



## **PROYECTO ACAB. QUIMICA ANALISIS CONCEPTUAL DEL CONTENIDO**

---

*E. García-Rodeja Fernández*

*J. Díaz de Bustamante*

*J. M. Domínguez Castiñeiras*

*F. M. Lorenzo Barral*

El material curricular "Proyecto AcAb. Química", editado en Diciembre de 1987 (García-Rodeja, 1987) por el Servicio de Publicaciones de la Universidad de Santiago, fue realizado por el grupo de investigación curricular del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Santiago, con la colaboración de un Seminario Permanente de Profesores de EGB en ejercicio del Area de Ciencias de la Naturaleza. Este material está dirigido a la enseñanza de la Química en los primeros niveles (12-16 años).

Tanto las bases psicopedagógicas como la metodología didáctica en las que se basa el Proyecto, han sido expuestas en la propia introducción y guía de la publicación, así como en artículos (Domínguez, 1985; Lorenzo, 1986; Domínguez, 1987) y comunicaciones presentadas a Congresos (García-Rodeja, 1975; Lorenzo, 1985a; Lorenzo, 1985b; García-Rodeja, 1986), así como en el artículo de este mismo número de la revista titulado "Reseña histórica del Proyecto AcAb". El objetivo del presente trabajo es el análisis de objetivos y contenidos del diseño curricular.

### **LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA EN LOS PRIMEROS NIVELES. MODELO QUIMICO DEL PROYECTO AcAb. QUIMICA.**

La Química como Ciencia Experimental proporciona al alumno un poderoso instrumento mental que le permite comprender el mundo Natural y Técnico que le rodea. En la actualidad la enseñanza de la Química (Lagowski, 1985) camina hacia la potenciación de las amplias y poderosas relaciones que existen entre la estructura de las sustancias y sus propiedades físicas y químicas.

El poder de ese esquema mental que constituye la Química dependerá, naturalmente, de la capacidad explicativa del modelo elegido para su enseñanza.

La elección del modelo, desde el punto de vista didáctico, supone tener en cuenta dos factores fundamentales:

- Adecuación del modelo al nivel cognoscitivo de los alumnos.
- Capacidad explicativa del mismo.

Es necesario buscar un compromiso entre esos dos factores: que el modelo sea cognitivamente pertinente para los alumnos a los que va dirigida la enseñanza y que posea al mismo tiempo una estructura explicativa coherente y eficaz para un dominio suficientemente amplio de conocimientos (Halbwachs, F., 1981).

Existen proyectos como el desarrollado en el IPN de Kiel "Stoffe und Stoffumbildungen" (Materia y sus conversiones) , el Nuffield O-level de Química e incluso el propio Proyecto Faraday (1983) en sus primeras unidades que propugnan una química sin átomos ni moléculas, basada únicamente en la noción de sustancia y sus propiedades características observables, aduciendo que esto está más de acuerdo con las experiencias de los alumnos (Vogezeland, 1987). La enseñanza de una química preDaltoniana choca claramente con la nula capacidad explicativa de un "NO MODELO". Estos hechos han sido puestos de manifiesto en numerosas investigaciones realizadas en los últimos años en el campo de la didáctica de la química (ver p. ej.: Pfundt, 1983; Meheut, 1985; Furió, 1987; Carbonell, 1987) donde se demuestra que la falta del modelo químico hace que los alumnos interpreten los cambios de la materia de forma casi mágica (destrucción irreversible de sustancias, preexistencia,...).

