



# **MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA (FÍSICA Y QUÍMICA)**

**Asignatura:** Didácticas de la Química

**Profesor:** M<sup>a</sup> Mercedes Martínez Aznar

Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales,  
Sociales y Matemáticas.

Facultad de Educación-CFP.

# **Bloque 1: El aprendizaje de los contenidos de Física y Química**

**“Teorías del aprendizaje y sus implicaciones para la enseñanza de las ciencias (F y Q)”**

# **Fuentes psicológicas del currículo de ciencias:**

- 1. Teoría constructivista cognitiva de Piaget**
- 2. Perspectiva sociocultural de Vygotsky**
- 3. Ausubel**
- 4. Constructivismo 'didáctico'**
- 5. Cambio conceptual**
- 6. Teoría del Procesamiento de la Información**

# **1. Teoría constructivista cognitiva de Piaget**

**La teoría de la epistemología  
genética de Piaget describe  
cómo se genera el  
conocimiento en los seres  
humanos**

**Los individuos atraviesan  
distintos períodos de  
desarrollo psicoevolutivos  
que están caracterizados por  
tipos de estructuras mentales**

## **Períodos psicoevolutivos de Piaget:**

- **Sensoriomotor (0-2 años)**
- **De la inteligencia representativa (2-15 años):**
  - a) **Subperíodo preoperativo (2-7 años)**
  - b) **Subperíodo de las operaciones concretas (8-12 años)**
  - c) **Subperíodo de las operaciones formales (12-15 años)**

# **Esquemas operatorios formales según Inhelder y Piaget:**

- a) Operaciones combinatorias**
- b) Proporciones**
- c) Coordinación de dos sistemas de referencia**
- d) Noción de equilibrio mecánico**
- e) Noción de probabilidad**
- f) Noción de correlación**
- g) Compensaciones multiplicativas**
- h) Formas de conservación más allá de la experiencia**



**Los esquemas conceptuales  
relacionados con el  
aprendizaje de la química son:**

**1. La discontinuidad de la  
materia,**

**2. La conservación de  
propiedades no observables,**

**3. La cuantificación**

**Las estructuras mentales se  
construyen mediante  
equilibrios progresivos entre  
un mecanismo asimilador y  
una acomodación  
complementaria**

**Las estructuras mentales no  
son innatas, sino adquiridas, se  
construyen y se hacen más  
complejas**

**El modelo no describe  
cómo se adquieren los  
contenidos particulares del  
aprendizaje sino cómo se  
construyen las estructuras  
o capacidades mentales  
generales que permiten a  
los individuos aprender**

***- La secuencia didáctica debe considerar las características psicoevolutivas de los estudiantes.***

***-“La camisa piagetiana” es la herramienta para confeccionarlas.***

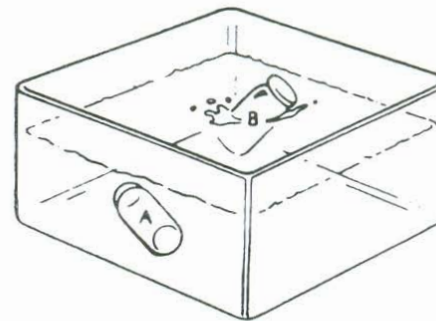
### **-FLOTANDO Y HUNDIENDOSE-**

El bote A pesa 500 g y tiene un volumen de  $400 \text{ cm}^3$ . Se hunde en el agua.

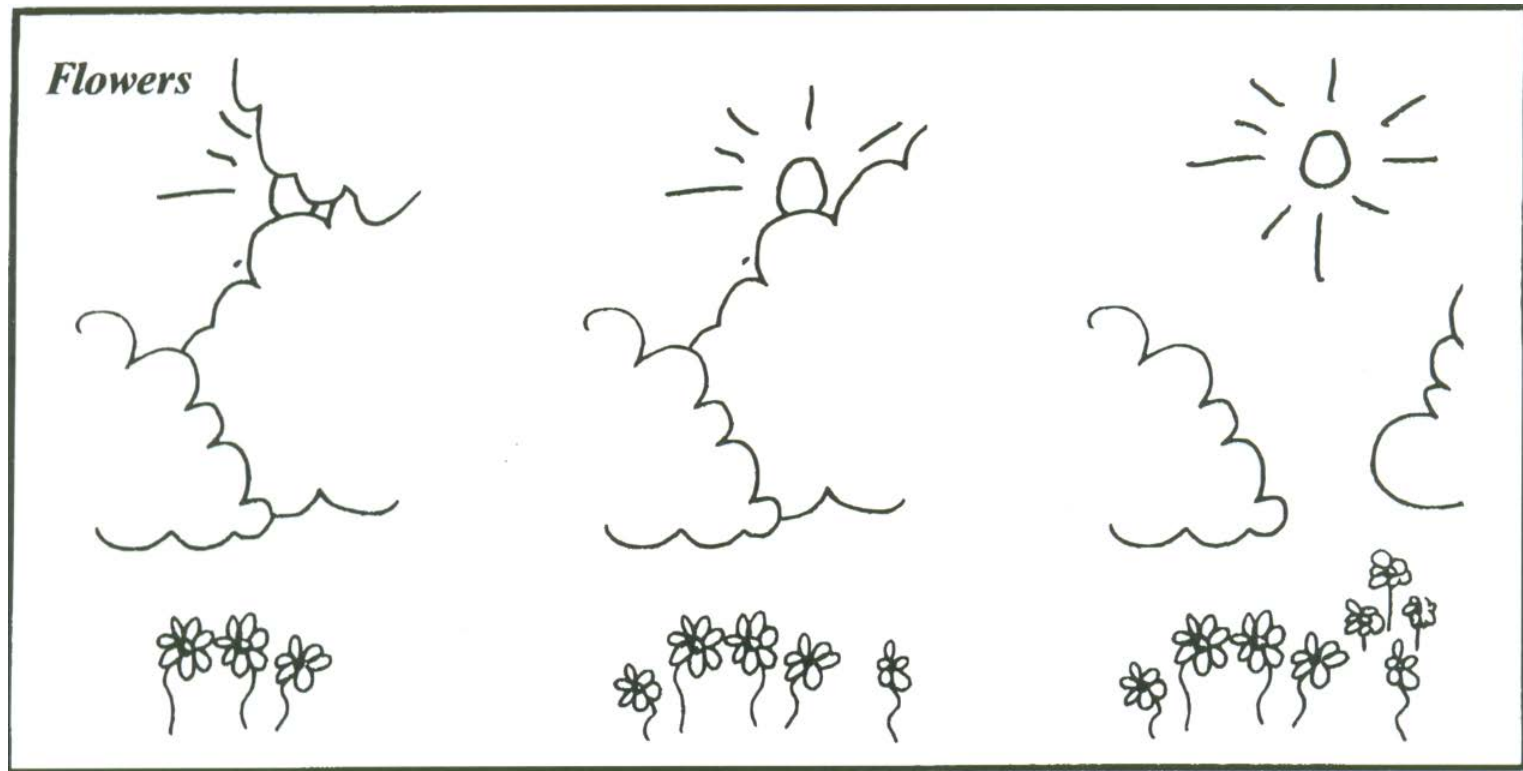
El bote B pesa 600 g y su volumen es de  $700 \text{ cm}^3$ . Flota en el agua.

Para cada uno de los siguientes botes decir si flota o se hunde en el agua y porque piensas eso:

1. Masa 500 g y volumen  $300 \text{ cm}^3$ .
2. Masa 500 g y volumen  $750 \text{ cm}^3$ .
3. Masa 250 g y volumen  $200 \text{ cm}^3$ .
4. Masa 1500 g y volumen  $1800 \text{ cm}^3$ .
5. Masa 900 g y volumen  $1200 \text{ cm}^3$ .



