

# LA TECNICA DEL TEST EXPERIMENTAL EN EL ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DISPERSOS EN QUIMICA GENERAL CON ALUMNOS DE MAGISTERIO

J. ALEMAN PUJANTE  
J. MARTINEZ GOMEZ

## RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla una nueva metodología sobre un tema concreto referido a la química general. Lo denominamos técnica del Test Experimental y su desarrollo implica la utilización de un Test de trabajo con tres misiones distintas, a saber: Indagación de errores en los conceptos iniciales del alumnado; Documento base para el tratamiento teórico-práctico del tema; Documento de evaluación. Aunque su aplicación se realizó sobre alumnos de nuestra Escuela, estimamos posible su adaptación a otros niveles de enseñanza.

## ABSTRACT

In the present paper, a new methodology is developed about specific topic in the general Chemistry area. We call this, the Experimental Test technique, and its development implies using a work test with three different missions: Error inquiring of the student's initial concepts; Base document for the theoretical-practical treatment of the topic; Evaluation document. Though the application of this was made upon students at our School, we think it's possible to adapt to other teaching levels.

## PALABRAS CLAVE

Sistemas Dispersos, Metodología Formación del Profesorado.

## KEYWORDS

Disperse systems, Teacher's Training Methodology.

## 1. INTRODUCCION

La práctica diaria nos ha mostrado, a lo largo de los años, cuán difícil es que en un solo curso, los alumnos de las Escuelas de Formación del Profesorado de E.G.B. consigan un aprendizaje, suficientemente significativo, de los fundamentos generales de la Ciencia Química. Y ello, a pesar de que en su mayoría hayan anteriormente cursado estudios de esta ciencia.

Tal situación se ha tratado de subsanar por el Profesorado, dedicando mucho tiempo al mejoramiento de la metodología, en sus aspectos teóricos y experimentales.

De los muchos intentos realizados, uno de ellos aparece plasmado en el presente trabajo, desarrollado sobre un grupo de alumnos de segundo curso de la especialidad de

Ciencias Físico-Matemáticas, cuyo currículum científico viene explicado en el siguiente cuadro:

Alumnos que cursaron Química en B.U.P. ....	95%
Alumnos que cursaron Química en B.U.P. y en C.O.U. ....	90%

## 2. EL TEST EXPERIMENTAL

### 2.1. Etapas del Test Experimental

- 1) Elección de un Tema o Centro básico de la disciplina.
- 2) Elaboración de un Test Experimental que pretende averiguar:
  - A) Los términos científicos, referentes al tema elegido, que son usuales en el vocabulario del alumnado.
  - B) El tipo de estructuración mental que corresponde a los conceptos encerrados en los términos que manejan; es decir, la corrección o error de los citados conceptos.
  - C) La influencia que la realización práctica del Test ejerce sobre la formulación de aquellos conceptos.
  - D) La influencia que el proceso enseñante aconsejado por C), y realizado por el Profesor, ejerce sobre el aprendizaje.

### 2.2. Formulación del Test Experimental

De lo dicho, se desprende que el Test Experimental debe redactarse teniendo en cuenta los dos extremos siguientes:

- A) Las características del alumnado.

Los alumnos que cursan estudios de Ciencias en la Escuela de Formación del Profesorado de E.G.B. se pueden considerar, en general y en lo que se refiere a desarrollo de Currículum Científico, como de tipo medio.

- B) La finalidad a que han de ser destinados los conocimientos adquiridos; o lo que es lo mismo, la misión que éstos han de desempeñar.

Desde este punto de vista, es necesario considerar que la misión básica del Profesor de E.G.B. en ejercicio, se encamina a dotar a los alumnos de este nivel de:

- Un cierto desarrollo en habilidades y destrezas científicas.
- Unas actitudes que también sean científicas.

- Unos conocimientos básicos que le permitan interpretar los hechos o fenómenos que aparecen en su vida diaria, la conformación del Universo, y la prosecución de su ulterior formación.

Los dos extremos señalados abogan porque las experiencias del Test, se ajusten en la medida de lo posible a aquellas que en su vivir diario les sean familiares.

### 2.3. Realización Práctica del Test

La realización práctica del Test se desarrolla en tres etapas sucesivas, a saber:

- Etapa inicial o de Diagnóstico. El Test es sometido al alumnado que tras contestarlo es evaluado por el Profesor.
- Etapa Experimental. Las experiencias contenidas en el Test son realizadas por el alumnado en el laboratorio. Tras ser contestado de nuevo, el Profesor vuelve a evaluarlo.
- Etapa de Reflexión. En diálogo con los alumnos el Profesor trata el Test en clase y aprovecha cada experiencia para exponer la teoría sobre la que se sustenta. Acabado el proceso los alumnos contestan de nuevo el Test y el Profesor lo evalúa.