En el otro extremo están los diseños curriculares que propugnan la introducción de un modelo más próximo al mecano-cuántico -como los CHEMS y CBA americanos (modelo de las nubes de carga) en los que se han basado gran número de los libros de texto habituales en la enseñanza secundaria- o los libros del ciclo superior de la EGB, donde muy a menudo aparecen modelos cuánticos tipo Bohr e incluso Sommerfeld (véase p. ej. Cañas y otros, 1982; PEAC, 1983). Investigaciones realizadas en este sentido demuestran que ni a nivel preuniversitario o incluso universitario los modelos cuánticos no son incorporados por los alumnos a su estructura cognitiva (Cervellati, 1981). Algunos de estos modelos, aunque con capacidad explicativa muy grande, no son pertinentes desde un punto de vista cognitivo. Estamos de acuerdo con Leonello Paoloni (1979) cuando dice que en el nivel 13-14 años (que nosotros extenderíamos al nivel 12-16) la enseñanza de la química debe estar basada en los postulados y procedimientos de la química clásica (1874-1935) que, aunque con algunos matices de la teoría atómica actual, deje para niveles superiores la introducción de los conceptos más abstractos del modelo mecano-cuántico (orbital, hibridación etc.).

El Proyecto AcAb. Química propone un modelo sencillo de estructura atómica (modelo del octeto de Lewis, con matices de la teoría de repulsión de los pares electrónicos de la capa de valencia para explicar la geometría de alguna sustancia significativa como el agua o el amoníaco). Este modelo de estructuras electrónicas sencillas está de acuerdo con la capacidad cognitiva de los alumnos de estas edades que se encuentran en la transición entre los niveles de las operaciones concretas avanzadas y formales iniciales (véase Shayer y Adey, 1984, taxonomías para el análisis del curriculum).

## **ESPECIE QUIMICA. ELEMENTOS Y COMPUESTOS**

Estos conceptos primarios en toda química elemental no son fáciles para el alumno. De estas dificultades nos hablan Briggs y Holding (1986) dentro de los estudios llevados a cabo por el equipo del Proyecto CLIS donde encuentran que la mitad de los niños de 15 años tienen dificultades para distinguir entre elementos y compuestos. Confundiendo asimismo las representaciones en forma molecular de compuestos y mezclas.

Camaño y colaboradores (1983) hablan de las dificultades y confusiones de los alumnos entre los conceptos de "compuesto" y "mezcla" y de las asociaciones átomo-elemento y molécula-compuesto que aparecen de forma frecuente en la química elemental. Jiménez (1985) en un estudio sobre los conocimientos de Química de los alumnos de 8º de EGB encuentra que sólo el 22% tienen incorporado a su esquema cognitivo el concepto de elemento (algunos confunden elemento con sustancia homogénea, un 10% creen que el agua es un elemento) y lo mismo ocurre con la confusión entre compuesto y mezcla (un 35% contestan que el aire es un compuesto).

En el Proyecto AcAb las ideas de especie química, compuesto y elemento surgen ya en la primera de las actividades (El Agua). Se presenta el agua como sustancia de alta significatividad para el alumno (especie química, compuesto) y  $H_2$  y  $O_2$  (elementos). Briggs y Holding (1985) recomiendan que la introducción de estos conceptos debería realizarse con especies conocidas para el alumno, lo que no es de dudar en este caso.

En las AcAb se estudian los elementos más representativos de estos niveles: el Zn y otros metales en la AcAb "El Cinc", los halógenos en la AcAb "Sal común", el  $N_2$  y el  $S_8$  en las AcAb "El nitrógeno" y "El azufre" y compuestos como NaCl,  $NH_3$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ , etc. que se ilustra de forma más completa en la grilla que se recoge al final de este trabajo.

## NOMENCLATURA Y FORMULACION

Los elementos y compuestos químicos se representan en esta Ciencia mediante fórmulas, es esta una característica de la Química y sería imposible desarrollar una metodología de enseñanza que no implicase el uso de ellas. Ahora bien, lo que queda por decidir es qué extensión hay que darle al uso de la formulación, sobre todo en cursos donde los objetivos se centran fundamentalmente en proporcionar una educación general (12-16 años).