En el recuadro hay tres dibujos. Algunas cosas varían y otras no. Escribe las variables en cada dibujo, cuáles son sus valores, y si existe relación entre las variables.



(Adey, Shayer y Yates, 1995. *Thinking Science*)

## **2. Perspectiva sociocultural de Vygotsky**



**El contexto social y cultural,  
incluido el papel de los iguales  
son fundamentales para el  
aprendizaje**

**Reconocimiento expreso del  
papel del lenguaje y de la  
Zona de Desarrollo Próximo  
(ZDP)**

**Para el aprendizaje de la  
química, el lenguaje es muy  
relevante pues los contenidos  
suelen ser ajenos a la  
cotidianidad**

**La ZDP representa el potencial de desarrollo conceptual de los estudiantes en un área determinada, en función de la intervención del profesor. Ese apoyo es el “andamiaje”.**

**El “andamiaje” son aquellas acciones que debe realizar el docente para ayudar al estudiante a alcanzar la comprensión conceptual.**

**El “andamiaje” recae en manos  
del profesorado.**

### **3. Ausubel y el aprendizaje significativo**

***“No basta que los alumnos sean activos en sus métodos de trabajo si las actividades que realizan son arbitrarias o carecen de significación”***

**(Ausubel, 1968)**



**Según Ausubel “la esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial con lo que el alumno ya sabe, [con] algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos (por ejemplo una imagen, un símbolo ya con significado, un contexto, una proposición)”**

## ***Condiciones del aprendizaje significativo de Ausubel:***

- 1) que el alumno muestre una actitud favorable al aprendizaje,***
- 2) que el material nuevo sea potencialmente significativo para el alumno.***

***La secuencia didáctica debe seguir el principio de “diferenciación progresiva”:***

- 1) Se aprende más fácilmente desde lo global a lo particular,***
- 2) Los contenidos se organizan jerárquicamente en la mente de los sujetos.***

***“Si yo tuviera que reducir toda  
la Psicología educativa a un  
solo principio, enunciaría éste:  
Averígüese lo que el alumno ya  
sabe y enséñesele  
convenientemente”***

***Ausubel (1976), pág. 389.***

## **4. Constructivismo didáctico**

**Hacia un nuevo modelo de enseñanza y aprendizaje:**

***El* CONSTRUCTIVISMO como propuesta que concibe el aprendizaje de las ciencias como una construcción de conocimientos que parte de conocimientos previos y donde comprender supone establecer relaciones**

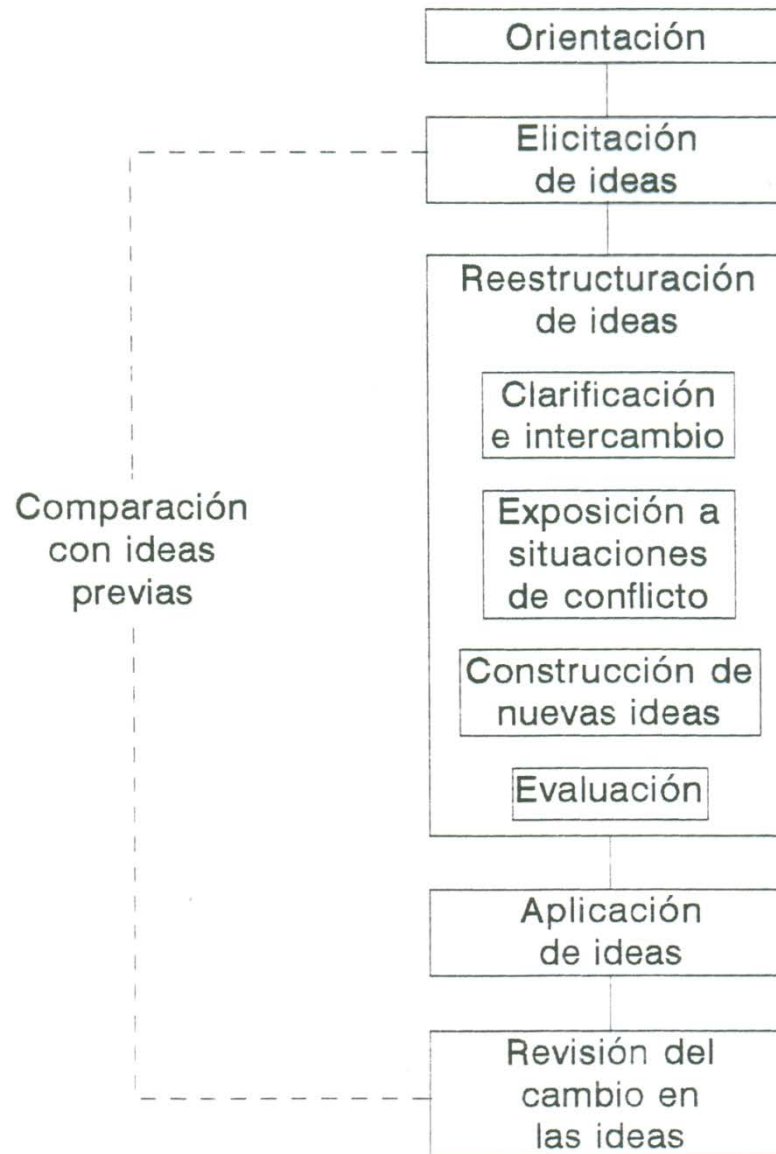
## **Características de las **concepciones alternativas** de los alumnos:**

- **son construcciones personales**
- **son incoherentes desde el punto de vista científico**
- **son estables y resistentes al cambio**
- **son compartidas por las personas**
- **tienen caracter implícito**
- **buscan la utilidad**

# **Clasificación según su origen:**

- **Concepciones espontáneas**
- **Concepciones inducidas**
- **Concepciones analógicas**





## **5. Cambio conceptual**

**“El aprendizaje de la ciencia es complejo, el alumno ha de adquirir nueva información, reorganizar el conocimiento existente e incluso abandonar ideas profundamente asumidas [...]. La analogía entre el aprendizaje individual y el cambio conceptual en las disciplinas científicas ha sido fructífera y ha propiciado un marco adecuado para el análisis del aprendizaje de las ciencias”**

**(Hewson, 1981)**

**El CAMBIO CONCEPTUAL por similitud entre la investigación científica y el aprendizaje, puede ser por ASIMILACIÓN y ACOMODACIÓN.**

**Las **CONDICIONES** del cambio por acomodación son:**

- 1) debe existir insatisfacción con las concepciones existentes**
- 2) la nueva concepción debe ser inteligible**
- 3) la nueva concepción debe aparecer como verosímil y plausible**
- 4) el nuevo concepto debe sugerir la posibilidad de un programa de investigación fructífero**

## **ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS** para el cambio conceptual:

- 1) crear conflictos cognitivos**
- 2) diagnosticar las ideas de los alumnos y las acciones que resisten al cambio**
- 3) desarrollar estrategias para que el profesor pueda incidir en el cambio**
- 4) ayudar a los alumnos a dar sentido a los contenidos científicos**
- 5) desarrollar técnicas de evaluación que ayuden a los profesores a seguir el proceso del cambio conceptual en los estudiantes**

## **FUNCIONES DEL PROFESOR:**

- 1) ser un adversario (socrático)**
- 2) ser un modelo de pensamiento científico  
(coherencia interna de sus creencias)**

