero situaciones en que se propone un cambio de estado (fusión del hielo) estos términos resultan más complejos de explicar. Parece que en el núcleo de estas nociones que presentan los alumnos se encuentra una confusión entre los niveles macro y microscópicos, atribuyendo a las partículas propiedades que de hecho corresponden al nivel macroscópico.

Al no lograr integrar la percepción macroscópica con los modelos microscópicos utilizan la percepción para dar sentido a esos modelos.

Un concepto que resulta particularmente complejo para la enseñanza de la

química es que la materia es discontinua, que entre las partículas que la componen hay un espacio vacío. En muchas investigaciones en didáctica de las ciencias se ha mostrado que la mayoría de los alumnos poseen una concepción continua de la materia. Se trata de una concepción arraigada en la percepción macroscópica del mundo. Parecería que considerar a las partículas con rasgos macroscópicos, no pudiendo diferenciar entre un análisis micro y macro de la materia. Es decir, la concepción continua de la materia se elabora a partir del aspecto físico. Así por ejemplo, en el caso de los sólidos los alumnos llegan a considerar que entre las partículas no hay nada o hay más partículas de la misma sustancia. En los líquidos, las nociones varían según el aspecto o de las ideas de sustancia, y en el caso de los gases se asume generalmente que entre las partículas hay aire.

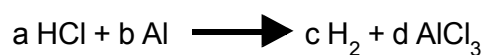
- Cambios químicos

**29** Si con un fósforo encendido se quema un poco de alcohol en un plato, hasta que no quede líquido, ¿qué sucede?

- A) Los gases producidos continúan siendo alcohol.
- B) Los gases obtenidos son sustancias nuevas, diferentes del alcohol.
- C) El alcohol desaparece, se convierte en energía.
- D) El alcohol se volatiliza y se transforma en una llama. N120286

En este ejercicio, la amplia mayoría de los alumnos señaló al distractor D como correcto (un **62,67 %**), representando el más difícil de toda la evaluación. Mientras que sólo el **12,66 %** eligió la opción correcta B. Una posible interpretación de estos resultados sugiere que la mayoría de los alumnos en este caso desconoce la ley de conservación de la materia pudiendo llegar a considerar que no existen aquellos aspectos de la realidad no percibidos directamente por los sentidos.

**28** Dada la siguiente ecuación



los coeficientes correctos son

- A)  $a = 3, b = 1, c = 1, d = 1$
- B)  $a = 6, b = 2, c = 3, d = 2$
- C)  $a = 2, b = 1, c = 1, d = 1$
- D)  $a = 3, b = 1, c = 3, d = 1$

N120165

En este caso solamente el 36,17% de los alumnos señalaron la opción correcta B. Mientras que un 24,63% señaló al distractor C, lo cual podría indicar que estos alumnos solamente tuvieron en cuenta al hidrógeno para analizar los coeficientes.



## Consideraciones didácticas

Con relación a las ideas que poseen los alumnos sobre la conservación de la materia, algunas relevadas en la bibliografía son las siguientes:

- Entienden la conservación de la masa y de la sustancia como problemas independientes.
- La conservación de la materia depende de las características observables.
- En general, explican los cambios que se producen en un sistema, no lo que permanece igual.
- Hay confusión sobre lo que es un cambio físico y un cambio químico.
- Las interpretaciones de los cambios, por lo general, se hacen en términos de transmutación y conservación de la sustancia con pérdida de masa.

Las ideas de los alumnos parecen organizarse en un primer momento sobre la idea de cambio sin conservación. Es decir, se considera que la realidad es tal cual la vemos. Así por ejemplo, si se propone analizar una situación donde se evapora alcohol, se interpreta que éste ya no existe una vez evaporado. En otros casos, sí se acepta que algo de alcohol puede quedar (se puede sentir el olor) pero ha pasado a otra realidad por lo que consideran que ha perdido parte de su masa. También se puede interpretar que una sustancia puede cambiar sin necesidad de interacción con otras, lo que supone una transmutación. Algunos autores han sugerido que los alumnos tienden a explicar los cambios, no los estados.

Con relación a los cálculos con reacciones se presentan muchas dificultades. A menudo se ha verificado que los alumnos emplean reglas incorrectas de conservación de moles, establecen relaciones directas entre masas de compuestos en una reacción, sin tener en cuenta los coeficientes de la reacción ajustada, no distinguen entre subíndices y coeficientes en las fórmulas o no comprenden la ley de las proporciones definidas.

Las explicaciones sobre los cambios de la materia implican comprender el mecanismo subyacente al cambio en términos de interacción de sistemas que llevan a la conservación y el equilibrio. Consideramos entonces que se debe profundizar el estudio sobre el movimiento intrínseco de las partículas que componen un material y el movimiento aparente de ese mismo material, es decir su apariencia ante nuestra percepción. Es decir, si pensamos que aprender química es reconocer la existencia de propiedades no observables de la materia que se conservan a pesar de los cambios que se experimenten, es necesaria la comprensión de la conservación de las cantidades (masa, peso) y la comprensión de conservaciones cualitativas, lo que permite identificar un cambio químico de otro físico.

Como diversos estudios han mostrado, los alumnos tienden a explicar los cambios, no los estados. Así, buscan explicaciones sobre los cambios aparentes de la materia pero no a los estados, a lo que permanece luego del cambio por lo que recomendamos proponer alternativas diversas. Todas ellas deben apuntar a favorecer la comprensión de que las interacciones entre sistemas o partes del mismo, llevan a intercambios de materia y energía con cambios en las cantidades (masa, concentración) de las sustancias implicadas, sin que por ello se alteren determinadas propiedades (masa y energía totales). La comprensión de que toda interacción entre dos sistemas supone cambios en los dos, que cuando uno gana (materia o energía) lo hace a partir de lo que otro cede, constituye uno de los objetivos centrales en la enseñanza de la química.