La alternativa del Proyecto AcAb es no proponer una actividad centrada en la formulación. En nuestra propuesta la formulación, tecnicismo de la Química, ha de surgir de la necesidad de sintetizar los conocimientos que, sobre la estructura y propiedades de determinados compuestos, van apareciendo ante el alumno en las distintas AcAb (p. ej. en la AcAb "Sal común" surge la terminación "uro" para las sales binarias como el cloruro sódico y similares, lo mismo que en la actividad "Azufre" surgirá la terminación "ico" para los oxiácidos y la "ato" para sus sales, y así sucesivamente).

Sin duda alguna es necesario suprimir la creencia de que se sabe química cuando se sabe formular (Jiménez, 1985). Queda bien claro en el Proyecto que el conocimiento de una fórmula empírica no implica conocimiento alguno sobre la estructura de las sustancias.

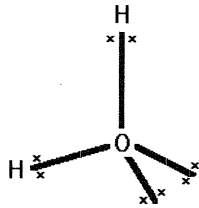
Sabido es el excesivo énfasis en el estudio de la formulación y nomenclatura como un alfabeto, un lenguaje que opera de forma mecánica de acuerdo con una serie de criterios sistemáticos que los alumnos tienden a memorizar de cara al examen o test para olvidarlo o incluso rechazarlo posteriormente por carecer de significación cultural.

## ENLACE QUIMICO

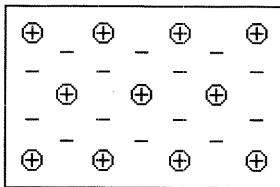
Las sustancias elegidas como punto de partida de las AcAb constituyen por sí mismas ejemplos paradigmáticos del enlace químico en sus diferentes manifestaciones. El agua,

junto con el hidrógeno y oxígeno como representantes de las moléculas covalentes polares y apolares; el cinc y los demás metales de su actividad, como ejemplo de red metálica; la sal común como ejemplo de red iónica; el carbono diamante o grafito, como representantes de redes covalentes y el azufre como red molecular.

El modelo propuesto de las sencillas estructuras electrónicas de Lewis en el espacio permite explicar la geometría de las moléculas  $H_2O$ ,  $NH_3$  y  $CH_4$ .

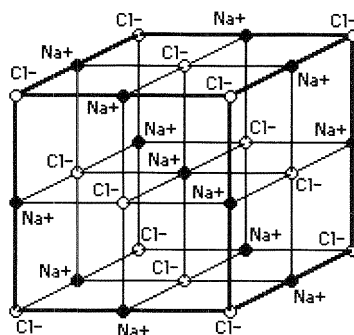


El modelo elegido para los metales es el propuesto por Lorentz en 1912: los metales están constituidos por un ordenamiento de esferas (cationes) con electrones libres moviéndose por los intersticios.



Este modelo tiene una gran potencia explicativa para los niveles de la enseñanza a los que nos estamos dirigiendo.

La AcAb "Sal común" permite introducir el modelo de cristal iónico donde se resalta el número de coordinación con esquemas como este:



En las restantes actividades vuelven a aparecer sustancias moleculares, redes iónicas o redes covalentes. En definitiva se trata de que este abanico de sustancias cubra de forma completa las posibilidades que la química elemental tiene el modelo utilizado.

El siguiente cuadro resume lo dicho:

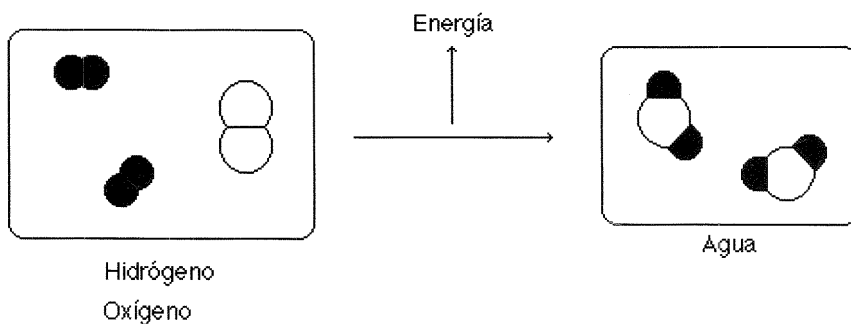
ENLACE	SUSTANCIAS ESTUDIADAS		
	gas	líquido	sólido
Covalente apolar (molécula)	H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	I <sub>2</sub> , S <sub>8</sub>
" apolar (red)	—	—	C(d), C(graf.)
Covalente polar (molécula)	HCl, NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> O HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	azúcar
" polar (red)	—	—	SiO <sub>2</sub>
Iónico (red)	— CaCO <sub>3</sub>	—	CaO, NaCl,
Metálico (red)	—	Hg	Zn, Cu (metales)

