



Cuestionario sobre ideas previas y errores conceptuales en química y referencias bibliográficas sobre las ideas previas en química

A. Martínez Esquiva⁽¹⁾,

J. Torregrosa⁽²⁾,

J. Quesada⁽³⁾

(1) IFP Politécnico, Alicante

(2) IFP El Palmeral, Orihuela

(3) IB Gabriel Miró Orihuela



Presentación

La investigación sobre la enseñanza/aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza ha aportado importantes avances que han puesto en cuestión la transmisión de conocimientos en su estado final, ya acabados, como el modo óptimo para producir un aprendizaje significativo de los conocimientos científicos por los alumnos y las alumnas.

Qué duda cabe que los trabajos sobre ideas espontáneas han contribuido poderosamente a generar esta crisis (Millar, 1989). En la actualidad hay suficientes estudios y trabajos sobre este campo en las distintas áreas y conceptos de la ciencia tanto en primaria como en secundaria (Driver et al, Carrascosa, Hierrezuelo, Hallen ...). Nuestro trabajo no pretende ser novedoso, sino ayudar a concretar este amplio estudio en distintas parcelas señalando aquellas más relevantes para que el profesorado pueda acceder a ella de una forma rápida.

No se trata, pues, de hacer una nueva investigación en este campo sino de recoger y dar a conocer las distintas aportaciones y, por tanto, facilitar la labor al profesorado a la hora de abordar la elaboración de los temas en el aula.

El trabajo que hemos realizado ha consistido en elaborar una búsqueda bibliográfica sobre las preconcepciones en química y confeccionar un banco de actividades que son usadas por los investigadores en este campo y que presentaremos en la ponencia. Esta colección de actividades nos pueden ser útiles para conocer que piensan nuestro alumnado y también para verificar que lo trabajado en el aula ha sido aprendido significativamente por nuestros alumnos y nuestras alumnas.

Bibliografía

AA.VV., 1991; Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las Ideas de los adolescentes sobre la química. Centro de publicaciones del MEC

CARRASCOSA J., 1985; Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 230-234.

DRIVER, R. et Al., 1989; Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia (Morata/MEC: Madrid).

HARLEN, W., 1989; Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. (Editorial



Morata MEC: Madrid)

HIERREZUELO, J. y MONTERO, A., 1988; La ciencia de los alumnos (Laia/MEC: Barcelona).

LLORENS, J., 1991; Comenzando a aprender química. Visor

LLORENS, J.A., 1988; La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje, Investigación en la escuela, nº 4, pp. 33-49.

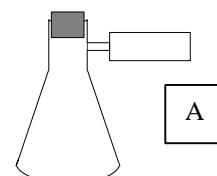
MILLAR R., 1989; Constructive Criticism. Int. Jour. Scí. Educ. (11), 587-596.

OSBORNE, R. y FREYBERG, P., 1977?; Enseñanza de la Ciencias

POZO et AL., 1991; Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. Enseñanza de las ciencias 9(1), 83-94.

REID, D., 1993; Ciencia para todos en secundaria. Narcea.

SHAYER, M. y ADEY, P., 1984; La ciencia de enseñar ciencia. (Narcea: Madrid)



Banco de actividades

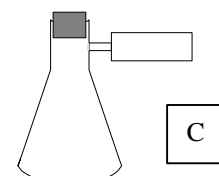
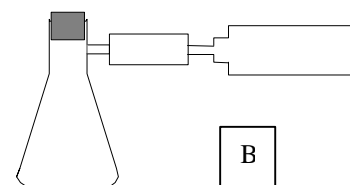
1. Conceptos químicos fundamentales

1. Observa los dibujos A, B, C que aparecen a continuación. Como ya debes saber, los gases se representan a menudo como sustancias formadas por partículas. En los dibujos, dichas partículas, están simbolizadas por medio de pequeños puntos.