**Necesidad de un triple cambio:  
conceptual, metodológico y actitudinal**



**Para vuestras Unidades didácticas tendréis que:**

**a) Identificar y caracterizar las concepciones alternativas sobre los contenidos incluidos.**

**b) Seleccionar pruebas y actividades para la detección de dichas concepciones.**

# **ESTRATEGIAS/TÉCNICAS PARA DETECCIÓN DE CONCEPCIONES**

<b>CONVERSACIONALES</b>	<b>ESCRITAS</b>	<b>OBSERVACIONALES</b>
<b>Entrevistas</b> <b>Coloquios</b>	<b>Cuestionarios</b> <b>Mapas conceptuales</b> <b>Problemas</b> <b>Dibujos</b> <b>Representaciones</b>	<b>Profesor</b> <b>Observador</b>

***Alum. En el hielo y el agua líquida los átomos son los mismos.***

***Prof. ¿Hay algo más que átomos?,  
¿algo que se hiela entre ellos?***

***Alum. No...bueno no lo sé...sí, no, todo  
son átomos pero en el hielo están  
congelados.***

***Prof. ¿Dónde va el agua que se evapora?***

***Alum. Al aire...no en forma de vapor...éste se seca...***

***Prof. ¿Dónde está ahora?***

***Alum. No en forma de vapor porque no parece que suba en forma de agua...debe de haberse descompuesto, porque no se ve que el vapor siga subiendo.***

***Prof. Cuando dices descomponerse...¿a qué te refieres?***

***Alum. A las moléculas de oxígeno e hidrógeno...la molécula de agua se rompe en sus átomos por separado.***

(Tras el proceso de enseñanza-aprendizaje)

**Prof. ¿Dónde has utilizado el término “partículas”?**

**Alum. En clase y en el laboratorio.**

**Prof. ¿Hay partículas en la jarra de agua con hielo?**

**Alum. Sí, claro**

**Prof. ¿Cuáles son las partículas?**

**Alum. Los cubitos de hielo.**

**Prof. Y el agua, ¿tiene partículas?**

**Alum. ¡Oh!, las partículas se han derretido en agua.**

(Alumno de 13 años)

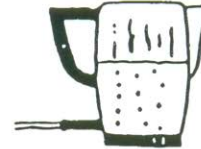
# **ESTRATEGIAS/TÉCNICAS PARA DETECCIÓN DE CONCEPCIONES**

<b>CONVERSACIONALES</b>	<b>ESCRITAS</b>	<b>OBSERVACIONALES</b>
<b>Entrevistas</b> <b>Coloquios</b>	<b>Cuestionarios</b> <b>Mapas conceptuales</b> <b>Problemas</b> <b>Dibujos</b> <b>Representaciones</b>	<b>Profesor</b> <b>Observador</b>

Cuando se hierve agua en un recipiente aparecen grandes burbujas en el agua.

¿De qué son estas burbujas?

- (a) de aire
- (b) de vapor
- (c) de calor
- (d) de oxígeno o hidrógeno



Si un plato mojado se deja sobre una mesa después de fregarlo, al cabo de un rato está seco.



¿Qué le ocurre al agua que no se queda sobre la mesa?

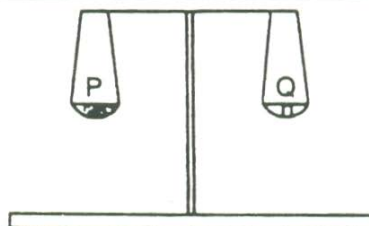
- (a) es absorbida por el plato
- (b) se seca y ya no existe en forma de nada
- (c) se convierte en oxígeno e hidrógeno en el aire
- (d) va al aire en forma de pequeños trocitos de agua.

Un tarro pequeño se llena con hielo, se tapa con la tapadera bien fuerte, y el exterior del tarro se seca bien con una toalla. Quince minutos más tarde la parte exterior del tarro está mojada.



¿De dónde viene el agua que hay en el exterior del tarro?

- (a) el agua del hielo que se derrite pasa a través del cristal
- (b) el frío hace que el oxígeno e hidrógeno del aire formen agua
- (c) el agua del aire se pega al cristal frío.
- (d) el frío atraviesa el cristal y se convierte en agua.



Se ha colocado una pequeña cantidad de estropajo de hierro en el platillo P y se han colocado pesas en el platillo Q para equilibrar la balanza.

Se retira entonces el estropajo de hierro y se calienta el aire.

Se forma un polvo negro y se recoge cuidadosamente, poniéndolo en P.

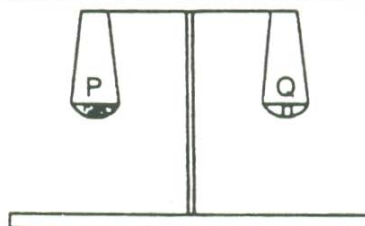
¿Qué piensas que ocurrirá al platillo P?

Explica tu respuesta.



*La pregunta relativa al estropajo de hierro y la respuesta de un chico de 15 años.*





Se ha colocado una pequeña cantidad de estropajo de hierro en el platillo P y se han colocado pesas en el platillo Q para equilibrar la balanza.

Se retira entonces el estropajo de hierro y se calienta el aire.

Se forma un polvo negro y se recoge cuidadosamente, poniéndolo en P.

¿Qué piensas que ocurrirá al platillo P?

Explica tu respuesta.

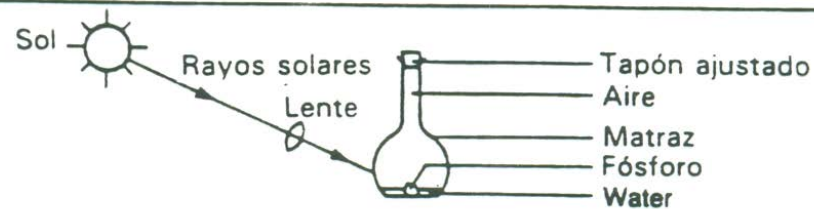
Creo que el platillo P pesará .....  
menos porque, al calentarlo, algunas cosas se consumirán, .....  
haciéndolo más ligero .....  
.....

*La pregunta relativa al estropajo de hierro y la respuesta de un chico de 15 años.*

*Resumen de los tipos de respuestas a la cuestión de la combustión del estropajo de hierro.*

<i>Tipos de respuestas</i>	<i>% de respuestas</i>				
	<i>12 años (después de la enseñanza n = 48</i>		<i>15 años</i>		
			<i>Total n = 765</i>	<i>Q<sup>a</sup> n = 224</i>	<i>no Q<sup>a</sup> n = 541</i>
<i>Pesa más</i> .....	21	23	27	48	16
El hierro se combina con el oxígeno	0	4	15	42	4
Cambios físicos	14	12	10	6	9
hollín de la llama					
gas de la llama					
calor de la llama					
polvo más "sólido" que el estropajo de hierro					
polvo más "sólido" que el estropajo de hierro (que guarda gran cantidad de aire en los espacios libres)					
Otros	6	6	2	0	3
<i>Pesa igual</i> .....	29	27	7	5	8
p. ej., lo que se ha vuelto a poner en el platillo es el mismo hierro, sólo cambian las apariencias					
<i>Pesa menos</i> .....	44	41	52	41	56
Se consume el hierro/pérdida de sustancia al calentarla	15	6	4	2	5
Gas/humo perdido	2	25	21	19	22
La ceniza/polvo es "más ligero" que el hierro	27	10	22	10	26
El hierro se oxida y pierde peso, el hierro es desplazado por el oxígeno	0	0	5	10	3

Q<sup>a</sup>: alumnos que estudiaron química durante los dos años anteriores; no Q<sup>a</sup>: alumnos que no estudiaron química durante los dos años anteriores.