## 3. REALIZACION PRACTICA DE LA TECNICA DEL TEST EXPERIMENTAL SOBRE UN GRUPO DE ALUMNOS, ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE FORMACION DEL PROFESORADO DE E.G.B. Y PERTENECIENTES AL CURSO SEGUNDO DE LA ESPECIALIDAD DE CIENCIAS FISICO-MATEMATICAS

TEMA ELEGIDO: Las mezclas y sus propiedades. Test: al final del trabajo.

### 3.1. Etapa Inicial del Diagnóstico (Explicado en la TABLA I)

TABLA I

<i>Término</i>	<i>Alumnos para los que el término forma parte de su vocabulario</i>	<i>Alumnos para los que el término es desconocido</i>
Fase dispersante		
Fase dispersa. Gel.	0%	100%
Disolución coloidal		
Rectificación		
Disolución verdadera		
Suspensión. Filtración	58'82%	41'18%
Sedimentación		
Soluto y Disolvente		
Ascenso ebulloscópico		
Descenso crioscópico	16'65%	83'35%
Destilación		
Presión osmótica		

El análisis de los datos de esta tabla I pone de manifiesto que los conceptos ya establecidos en el alumnado se limitan al de disolución verdadera y suspensión, que explicarán, a través del concepto de homogeneidad-heterogeneidad y del de estabilidad, medible por las dos operaciones filtración-sedimentación. Los resultados se muestran en la tabla II.

TABLA II

Errores en los conceptos iniciales de los alumnos, referidos al tema: Las mezclas y sus propiedades

<i>Conjunto</i>	<i>Agua azucarada</i>	<i>Leche natural</i>	<i>Suspensión de arcilla en agua</i>
Alumnos que consideran al conjunto homogéneo	33'34%	61'11%	25%
Alumnos que consideran al conjunto heterogéneo	66'66%	38'39%	75%
Alumnos que estiman que la sedimentación separa a los componentes	61'66%	36%	76%
Alumnos que consideran que la filtración separa a los componentes	65%	37%	80%

A la luz de los datos anteriores se puede concluir que para la mayor parte del alumnado:

1) Los conceptos de solución y suspensión aparecen como las dos respuestas posibles al comportamiento físico de un soluto frente a un disolvente, a saber: si el soluto es soluble surge la disolución verdadera, si no lo es, la suspensión. En sus esquemas no aparece, por tanto, la posibilidad de la solución coloidal. Por otra parte, no acusan diferencia entre aquellas al suponerles la misma estabilidad frente a la sedimentación.

2) El concepto homogeneidad-heterogeneidad lo identifican con el de pureza, toda vez que entienden por homogéneo al conjunto formado por una sola sustancia y por heterogéneo al formado por varias.

3) Si es cierto que el concepto operativo de sedimentación y filtración aparece expresado correctamente, no ocurre así con su fundamento, ya que estiman que ambas operaciones lograrán separar los componentes de los conjuntos formados por más de una sustancia.

Hacemos notar que quizá influidos por la publicidad, los alumnos consideraron a la leche como una sustancia pura.

**3.2. Datos relativos a las propiedades temperatura de ebullición y temperatura de fusión-solidificación de las soluciones verdaderas en la etapa inicial o de diagnóstico (indicados en la tabla III).**

**TABLA III**

Porcentaje de alumnos que estiman que la temperatura de ebullición de la solución de dos líquidos volátiles (alcohol-agua-vino) es:

- a) La del agua, que permanecerá constante en el proceso ..... 33'33%
- b) En primer lugar la del alcohol, que permanecerá constante mientras éste no sea expulsado; posteriormente la del agua ..... 27'77%
- c) Una temperatura intermedia, respecto a la de los componentes, que permanecerá constante durante el proceso ..... 22'22%
- d) Contestación idéntica a c), sólo que será variable ..... 5'55%
- e) No sabe ..... 11'11%

Tanto por ciento de alumnos que estiman que la temperatura de ebullición de una solución de sal común en agua es:

- a) La del agua pura, que permanecerá constante durante el proceso ..... 44'44%
- b) Mayor que la del agua pura, que permanecerá constante durante la ebullición ..... 33'33%
- c) Mayor que la del agua y variará durante la ebullición ..... 16'66%
- d) No sabe ..... 5'57%

Tanto por ciento de alumnos que estiman que la temperatura de solidificación de la solución sal-agua es:

- a) La del agua pura y se mantiene constante durante el proceso ..... 44'44%
- b) Mayor que la del agua y se mantiene igualmente constante ..... 22'22%
- c) Inferior a la del agua y se mantiene también contante ..... 11'1%
- d) No sabe ..... 22'23%

Como era de esperar, dada la ausencia de conceptos referentes a estas propiedades, la reflexión inicial sobre los comportamientos optan por las soluciones de mayor simplicidad, a saber: de una parte ignorar la presencia del acompañante del agua y su posible influencia; de otra, suponer que cada componente se comportará con absoluta independencia del otro.