A. Aquí aparece un matraz que contiene aire.

B. Conectamos el matraz a una bomba de vacío, de tal modo que se extrae parte del aire contenido en el matraz.

C. Aquí aparece el matraz cerrado de nuevo, una vez que se ha extraído parte del aire.

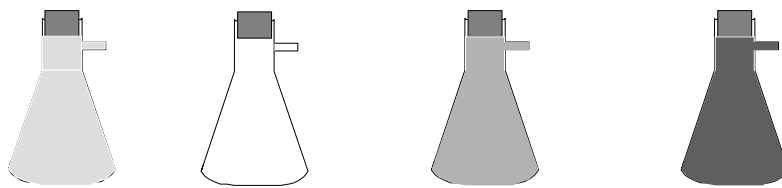


a) Empleando puntos para representar las partículas, dibuja el aire contenido en el matraz del dibujo A antes de que se conectara la bomba de vacío.



b) Utilizando puntos para representar las partículas, dibuja el aire que queda en el matraz del dibujo C una vez que se ha extraído parte del aire con la bomba de vacío.

c) Un matraz que contiene aire se conecta a un globo, tal como puedes ver en el dibujo D. Una vez hecho esto, se calienta el matraz N, se observa que el globo se hincha. Marca con una cruz el cuadro correspondiente al dibujo (A5 a D5) que creas que describe mejor cómo quedarán las



partículas del aire del matraz una vez que el globo ha comenzado a inflarse.

A
D

B

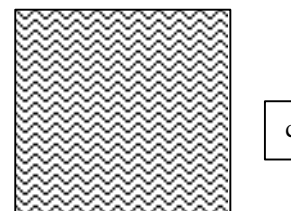
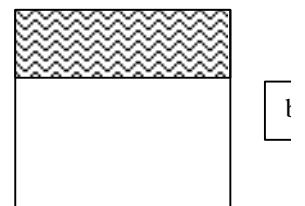
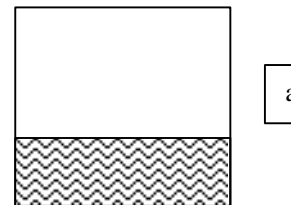
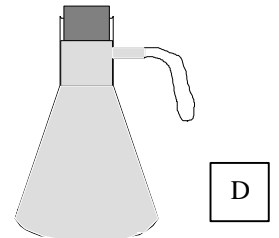
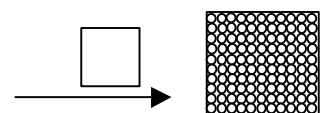
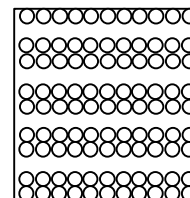
C

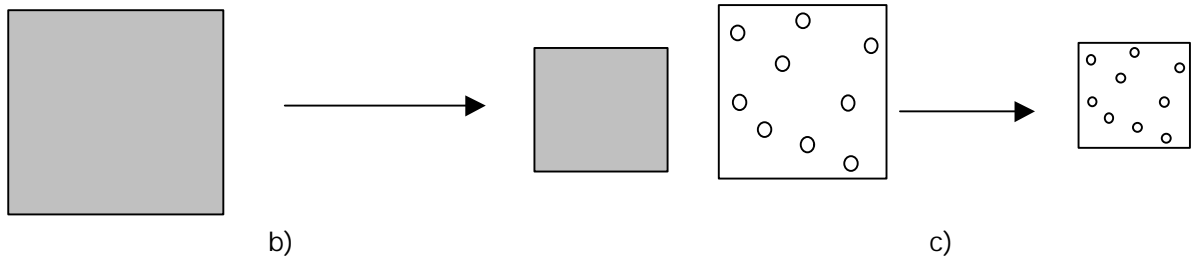
2. Supongamos que se calienta en un cazo tapado con un poco de agua hasta que se convierte toda en vapor (gas). ¿Cuál crees que será el volumen ocupado por todo el vapor (mira las figuras a, b i c)?

- a) El mismo que el del líquido.
- b) El mismo, pero ocupado en la parte alta del recipiente.
- c) Todo el recipiente.

3. Una de las propiedades más conocidas de los gases es su compresión (que consiste en poder reducir el volumen que ocupa al presionar sobre él, como se puede comprobar con una jeringuilla). ¿Cuál de estas situaciones crees que se produce?

- a) Las partículas existentes reducen su tamaño.
- b) Los gases son como esponjas (todo continuo) que al apretar se comprimen.
- c) Las partículas que lo forman dejan espacios libres ("huecos") que al apretar se reducen.