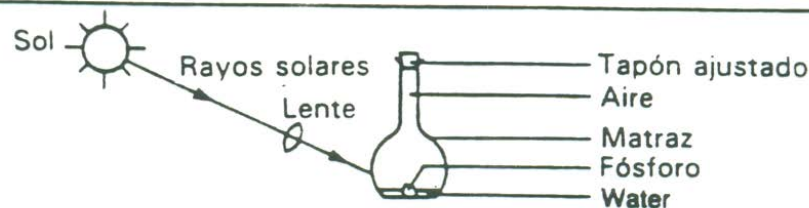
Como muestra el diagrama, un trozo de fósforo se coloca en un matraz. La masa del matraz y de su contenido es de 205 g. Los rayos solares están enfocados hacia el fósforo que se inflama. El humo blanco producido se disuelve en el agua poco a poco. Una vez enfriado, fue pesado de nuevo el matraz con su contenido.

(a) ¿Cuánto crees que pesará? (Señala la casilla que corresponda)

- ☐ A más de 205 g
- ☐ B 205 g
- ☐ C menos de 205 g
- ☐ D no dispongo de información suficiente para responder.

(b) Razona tu respuesta:

*La pregunta sobre la combustión del fósforo y la respuesta de un chico de 15 años.*



Como muestra el diagrama, un trozo de fósforo se coloca en un matraz. La masa del matraz y de su contenido es de 205 g. Los rayos solares están enfocados hacia el fósforo que se inflama. El humo blanco producido se disuelve en el agua poco a poco. Una vez enfriado, fue pesado de nuevo el matraz con su contenido.

(a) ¿Cuánto crees que pesará? (Señala la casilla que corresponda)

- ☐ A más de 205 g
- ☐ B 205 g
- ☐ C menos de 205 g
- ☐ D no dispongo de información suficiente para responder.

(b) Razona tu respuesta:

*No hay nada que pueda escapar del recipiente, pero el humo se ha disuelto y el fósforo ha sido destruido, haciendo que pese menos.*

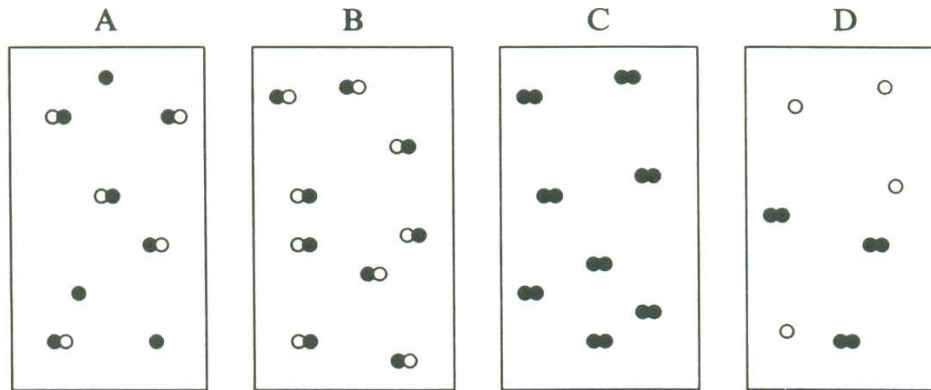
*La pregunta sobre la combustión del fósforo y la respuesta de un chico de 15 años.*

*Ideas empleadas por los chicos de 12 y 15 años para responder a la pregunta de la combustión del fósforo.*

<i>Tipos de respuestas</i>	<i>12 años</i> (después de la enseñanza <i>n</i> = 48	% de alumnos		
		<i>Q<sup>a</sup></i> <i>n</i> = 221	<i>no Q<sup>a</sup></i> <i>n</i> = 555	Total <i>n</i> = 776
<i>Pesa igual</i> .....	46	43	22	30
Razonamiento de conservación; nada sale ni entra	29	41	21	29
Otros, p. ej. el fósforo y el humo pesan lo mismo una vez disuelto	17	2	1	1
<i>Pesa menos</i> .....	31	33	33	30
El oxígeno se consume	4	4	5	5
El humo es más ligero que el sólido	4	18	15	16
El humo pierde masa al disolverse	10	11	10	10
Otros	12			
<i>Pesa más</i> .....	17	4	8	6
debido al peso añadido del humo				
Otros	6	15	22	21
Sin respuesta	0	5	17	12

Q<sup>a</sup>: alumnos que estudiaron química; no Q<sup>a</sup>: alumnos que no estudiaron química.

Estos diagramas representan gases. Los símbolos “●” y “○” representan átomos de diferentes elementos.



- a) ¿Qué diagrama A, B, C, D, representa una mezcla de dos elementos?
- b) ¿Cuál representa un compuesto?
- c) ¿Cuál, sólo un elemento?

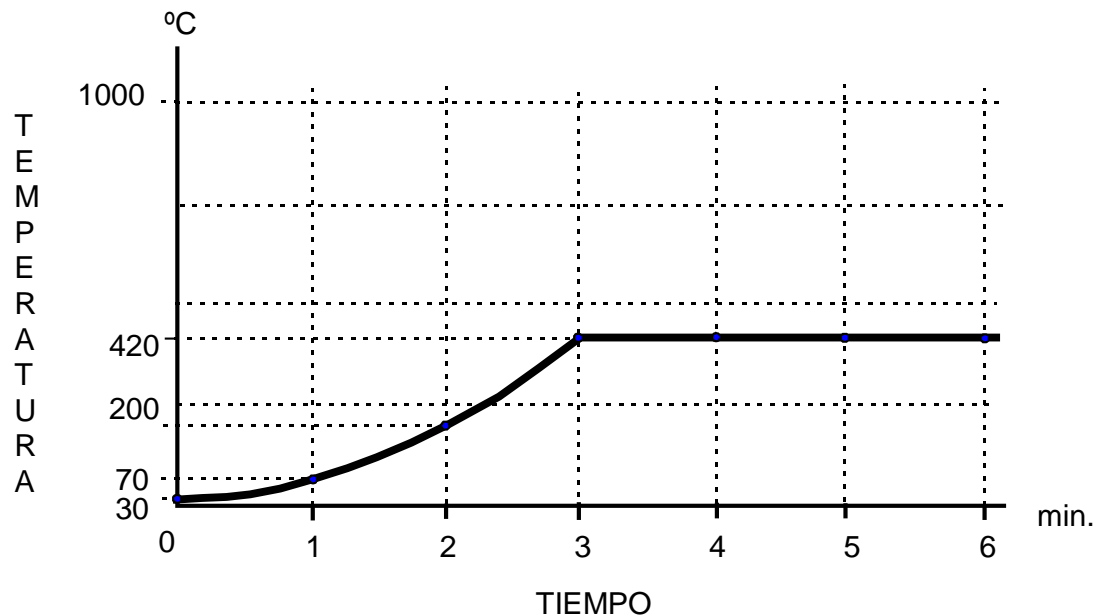
(Tarea tomada de Holding, 1985).