Señalaremos aquí, que en principio parece no tener sentido solicitar respuestas sobre fenómenos cuyo fundamento el alumnado no conoce; sin embargo, tal hecho es de gran importancia, dado que les obliga a una reflexión inicial, que de inmediato va a ser puesta en entredicho por la experimentación, lo que sin duda es origen de una fuerte motivación.

### 3.3. Influencia de la experimentación en la situación inicial del alumnado. Etapa experimental

Realizadas las experiencias contenidas en el Test experimental, es evidente, que las respuestas a los comportamientos son correctas en todos los alumnos, ya que son datos experimentales. Por tanto la evaluación se centra sobre la justificación de los hechos y la modificación de los conceptos. Los resultados más significativos aparecen en la tabla IV.

*TABLA IV*

Tanto por ciento de alumnos que:

- |  |        |
|--|--------|
| a) Remodelan su concepto de homogeneidad-heterogeneidad pasando a un criterio óptico .....   | 81'25% |
| b) Encuentran el fundamento de la filtración, en base al tamaño del poro del papel .....   | 18'75% |
| c) Encuentran el fundamento de la sedimentación, en base al tamaño de las partículas dispersas .....                               | 43'75% |
| d) Interpretan la variación de la temperatura de ebullición de la solución salina en base a la variación de la concentración ..... | 37'50% |
| e) Interpretan la variación de la temperatura de ebullición del vino en base a la variación de la concentración .....              | 50%    |

El contenido de la tabla pone de manifiesto, que ya la experimentación, provoca en cierto número de alumnos cierto grado de remodelación en sus conceptos iniciales. Sin embargo, estimo que con tener su importancia, no es ésto lo más importante como utilidad de la fase experimental, pues de lo que no cabe duda es, que esta fase:

- Ha hecho entrar en conflicto, mediante la consideración de los datos experimentales, las primitivas concepciones del alumnado; en consecuencia,

- Debe generar en él, la suficiente motivación para desear el reencuentro con el equilibrio, lo que supone una situación óptima para la etapa final de reflexión.

## 4. INFLUENCIA DEL PROCESO ENSEÑANTE

### 4.1. Etapa de reflexión

Como etapa final se trató el Test en clase siguiendo la secuencia siguiente:

- a) Exposición de la teoría básica.
- b) Aplicación de la misma a cada una de las experiencias del Test.

### 4.2. Etapa de evaluación

Para la evaluación, en esta etapa final se mantuvo el espíritu del Test, si bien las experiencias se plantearon de un modo más general, para tratar de eliminar así la acción de la memoria sobre hechos concretos. Los resultados se muestran en la tabla V.

TABLA V

Tanto por ciento de alumnos que:

a) Considera a los términos técnicos manejados en el estudio de las mezclas como incluidos en su vocabulario .....	100%
b) Expresan correctamente el concepto de homogeneidad y los fundamentos de las operaciones filtración y sedimentación .....	85%
c) Interpretan con corrección las propiedades de las soluciones diluidas .....	70%
d) Distinguen las soluciones verdaderas de las coloidales en base a la solubilidad y tamaño de partícula .....	80%

CONCLUSION: Se ha puesto en práctica una técnica de estudio de los sistemas dispersos que a nuestro entender presenta las ventajas siguientes:

- a) Contiene un fuerte motivador.
- b) Pone al descubierto los conceptos iniciales, erróneos o no, del alumnado.
- c) Conjunta los aspectos intelectual y manual del estudiante.
- d) Por último, facilita en gran medida el conocimiento y evaluación del alumnado.

## 5. TEST EXPERIMENTAL

1) Los dos tipos de compuestos químicos más importantes son los moleculares y los iónicos; ejemplos respectivos de ambos son el azúcar y la sal común.

A) Suponga que tiene un terrón de azúcar de los que utiliza para endulzar el café y lo divide por la mitad en dos partes; cada uno de éstos en otros dos, y así sucesivamente. Admita que este proceso puede hacerlo hasta llegar a romper el terrón en los trozos más pequeños posibles;

- Cada uno de los trozos más pequeños conseguidos, ¿qué serían?
- Es evidente que con el procedimiento mecánico descrito es imposible conseguir la meta, que teóricamente se ha admitido. ¿Conoce algún procedimiento para conseguirlo?
- Justifique sus respuestas.

B) Se le solicitan las mismas respuestas suponiendo que lo descrito en A) es un cristal de sal común.

2) En el desarrollo diario de su vida Ud. prepara algunas disoluciones; por ejemplo, cuando endulza una manzanilla que le sirven en el bar.