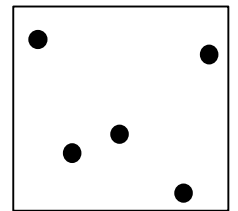




4. Tras muchos experimentos los científicos han llegado a la conclusión de que todas las sustancias están formadas por partículas. Teniendo esto en cuenta, trata de explicar qué les ocurrirá a las partículas de un bloque de hielo que sacamos de un congelador, pasando su temperatura de -10°C a -1°C . Haz un dibujo que explique lo que piensas.

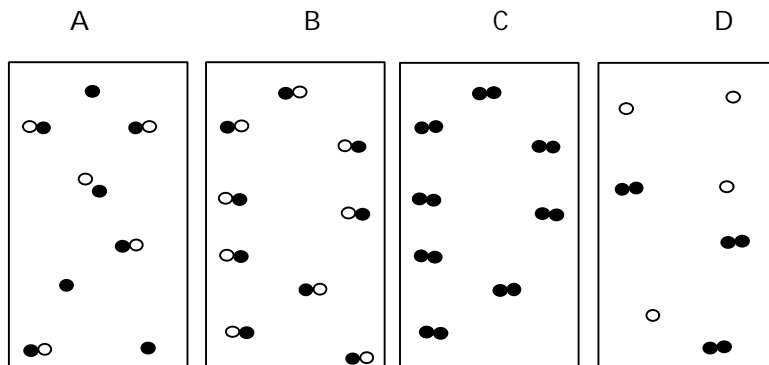
5. Probablemente habrás oído decir que la materia está formada por pequeñas partículas tales como átomos y moléculas. Si representamos todas las partículas de los distintos gases que componen una pequeña muestra de aire como en la figura de la derecha, ¿qué crees que hay entre estas partículas?

- a) Más aire.
- b) Otros gases.
- e) Nada.
- d) Una sustancia muy ligera que lo rellena todo.



¿Por qué estas partículas no se caen por su propio peso, ocupando así el mínimo espacio posible?

6. Estos diagramas representan gases. Los símbolos "●" y "○" representan átomos de distintos elementos.



a) ¿Qué diagrama representa una mezcla de dos elementos?



- b) ¿Cuál representa un compuesto?
- c) ¿Cuál un solo elemento?

7. Un alumno está estudiando las propiedades de un elemento desconocido "X". Estos son los resultados de sus experimentos:

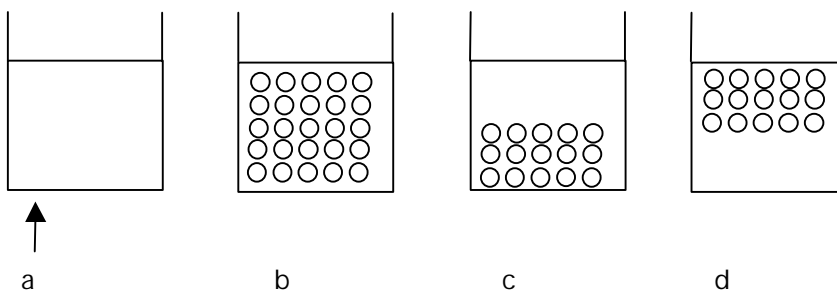
- A temperatura ambiente "X" es un sólido blanco.
- Funde a 200°C.
- Se disuelve en agua originándose una disolución incolora.
- Cuando funde aparece más de un producto por electrólisis.
- Cuando se calienta en presencia de aire forma un óxido blanco.

Como resultado de estas pruebas el alumno concluye que "X" no es un elemento. ¿Apoyan los datos esta conclusión? ¿Por qué?

8. Cuando se calientan 2 g de zinc con 1 g de azufre juntos, se forma el compuesto sulfuro de zinc, no quedando prácticamente nada de zinc ni de azufre. ¿Qué ocurriría si 2 g de zinc se calientan con 2 g de azufre? Señala sólo una de las respuestas siguientes:

- a) El sulfuro de zinc contiene ahora dos veces más de azufre.
- b) Se formará como mucho el doble de sulfuro de zinc.
- c) Se formará la misma cantidad de sulfuro de zinc y quedará algo de azufre sin reaccionar.
- d) Se formará la misma cantidad de sulfuro de zinc y, quedará algo de zinc sin reaccionar.