# RESUMEN DE LOS PORCENTAJES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RESPUESTA AMPLIADA PARA LA SELECCION DE ELEMENTOS

Tipo de respuesta	Porcentaje de respuestas (n=272)
<u>Respuestas que incluyen ideas aceptadas sobre un <i>elemento</i></u> . . . . .	19
* la sustancia no puede ser dividida en componentes porque los elementos contienen un sólo tipo de átomos	4
* los elementos se combinan con el oxígeno para formar óxidos; por lo tanto se forma un único producto que contiene dos tipos de átomos	6
* dado que se forma una única sustancia al arder en oxígeno, la sustancia quemada es un elemento	9
<u>Respuestas que incluyen ideas aceptadas pero usadas de modo inadecuado</u> . . .	7
* errores en la justificación que implican ideas aceptadas ("los elementos no pueden dividirse en sustancias más sencillas y todas las respuestas excepto la A implican dicha división")	2
* sólo ideas aceptadas, sin justificación ("los elementos contienen un sólo tipo de átomos")	5
<u>Respuestas que incluyen ideas alternativas sobre un <i>elemento</i></u> . . . . .	21
* elemento relacionado con un estado de la materia ("un elemento es un sólido")	7
* los elementos pueden dividirse en otros componentes (incluyendo los que piensan que el elemento desprende gas)	6
* ideas alternativas variadas ("un elemento da lugar a otro")	3
* otras ideas alternativas, sin relación directa ("si forma un óxido debe ser un metal")	4
<u>Respuestas descriptivas y/o no justificadas</u> . . . . .	5
* respuestas descriptivas o irrelevantes ("los líquidos están presentes en el aire")	5
<u>Respuestas no clasificables</u> . . . . .	48
* sin respuesta a los apartados <i>a</i> o <i>b</i>	9
* sin respuesta al apartado <i>b</i>	26
* repetición de las afirmaciones de la pregunta	8
* respuesta no clasificable de cualquier otro tipo	5

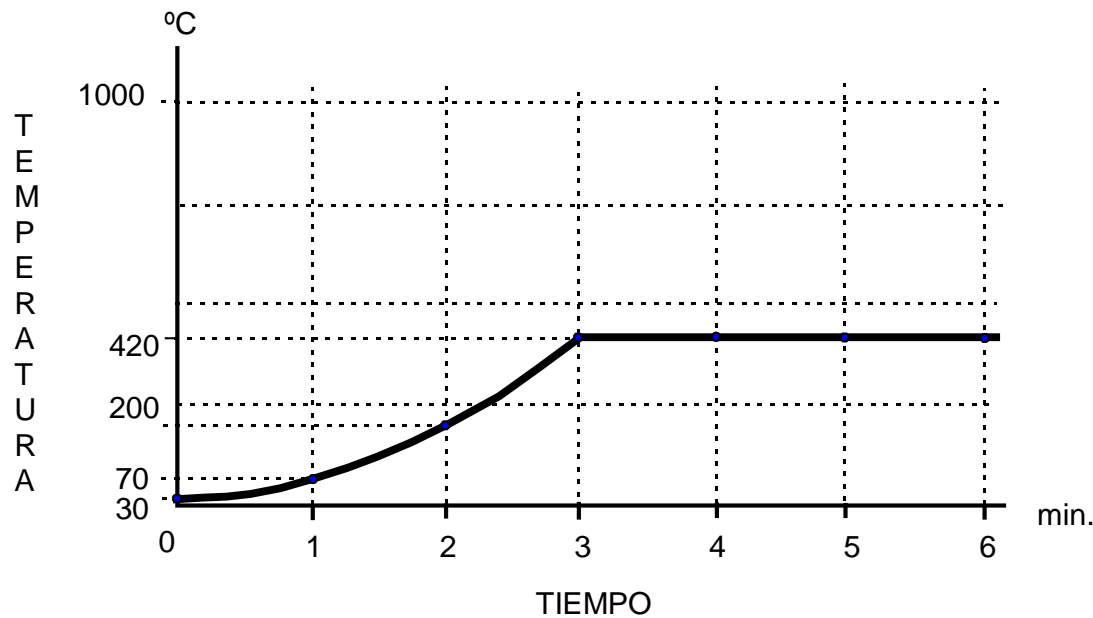
En un horno que se mantiene a una temperatura de  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  se introduce una pieza de cinc a la que se le mide la temperatura cada minuto. En la gráfica siguiente se presentan las temperaturas obtenidas por el cinc hasta el minuto 6.



La constancia de la temperatura a  $420\text{ }^{\circ}\text{C}$  se debe a qué:

- a) Es la temperatura máxima que puede alcanzar el cinc.
- b) Es la temperatura a la que el cinc alcanza su punto de fusión.
- c) Es la temperatura de equilibrio del cinc con el horno.





**Si se sigue midiendo la temperatura del cinc, ¿llegará a alcanzar los 500 °C del horno?**

- a) No, porque 420° C es la temperatura máxima que puede alcanzar el cinc.**
- b) No, porque 420° C es la temperatura de equilibrio del cinc con el horno a 500 °C.**
- c) No, la temperatura subirá cuando el cinc haya fundido, pero no alcanzará 500°C.**
- d) Sí, cuando el cinc funde, la temperatura subirá hasta alcanzar los 500 °C.**

**Justifica tu respuesta.**

# **ESTRATEGIAS/TÉCNICAS PARA DETECCIÓN DE CONCEPCIONES**

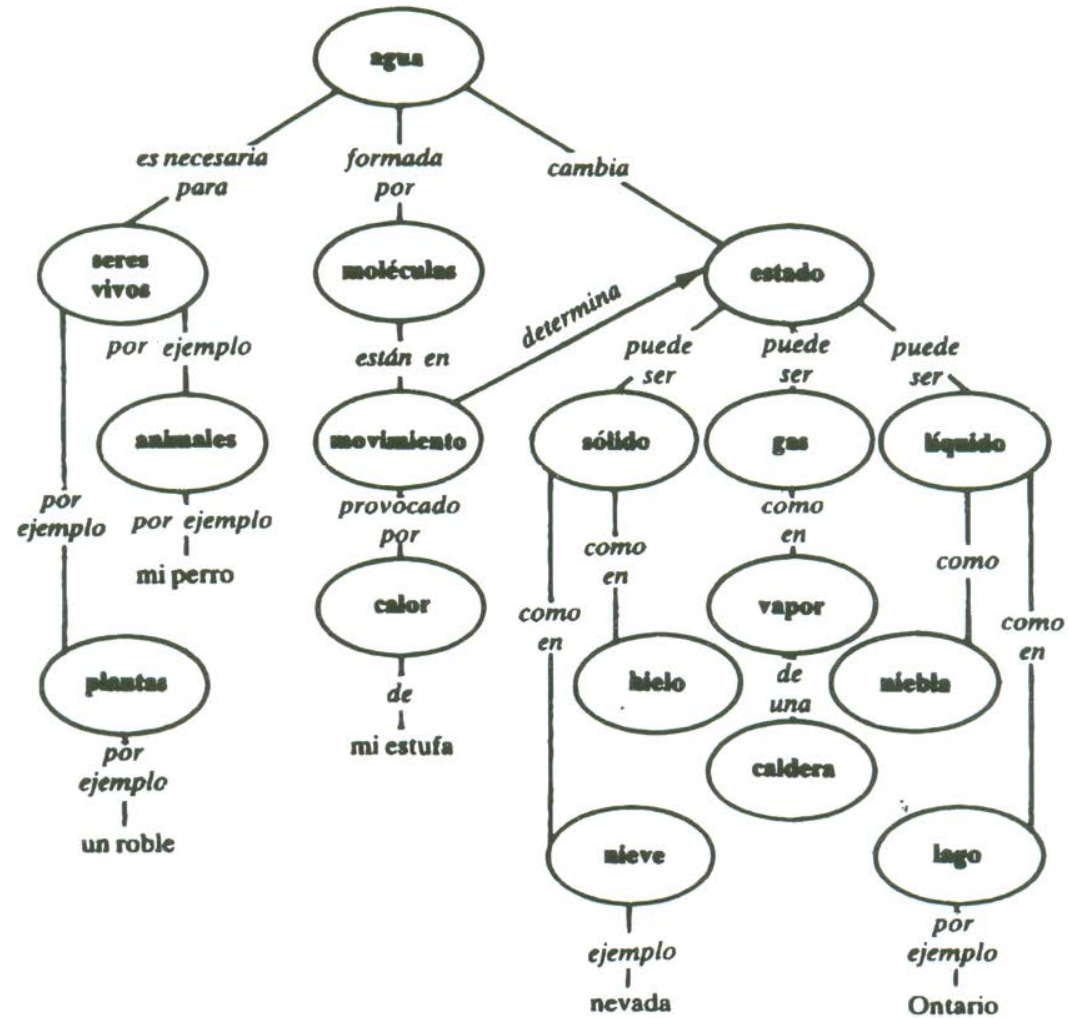
<b>CONVERSACIONALES</b>	<b>ESCRITAS</b>	<b>OBSERVACIONALES</b>
<b>Entrevistas</b> <b>Coloquios</b>	<b>Cuestionarios</b> <b>Mapas conceptuales</b> <b>Problemas</b> <b>Dibujos</b> <b>Representaciones</b>	<b>Profesor</b> <b>Observador</b>