## ESTABILIDAD

Si el concepto de energía es uno de los más abstractos y complejos con los que se enfrentan los alumnos y los profesores en el binomio aprendizaje-enseñanza en las Ciencias Experimentales, el concepto de energía química lo es quizá en mayor medida.

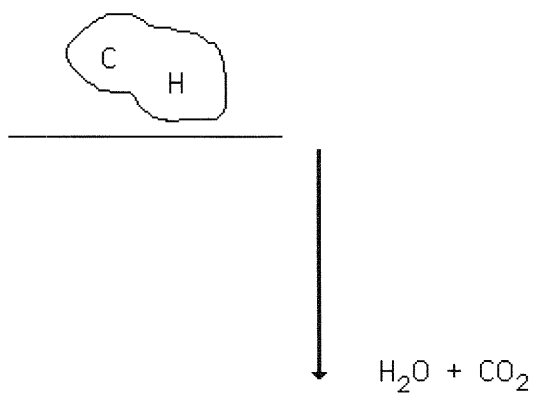
Bradley (1967,1968) indica que las ideas termodinámicas en el sentido cuantitativo son muy difíciles para los estudiantes del O-level (13-16 años) por lo que recomienda que esta parte de la química se enseñe de forma más cualitativa. También Shayer y Adey (1984) en sus taxonomías para el análisis del curriculum establecen que en el nivel concreto avanzado los alumnos tienen capacidad para comparar las distintas sustancias químicas en función del calor que producen en su combustión y en el nivel formal inicial comienzan a relacionar esta energía con la estructura atómica y molecular de las sustancias.

En el Proyecto AcAb se hace incidencia en el término estabilidad como palabra más cercana al lenguaje ordinario y que de forma cualitativa nos da una primera idea de la energía almacenada en las sustancias. Así se hablará de la gran estabilidad del agua en la primera actividad frente al H<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>:



La estabilidad del  $\text{CO}_2$  en la AcAb del mármol, donde se introduce también la relación entre estabilidad y simetría al comparar el ión carbonato (estable) frente al ácido carbónico (inestable); la estabilidad del  $\text{NaCl}$  en la AcAb "Sal común" y del  $\text{N}_2$  (explosivos) en la del "Nitrógeno".

Sin embargo, es en la AcAb "Combustión" donde se hace mayor énfasis en estas ideas, se estudian los procesos de combustión en orden a establecer los productos ( $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ ), la necesidad del  $\text{O}_2$  y se inicia de forma semicuantitativa el estudio de los calores de combustión de las velas (o del alcohol) comparándolos con los calores tabulados para otras sustancias. El alumno podrá entender así el sentido físico de "esos números mágicos" que se dan al hablar de las "calorías" de los alimentos. La idea esencial de esta AcAb es establecer que los compuestos de carbono son sustancias de elevado contenido energético (energía química) frente al agua y dióxido de carbono. El uso de diagramas de energía como el que sigue, ayuda al alumno a la comprensión de la afirmación anterior:



## VELOCIDAD DE LAS REACCIONES

El estudio de las velocidades de las reacciones químicas es otro aspecto que junto con el energético interesa destacar en la enseñanza de la química elemental. También aquí nos encontramos con dificultades de carácter cognitivo.