9. ¿Cuál de los siguientes dibujos representa mejor a las partículas de azúcar disueltas en agua?



a = ya no hay azúcar en el agua



10. Si mezclamos 30 cm^3 de alcohol con 30 cm^3 de agua, el volumen total que obtenemos no es de 60 cm^3 , sino unos 52 cm^3 . ¿Cómo explicas este hecho? Si representamos así: \bigcirc la molécula de agua y así: \otimes la de alcohol, intenta hacer un dibujo que explique el fenómeno que has observado.

2.- Los cambios de la materia

11. De los siguientes fenómenos indica cuáles son cambios físicos y cuáles cambios químicos: madera ardiendo en una chimenea, ebullición del agua, añadir azúcar al café, cera fundiendo, zumo de limón actuando sobre mármol, la leche que se pone agria, zumo de uva que se convierte en vino, arrugar un papel.

12. Cuando un objeto se calienta aumenta de tamaño. A este fenómeno lo llamamos dilatación. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, cuando calentamos el aire que hay en un tubo de ensayo con un globo en la boca. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones explica mejor este hecho?

- a) Al calentar aumenta el número de partículas.
- b) Al calentar se agitan más intensamente las partículas y aumenta la distancia entre ellas.
- c) Al calentar aumenta el tamaño de las partículas.
- d) Ninguna de las anteriores.

13. Deja caer unas gotas de éter sobre un vidrio. Observa lo que ocurre. ¿Cómo se llama este fenómeno? El éter ¿desaparece? Si no es así, ¿dónde está? Intenta explicar con un dibujo por qué sucede este hecho.

14. Pesamos un recipiente cerrado que contiene una pequeña cantidad de alcohol. Dejamos evaporar el alcohol sin destapar el frasco, volviendo a pesar a continuación. ¿Qué ocurrirá?

- a) Aumentará la masa.
- b) Disminuirá la masa.
- c) Será la misma.
- d) Dependerá de la temperatura.
- e) No lo sé.

15. En un recipiente abierto se hacen reaccionar el ácido clorhídrico y el carbonato de calcio observándose la formación, entre otros productos,



de gas carbónico. Si el proceso se realiza sobre una balanza debidamente equilibrada, ¿qué ocurrirá durante la reacción?

- a) Al desprenderse un gas disminuirá la masa, desequilibrándose la balanza.
- b) Nada, pues aunque se desprenda un gas, como éste no pesa, el equilibrio de la balanza no se altera.
- c) La balanza permanece en equilibrio tanto si tapamos como si no el recipiente.
- d) Se mantendrá equilibrada si tapamos el recipiente, pues el gas desprendido queda en su interior.

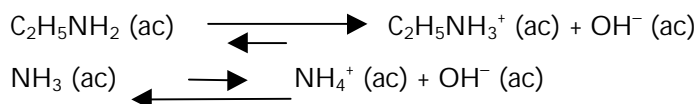
16. ¿Cómo explicas el aumento de masa que tiene lugar al quemar un trozo de cinta de magnesio y pesar las cenizas obtenidas?

- a) El magnesio se calienta y al dilatarse aumenta su masa.
- b) El compuesto formado procede de la combinación del magnesio con el oxígeno del aire.
- c) El aumento de masa se debe a que hemos añadido calor al magnesio.
- d) La masa aumenta debido a la masa del fuego de la llama del mechero.

17. En un plato se quema con una cerilla un poco de alcohol hasta que va no queda líquido.

- a) Los gases producidos continuarán siendo el alcohol que había, pero en estado gaseoso.
- b) Los gases obtenidos serán nuevas sustancias, distintas al alcohol, que estarán en fase gas.
- c) El alcohol ha desaparecido y no se ha convertido en nada material.
- d) Otra respuesta.

18. A la vista de los siguientes equilibrios:

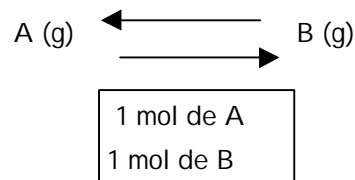


decide cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:



- a) En cada uno de ellos la velocidad de reacción inversa es mayor que la velocidad de reacción directa.
- b) La velocidad de reacción directa en la primera es mayor que la velocidad de reacción directa en la segunda.
- c) En las dos reacciones, las velocidades directa e inversa son iguales, pero en la primera el porcentaje de productos es mayor que en la segunda.
- d) La cantidad de productos y de reactivos en ambos sistemas es la misma.