**Los mapas conceptuales son  
una forma de representar  
relaciones significativas entre  
conceptos en forma de  
proposiciones**

# **Criterios de elaboración de mapas conceptuales:**

- **Distribución espacial de conceptos  
(no se pueden repetir conceptos, no  
cruzar las líneas entre sí)**
- **Etiquetado de explicación de líneas  
(utilizar verbos, flechas)**
- **Jerarquía  
(piramidal, central)**

## Mapa conceptual



# **Utilización didáctica de los mapas conceptuales:**

- **Técnica de aprendizaje: Evaluación, organizador previo, reflexión**
- **Investigación didáctica**

MATERIA

↓ se compone de

Átomos

↓ se relacionan

Enlaces

↓ dan lugar

← Elementos  $\xrightarrow{\text{se combinan}}$  Formulación

↓  
Valencias

$\xrightarrow{\text{se combinan}}$

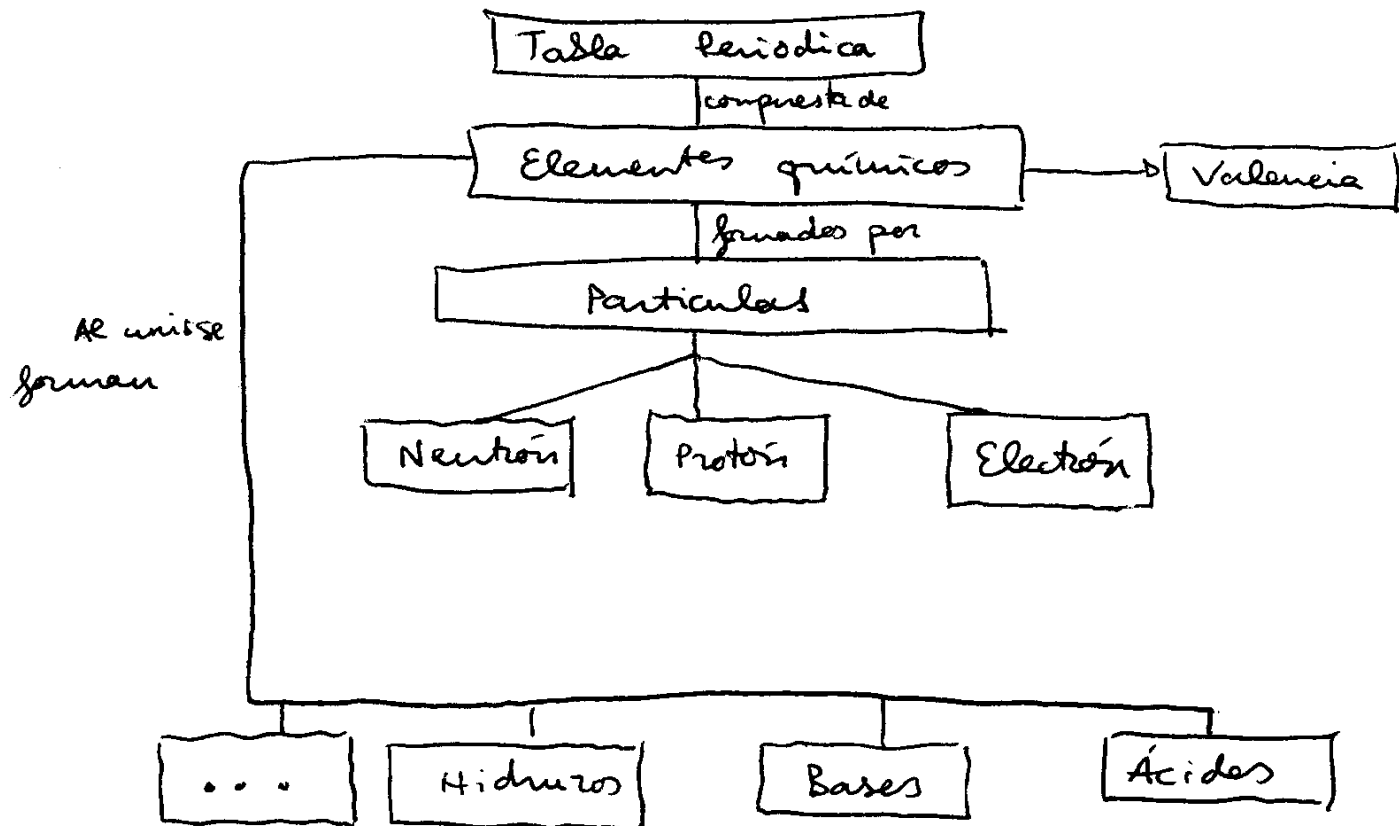
Disoluciones  
└─ sales

↓

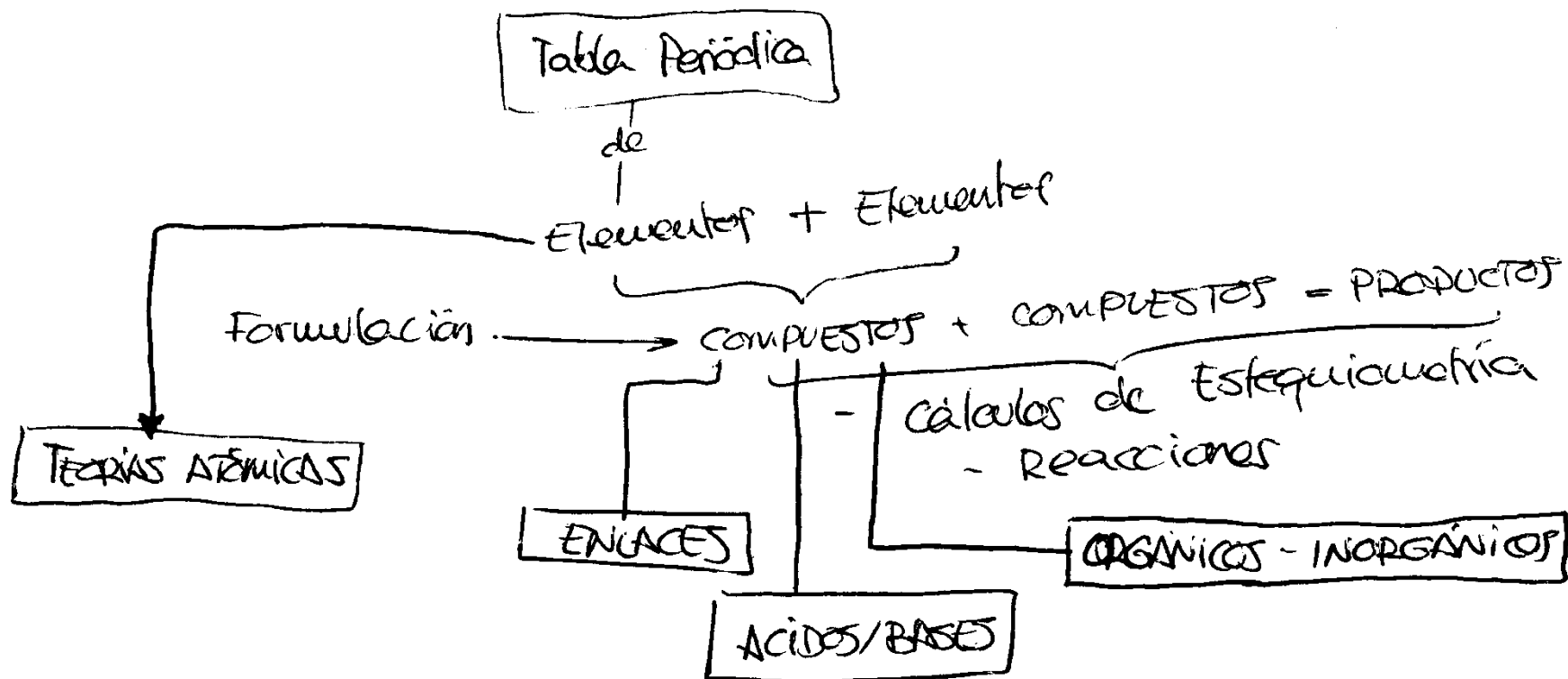
Sustancias

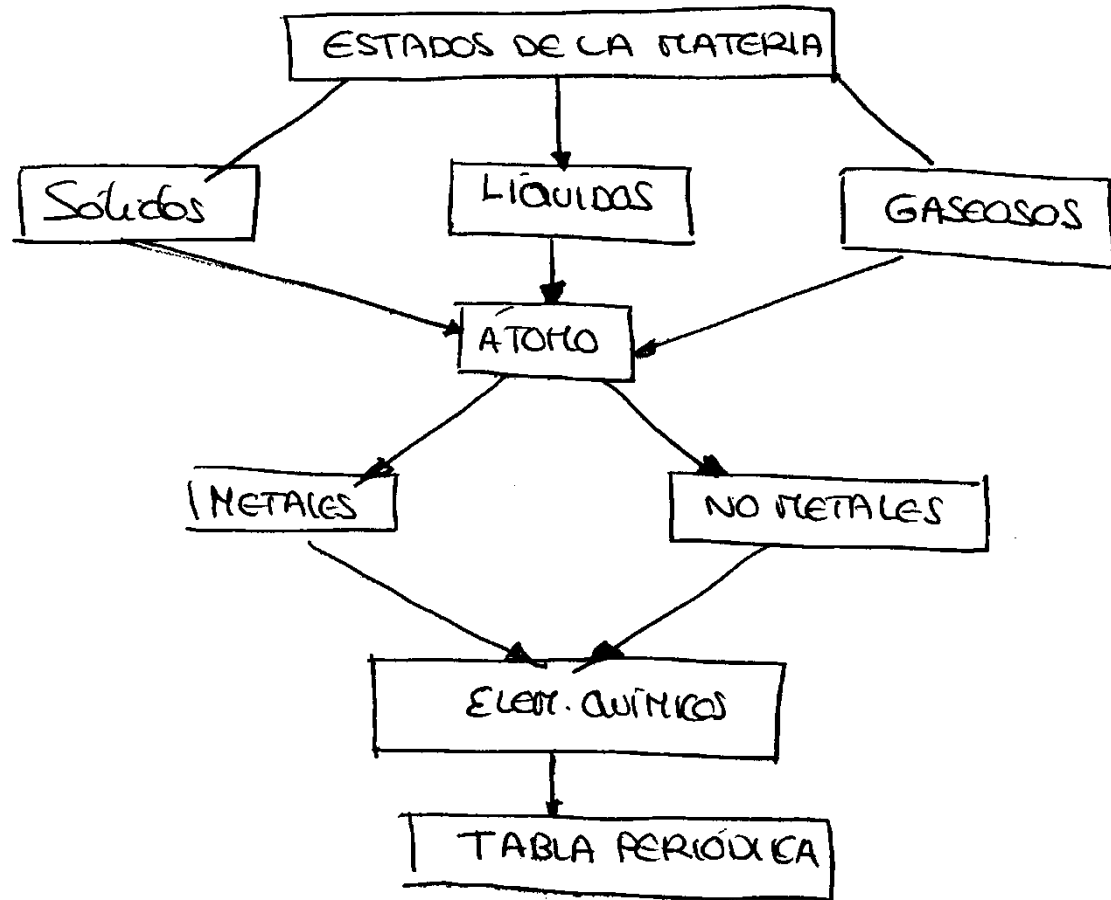
Tabla  
periódica

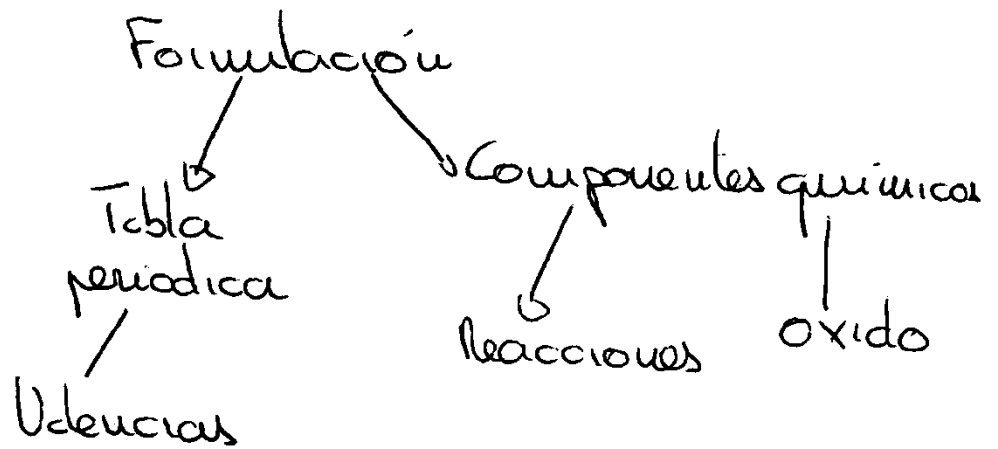
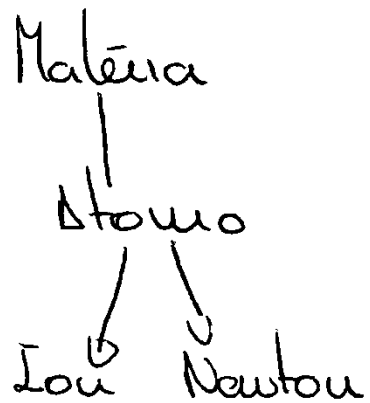
←  
se  
ordenan