A) Suponga que la manzanilla endulzada la filtra a través de un papel de filtro:

- ¿Cree que la manzanilla endulzada es un conjunto homogéneo o heterogéneo?
- ¿Qué espera que ocurra en la filtración?
- Justifique sus respuestas.

B) Se le solicitan respuestas a las mismas preguntas, si lo que filtra es un poco de leche natural.

C) Se le solicitan respuestas a las mismas preguntas, si lo que filtra es un poco de agua turbia, de la que lleva el río tras haber llovido.

3) Suponga que en tres vasos distintos coloca muestras de los conjuntos indicados en A), B) y C), y las deja en reposo hasta el día siguiente.

- ¿Qué espera que ocurra en cada uno de los vasos?
- Justifique sus respuestas.

4) Suponga que en un vaso que contiene agua destilada disuelve un puñado de sal; el conjunto se parece al agua del mar.

A) A la presión atmosférica el agua hierve a los  $100^{\circ}\text{C}$  y a esa temperatura la sal es sólida; si el conjunto lo pone a hervir en las condiciones señaladas:

- a) ¿A qué temperatura espera que comience a hervir?
- b) ¿Espera que esa temperatura se mantenga a lo largo de la ebullición o que por el contrario varíe?
- c) Justifique sus respuestas.

B) Se solicitan las mismas respuestas en el supuesto de que se rodee el conjunto de una mezcla frigorífica, para que se produzca la solidificación.

5) El vino es agua que básicamente contiene colorantes y alcohol. A la presión atmosférica el agua hierve a 100° C y el alcohol a 78'3° C.

A) Si pone a hervir un poco de vino a la presión atmosférica:

- a) ¿A qué temperatura espera que comience a hervir?
- b) ¿Espera que esta temperatura se mantenga contante durante la ebullición o que por el contrario varíe?
- c) Justifique sus respuestas.

B) Se solicitan las mismas respuestas en el supuesto de que se sometiera un poco de vino a la solidificación.

6) Supongamos que en un osmómetro se coloca dos soluciones de sal en agua de muy distinta concentración:

- a) ¿Qué espera que ocurra en el aparato?
- b) Justifique sus respuestas.

7) Suponga que en 100 c.c. de agua destilada disuelve un cristalino de cloruro férrico y pone el conjunto a hervir quince minutos. Obtendrá un conjunto con ligera turbidez que presenta un tinte azulado:

- a) ¿A qué cree que se debe este cambio de aspecto?
- b) Justifique sus respuestas.

8) En un vaso que contiene 40 c.c. de agua destilada disuelva 10 c.c. de silicato sódico comercial (solución). Sobre el conjunto añada 15 c.c. de solución de ácido fosfórico 2 Molar. Agite y déjelo reposar. Observará que al cabo de unos minutos se le forma un sólido semitransplante que no cae del vaso al invertirlo.

- a) ¿A qué cree que se debe este comportamiento?
- b) ¿Conoce el nombre que se da a los materiales de este tipo?
- c) Justifique sus respuestas.

9) Díganos lo que significan para Ud. los términos siguientes: Disolución o solución verdadera; solución coloidal; suspensión; filtración, ascenso ebulloscópico, descenso crioscópico, destilación, rectificación, soluto, disolvente, fase dispersa, fase dispersante, sedimentación y presión osmótica.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACHINSTEIN, P. y NANNAWA, Y.D. (1985): *Observation, Experiment and Hypothesis in Modern Physical Science*. MIT Press, Cambridge.
- BRODY, B. y CAPALDI, N. (1986): *Science Methods and Goals*. Benjamín, Nueva York.
- BACHELARD, G. (1982): *Essai sur la connaissance approchée*. Vrin, París.
- ECHEVARRIA, J. (1989): *Introducción a la Metodología de la Ciencia*. Barcanova, Barcelona.
- GLYMOUR, C. (1982): Experimentation and Scientific Realism, en *Philosophical topics*, 13, pp. 81-87.
- HINTIKKA, J. (1981): On the Logic of interrogative Model of Scientific Inquiry, en *Sinthese*, 47, pp. 69-83.
- LAHERA, J. (1969): *Introducción a la Didáctica de la Química*. Editorial Vicens-Vives, Barcelona.
- NUFFIELD (1974): *Química Avanzada*. Editorial Valdés M., Madrid.
- PIAGET, J. (1977): *La explicación en las Ciencias*. Martínez Roca, Barcelona.
- UNESCO (1975): *Tecnología en la Enseñanza de las Ciencias*. Editorial Teide, Barcelona.
- UNESCO, (1978): *Nuevo Manual para la Enseñanza de las Ciencias*. Editorial Edhasa, Barcelona.