19. El sistema de la figura está en equilibrio a cierta temperatura. según la ecuación:



Dados los siguientes recipientes, a la misma temperatura, en los que A y B están separados como muestran las figuras siguientes:

1 mol de A	1 mol de B
---------------	---------------

1 mol de A
1 mol de B

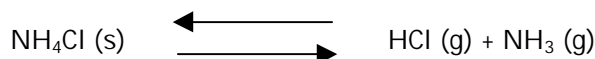
¿cuál de las siguientes afirmaciones te parece correcta?

- a) Los gases A y B están en equilibrio sólo en el recipiente de la figura de la izquierda.
- b) Los gases A y B están en equilibrio sólo en el recipiente de la figura de la derecha.
- c) En los recipientes de las dos figuras los gases A y B están en equilibrio.
- d) En ninguno de los recipientes de las dos figuras los gases A y B están en equilibrio.

20. Al calentar el sólido cloruro amónico se descompone en los gases clo-



ruro de hidrógeno y amoniaco. Si la reacción se realiza en un recipiente cerrado, se alcanza un estado de equilibrio según la ecuación:



Señala cuál de los siguientes procedimientos te parece adecuado para aumentar la concentración del sólido:

- a) Aumentar la presión.
- b) Extraer amoniaco del recipiente.
- c) Disminuir la presión.
- d) La pregunta es absurda.

Referencias bibliográficas sobre las ideas previas en química

AGUIRRE DE CÁRCER, I., 1985: Los adolescentes y el aprendizaje de las Ciencias (Servicio de publicaciones del MEC: Madrid).

ANDERSSON, B., 1986: The experimental gestalt of causation: a common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal of Science Education*, 8(2), 155-171.

ANDERSSON, B., 1986: Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70(5), 549-563.

BAIN, D. y BERTRAND, B., 1985: Structure de la matière: des représentations des élèves aux représentations des manuels. 5^a Journées internationales sur l'éducation scientifique. Centre Jean Franco. 441-448.

BENZVI, R., EYLON, B. y SILBERSTEIN, J., 1987: Student's visualisation of a chemical reaction. *Education in Chemistry* 25(3), 89-95.

BLANCO, A., 1988: Las ideas de los alumnos sobre los conceptos de disolución y concentración. *Apuntes I EPS* (Narcea: Madrid).

BLANCO, A. y PRIETO T., 1994: Las disoluciones. Dificultades de aprendizaje Y sugerencias para su enseñanza. *Alambique.- Didáctica de las Ciencias Experimentales*, n, 1 (Julio, 125'131).



BOJEZUK, M., 1982: Topic difficulties in O-level chemistry. *School Science Review*. Mar 82. 545-55 I.

BRIDGART, G. y KENT, H., 1985: A limitation on the use Le Chatelier's principle. *Australian Science Teachers' Journal*, 31, 60-62.

BROOK, A., BRIGGS, H. y BELL, B., 1983: Aspects of secondary students' understanding of the particulate nature of matter. *Children's Learning in Science Project*. Centre for Studies in Science and Mathematics Education: University of Leeds.

BROOK, A., BRIGGS, H., BELL, B. y DRIVER, R., 1984: Aspects of secondary students' understanding of heat. Summary report. *Children's Learning in Science Project*. Centre for Studies in Science and Mathematics Education: University of Leeds.

BROOK, A., BRIGGS, H., BELL, B. y DRIVER, R., 1984: Aspects of secondary students' understanding of energy. Summary report. *Children's Learning in Science Project*. Centre for Studies in Science and Mathematics Education: University of Leeds.

CAAMAÑO, A., MAYOS, C., MAESTRE, G. y VENTURA, T., 1983: Consideraciones sobre algunos errores conceptuales en el aprendizaje de la química en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 198-200.

CAAMAÑO, A., 1993: Concepciones de los alumnos sobre la composición y estructura de la materia y sobre el cambio químico. (Tesis doctoral. Facultad de Química - Universidad de Barcelona).

CABALLER, M. J., CARRASCOSA, J. y PUIG, L., 1986: Establecimiento de las líneas de investigación prioritarias en la didáctica de las ciencias y las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 136-144.

CARBONELL, F. y FURIO, C., 1987: Opiniones de los adolescentes respecto al cambio sustancial de las reacciones químicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 3-9.

CARRASCOSA, J., 1982: Los errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias. (Tesis de licenciatura: Universitat de Valencia).