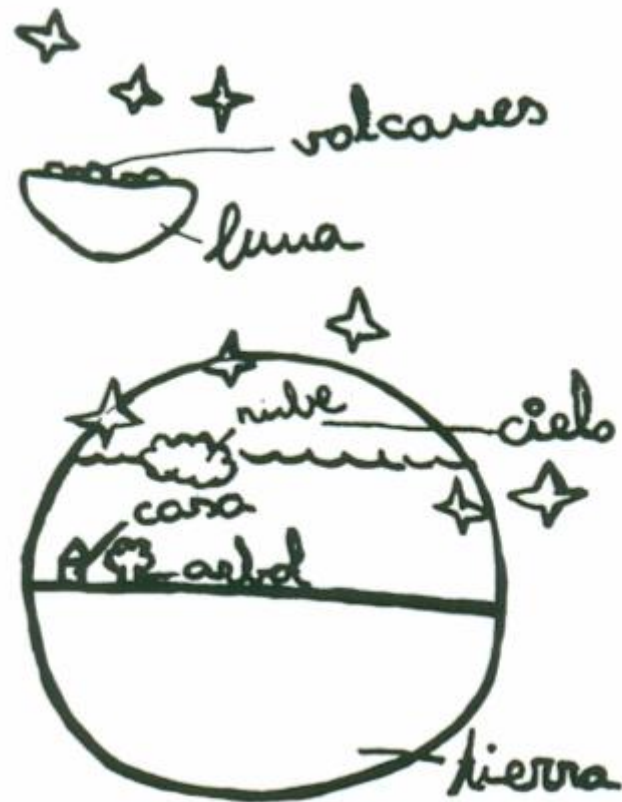






# **ESTRATEGIAS/TÉCNICAS PARA DETECCIÓN DE CONCEPCIONES**

<b>CONVERSACIONALES</b>	<b>ESCRITAS</b>	<b>OBSERVACIONALES</b>
<b>Entrevistas</b> <b>Coloquios</b>	<b>Cuestionarios</b> <b>Mapas conceptuales</b> <b>Problemas</b> <b>Dibujos</b> <b>Representaciones</b>	<b>Profesor</b> <b>Observador</b>



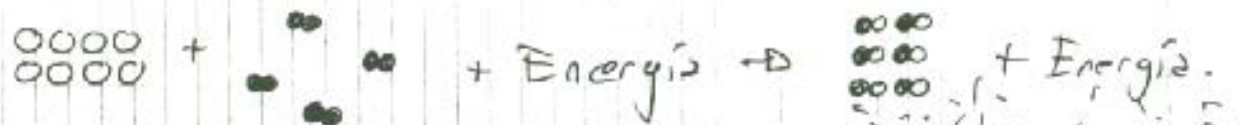
(Cubero, R. 1989)

¿Qué ocurre cuando inflama globo?  
(1º. Exploración manual)



(qué veníamos)





+ O<sub>2</sub>

E. color

Photolysis

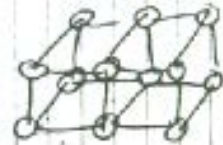


+



+ E

→



+



+

Q. →



plus

+ E

# **ESTRATEGIAS/TÉCNICAS PARA DETECCIÓN DE CONCEPCIONES**

<b>CONVERSACIONALES</b>	<b>ESCRITAS</b>	<b>OBSERVACIONALES</b>
<b>Entrevistas</b> <b>Coloquios</b>	<b>Cuestionarios</b> <b>Mapas conceptuales</b> <b>Problemas</b> <b>Dibujos</b> <b>Representaciones</b>	<b>Profesor</b> <b>Observador</b>

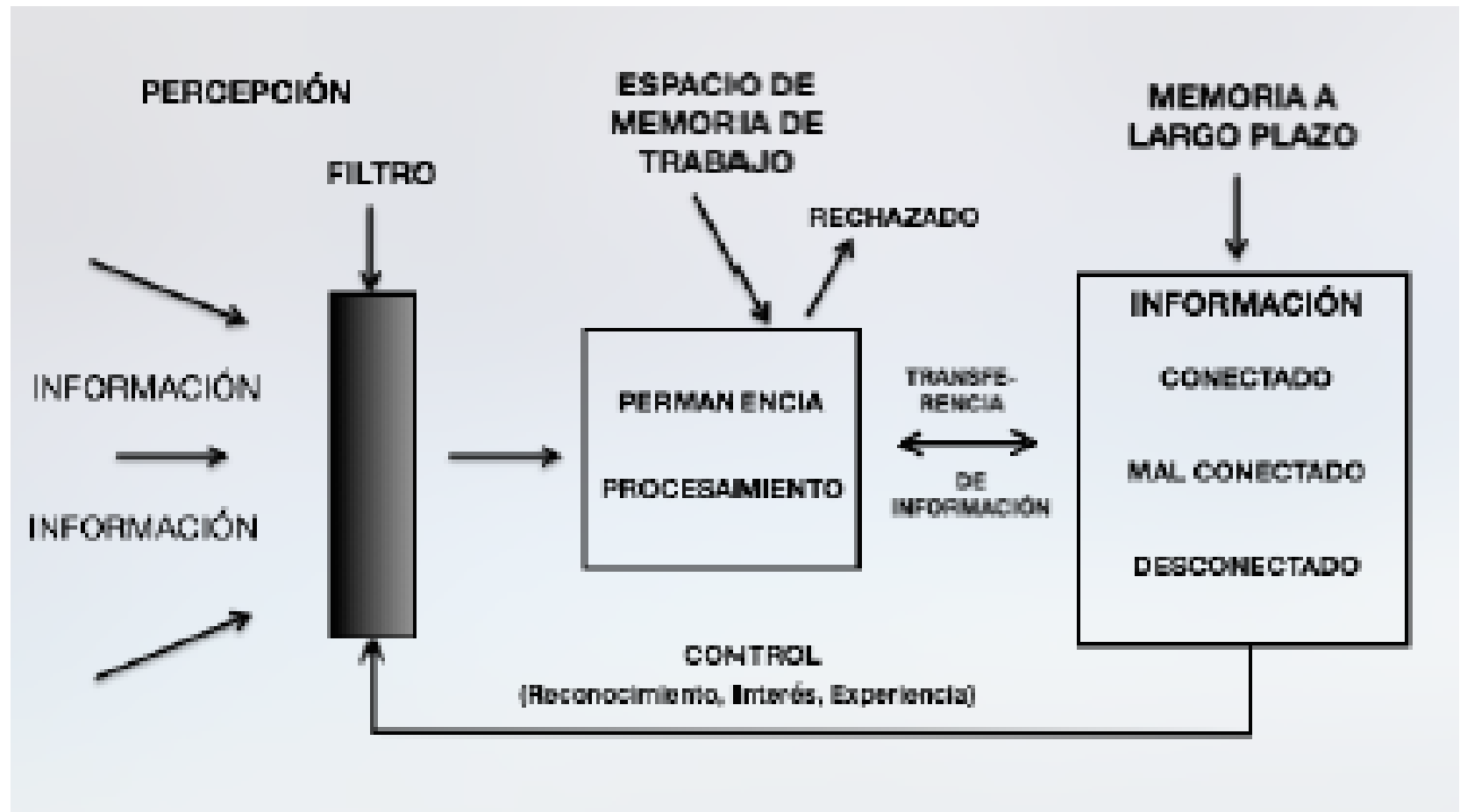


## **6. Teoría del Procesamiento de la Información**

**Parte de la analogía plausible entre el esquema operativo de un ordenador y el cerebro humano, salvando el control que en las personas tienen los intereses y experiencias previas.**

**Se apoya en que la información que permanece en la memoria de largo plazo determina el proceso de percepción según la teoría de la Gestalt y lo refuerza la de Ausubel.**

**Incluye aspectos como la  
percepción, almacenamiento a  
largo plazo y recuperación de  
la información. (Johnstone,  
2006)**



**Modelo del Procesamiento de la Información de Johnston, 2006.  
(Traducido por Pereira, 2016)**