CARRASCOSA, J., 1983: Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: una selección bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), 63-65.

CARRASCOSA, J., 1985: Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(3). 230-234



CARRASCOSA, J. y GIL, D., 1986: Diferencias en la evolución de los pre-conceptos de mecánica y química. *Jornades de Recerca Educativa*. Lleida 1986.

CAUZINILLE-MARMECHE, E., 1985: The influence of a priori ideas on the experimental Approach. *Science Education*, 69(2), 201-211.

CHANDRAN, S., TREAGUST, D.F. y TOBIN, K., 1987: The role of cognitive factors in chemistry achievement. *Journal of research in Science Teaching*, 24(2), 145-160.

CROSS, D., CHASTRETTE, M. y, FAYOL, M., 1988: Conceptions of secondary year university students of some fundamental notions in chemistry. *International Journal of Science Education*, 10(3), 331-336.

CUBERO, R., 1989: *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. (Diada: Sevilla).

DRIVER, R., 1986: Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 4(1), 3-15.

DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHIEN, A., 1989-. *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia* (Morata/MEC: Madrid).

DRIVER, R. Y RUSSELL, T., 1981: An investigation of the ideas of heat, temperature and change of state of children aged between 8 and 14 years. Unpublished manuscript. University of Leeds.

ESCOBEDO, M., 1989: El aprendizaje no significativo del equilibrio químico. (Tesis de Master no publicada: Universitat de València).

FERNANDEZ, J.M., TRIGUEROS, T. y GORDO, L. 1988: Ideas sobre los cambios de estado de agregación y las disoluciones en alumnos de 2º curso de B.U.P. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 42- 46.

FURIÓ, C. y HERNÁNDEZ, J., 1983 -. Ideas sobre los gases en alumnos de 11 a 15 años, *Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 83-91.

FURIÓ, C. Y ORTIZ, E., 1983: Persistencia de errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 1, 15-20.

FURIÓ, C., 1986- Metodologías utilizadas en la detección de dificultades y esquemas conceptuales en la enseñanza de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(10). 73-77.

GABEL, D.L., SAMUEL, K.V. Y HUNN, D., 1987: Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 695-697.



GARCÍA HOURCADE., J.L. y RODRÍGUEZ DE ÁVILA, C., 1988-. Ideas previas, esquemas alternativos, cambio conceptual y, trabajo en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 161-166.

GARNETT, P.J., GARNETT, P.J. Y HACKLING, M.W., 1995, Students' Alternative conceptions in Chemistry: a review of research and implications for Teaching and Learning, *Studies in Science Education*, 25. 69-95

GILBERT, J. K., 1977: Undergraduate Misunderstanding of Basic Ideas in Chemistry. Loughborough.

GILBERT, J. K., OSBORNE, R. J. Y FENSHAM. P. J., 1982: Children's Science and its Consequences for Teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.

GIORDAN, A., 1985: Interés didáctico de los errores de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(1), 11-17.

HACKLING, M. W. y GARNETT, P. J., 1985: Misconceptions of chemical equilibrium. *European Journal of Science Education*, 7(2), 205-214.

HACKLING, M. W. Y GARNETT, P. J.. 1986: Chemical equilibrium: learning difficulties and teaching strategies. *Australian Science Teachers' Journal*, 31, 8-13.

HARLEN, W., 1989: Enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Morata/NMC: Madrid),

HERNÁNDEZ, J. y PALACÍN, L., 1995: Enseñanza de las leyes ponderales a partir del modelo de aprendizaje por investigación. *Alambique.- Didáctica de las Ciencias Experimentales*, n' 4 (abril).

HEWSON, M.G. y HEWSON, P.W., 1988: Appropriate conception of teaching science. *Science Education*, (77), 597-614.

HEWSON, P. W. y HEWSON, M. G., 1987: Science Teacher's conceptions of teaching: Implications for teachers education. *International Journal of Science Education*, 9(4), 425- 440.

HIBBARD, M. K. y NOVAK. J. D., 1975. Audio tutorial school instruction as a method for study of children's concept learning: Particulate nature of matter. *Science Education*, 59(4). 559-570.

HIERREZUELO. J. Y MONTERO, A., 1988: La ciencia de los alumnos (Laia/MEC: Barcelona).

HOLDTNG, B., 1985 -. Aspects of secondary student. Understanding of



elementary ideas in chemistry: Summary report. Children's Learning in Science Project. Centre for Studies in Science and Mathematics Education: University of Leeds.

INHENDER, B. PIAGET, J., 1985: De la lógica del niño a la lógica del adolescente (Paidós: Barcelona).

JOHNSTONE, A., 1977: Chemical equilibrium and its conceptual difficulties. *Education in Chemistry*, 14, 169-171.

KOLB, D., 1977: What is an Element? *Journal of Chemical Education*, 54(11), 696-700.

LLORENS, J. A., 1986: La concepción corpuscular de la materia en los alumnos que comienzan el estudio de la Química en Enseñanzas Medias, II Jornadas Internacionales de Psicología y Educación. Madrid.

LLORENS, J. A., 1987: Propuesta y aplicación de una metodología para analizar la adquisición de los conceptos químicos necesarios en la introducción a la teoría atómico-molecular: percepción de los hechos experimentales, sus representaciones y el uso del lenguaje en alumnos de Formación Profesional y Bachillerato. (Tesis doctoral no publicada: Universidad de Valencia).

LLORENS, J.A., 1988-. La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje. *Investigación en la escuela*, 4. 33-49.

LLORENS, J. A., 1989: El proceso de cambio conceptual en la iniciación a la Química. La introducción de los conceptos de sustancia pura y cambio químico. *Revista de Educación*, 289, 307-332.

LLORENS, J. A., 1991: Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular (Aprendizaje/Visor: Madrid).

LLORENS, J.A. y LLOPIS, R., 1984: Caracterización de la estructura cognitiva de los alumnos en la introducción a la Química. Su relación con el uso del lenguaje científico. Experiencias previas. XX Reunión Bienal de la R.S.E.Q. Castellón.

LLORENS, J.A. y LLOPIS, R., 1985: Diseño de pruebas para la caracterización de la estructura cognitiva de los alumnos al comienzo de las enseñanzas medias. I Congreso Internacional sobre Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. Barcelona.

MARTINAND, J. L. y VIOVY, R., 1973: La notion d'élément chiirtique en



classe de 5^{ème}. Difficulties ressources et propositions. Bulletin de l'Union des Physiciens, 613, 878-884.

MASKILL, R. y CACHAPUZ, A. F., 1989: Learning about the chemistry topic of equilibrium the use of word association tests to detect developing conceptualizations. International Journal of Science Education, 11(1), 57-69.

MEHEUT, M., SALTIEL, E. y TIBERGHIEN, A., 1985: Pupil's (11-12 year olds) conceptions of combustion. European Journal of Science Education, 7(1), 83-93.

MITCHELL, A. C. y KELLINGTON, S. H., 1982: Learning difficulties associated with the particulate nature of matter in the Scottish Integrated Science course. European Journal of Science Education, 4(4). 429-440.

NI AZ, M. y LAWSON, A., 1985-. Balancing Chemical Equations: The Role of Developmental Level and Mental Capacity. Journal of Research in Science Teaching, 22. 41-51.

NOVICK, S. y NUSSBAUM, J., 1978. Junior High School Pupil's Understanding of the Particulate Nature of Matter: An Interview Study. Science Education, 63(3). 273-281.

NOVICK, S. y NUSSBAUM, J., 1981: Pupil's Understanding of the Particulate Nature of Matter: A Cross-Age Study. Science Education, 65(2), 187-196.

OSBORNE, R. J. y COSGROVE, NI., 1983. Children's conceptions of the change of state of water. Journal of Research in Science Teaching, 20(9), 211-227.

OSBORNE, R. J. y FREYBERG, P., 1985: Learning and science: the implications of children's science. (Heinemann Educational Books: Nueva Zelanda).

PASDELOUP, M., 1980: Les idées de Piaget et l'enseignement de la Chimie. L'Actualité chimique. Juin-Juillet, 21-25,

PÉREZ ECHEVERRÍA, M. P., 1989: Las teorías implícitas en el razonamiento inductivo. Informe no publicado: Facultad de Psicología de la U.A.M.

PFUNDT, H., 1981: Pre-instructional Conceptions About Substances and Transformations of Substances. (International work-shop: Problems concerning student's representation of Physics and Chemistry Knowledge, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg).



PFUNDT, H., 1981: Das atom-leztes teilunsstük order erster aufbaustein? *Chimica Didactica*, 7, 75-94.

POZO. J.I., GONTZ CRESPO, M.A., LIMON, M. y SANZ. A., 1991. Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C.I.D.E. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid

RUSSELL, T. y col., 1989: Children's ideas about evaporation. *International Journal of Science Education*. vol 11, special ISSUE, 566-576.

SALVADOR A. y otros, 1989: La enseñanza de la Química en EGB a través del reconocimiento de la materia. Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Univ. de Valencia. Documento privado.

SAN MARTI, N., 1990: Estudio sobre las dificultades de los estudiantes en la comprensión de la diferenciación entre los conceptos de mezcla y compuesto. Tesis doctoral - Univ. Aut. de Barcelona.

SCHMIDT, H. J., 1984: How pupils think-empirical studies on pupil's understanding of simple quantitative relationships in chemistry. *The School Science Review*, 66(234), 156-162,

SCHMIDT, H. J., 1987: Secondary School Students Difficulties in Stoichiometry. *Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Cornell.

SCHOLLUM, B., 1981: Reactions. Working Paper, nº 37. Learning in Science Project, Univ. de Waikato, Nueva Zelanda.

SCOOT, P., 1987: The Process of Conceptual Change in Science: A Case Study of the Development of a Secondary Pupil's Ideas Relating to Matter. *Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Cornell.

SELLEY. N. J., 1978: The Confusion of Molecular Particles with Substances. *Education in Chemistry*, 144-145.

SELLEY, N. J., 1982: Children's Understanding of Atoms and molecules. (Symposium: Chemical Education Research. Implications for Teaching, Aston).

SERÉ, M. G., 1986: Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching. *European Journal of Science Education*, 8(4), 413-425.

SERRANO, T. y BLANCO, A., 1988: Las ideas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias. *Apuntes IEPS*, 47 (Narcea: Madrid).



SHAYER- M. y ADEY, P., 1984: La ciencia de enseñar ciencia. (Narcea: Madrid).

SHEPHERD, D. L. Y RENNER, J. W., 1982: Student understandings and misunderstandings of states of matter and density changes. *School Science of Mathematics*, 82(8), 650-665.

SOLÍS VILLA, R., 1984: Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 83-90.

SOLOMONI DCU, C. y STAVRIDOU, H., 1987.- A propos de la distinction entre phenomene physique et phenomene chimique. *Actas JES, Chamonix (Francia)*.

SOLOMON, J., 1987: Social Influences on the Construction of Pupil's Understanding of Science. *Studies in Science Education*, 14, 63-82.

STAVRIDOU, H. y SOLOMONTDOU, C., 1989: Physical phenomena-chemical phenomena: do pupils make the distinctions? *International Journal of Science Education*, 11 (1), 83-92.

STAVY, R., 1987: Acquisition of conservation of matter. *Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Cornell.

STAVY, R., 1988: Children's conception of gas. *International Journal of Science Education*, 10(5), 533-560.

STAVY, R., 1990: Children's conception of changes in the state of matter: From liquid (or solid) to gas, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 247-266.

STAVY, R. Y STACHEL, D., 1985: Children's ideas about "solid" and "liquid". *European Journal of Science Education*, 7(4), 407-421.

TASKER, C. R.. 1981: Children's views and classrooms experiences. *Australian Science Teachers Journal*, 27(3), 33-37.

VALCÁRCEL, M. y SÁNCHEZ, G., 1990-. Ideas de los alumnos de diferentes niveles educativos sobre el proceso de disolución. *Investigación en la escuela*, 11. 51-60.

VILLAR, L. M., 1988: Conocimientos, creencias y teorías de los profesores (Marfil: Alcoy).

VIOVY, R.. 1984: La notion d'élément chimique. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 663, 901-910.

VOCELEZANG, M. J., 1987: Development of the concept "chemical subs-



tance" -some thoughts and arguments. *International Journal of Science Education*, 9(5), 519-528.

WHEELER, A. E. y KASS, H., 1978: Student's misconceptions in chemical equilibrium. *Science Education*, 62, 223-232,

WILSON, A. H., 1987: Teaching use of formal thought for improved chemistry achievement. *International Journal Science Education*, 9(2), 197-202.

YARROCH, W. L., 1985: Student understanding of chemical equation balancing. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(5), 449-459.