Como apuntan Shayer y Adey (1984) en la transición entre los niveles concreto avanzado y formal inicial los alumnos están en condiciones de entender cómo varía cualitativamente la velocidad de la reacción con la temperatura y en las reacciones entre los sólidos y líquidos que va más deprisa cuando menor sea el tamaño del sólido por tener así más puntos de contacto o que al descender la concentración de la disolución disminuya la velocidad de reacción. El análisis más cuantitativo de la velocidad de reacción, tiempos de vida media, mecanismos de reacción, etc., será objeto de estudio en los niveles de operaciones formales avanzadas.

Esta ideas son consistentes con las establecidas en el Proyecto AcAb. Tanto en la AcAb "El mármol", como en el "Cinc" se produce una reacción entre un sólido y una disolución (HCl). Se estudian las reacciones variando el tamaño de los sólidos y la concentración del ácido clorhídrico.

## REACCIONES QUIMICAS: ACIDO-BASE, OXIDACION-REDUCCION, FORMACION DE PRECIPITADOS Y FORMACION DE COMPLEJOS

En los años sesenta la enseñanza de la química fue decantándose cada vez con mayor profusión hacia los temas de estructura atómica y molecular, el equilibrio químico y la cinética. Estos temas pasan a dominar el curriculum con el pensamiento de que una vez aceptados y comprendidos estos principios todo el resto de la química (la descriptiva) puede ser ya entendida racionalmente.

Este excesivo énfasis en los principios generales ha producido en los últimos años un movimiento que vuelve a introducir la descriptiva como núcleo fundamental del curriculum de química (Hudson, 1980).

Se considera por muchos que la introducción de temas demasiado teóricos es muy prematura y convierte a la Química en una disciplina teórica, abstracta y difícil para el alumno.

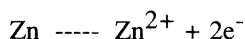
En el Proyecto AcAb hemos elegido la vía integradora entre la descriptiva, que está presente a lo largo de todo el desarrollo de las AcAb, y la introducción generalizadora de conceptos y modelos. Creemos que no se puede construir en la mente del alumno un pensamiento químico sin datos sobre los que apoyarse y como buscamos al mismo tiempo potenciar un aprendizaje de tipo significativo partimos en las AcAb de realidades conocidas por él: sustancias o hechos claramente reconocidos de forma que su identificación no suponga ya un primer esfuerzo infranqueable, para luego abrirse a los conceptos de una química elemental sin renunciar de ninguna manera a la potencia explicativa del modelo químico utilizado.

Las propiedades químicas aparecen en varias AcAb pero en cada una de ellas se potencia una propiedad determinada. Los conceptos de **acidez** y **basicidad** se introducen en la AcAb "Sal común", a través de las especies HCl y Na(OH) (aunque el ácido clorhídrico hubiera aparecido en AcAb anteriores como "EL mármol" o el "Cinc"). Se utiliza el concepto de ácido y base de Bronsted y Lowry (propuesto en 1923), es decir, el concepto protónico (Davies, 1962), los ácidos como sustancias capaces de ceder  $H^+$  y las bases como sustancias

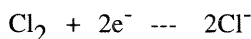
capaces de aceptarlos. Conceptos anteriores históricamente como el de Arrhenius carecen de la capacidad explicativa del concepto de Bronsted (recordemos por ejemplo el caso del amoníaco) y conceptos posteriores como el de Lewis (Stark, J.G., 1969) o el de Usanovich y no digamos las teorías más recientes de ácidos y bases duros y blandos (Pearson, 1968a, 1968b) no son pertinentes desde un punto de vista cognitivo ya que requieren el uso de ideas del modelo cuantico.

Los ácidos aparecen con intensidad en las actividades del "Nitrógeno" ( $\text{HNO}_3$ ) y del azufre ( $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) lo mismo que las bases ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{Na}(\text{OH})$ ,  $\text{CaO}$ ).

El concepto de **oxidación** se potencia en la AcAb del "Cinc", la oxidación como propiedad química típica de los metales. El concepto de oxidación como pérdida de electrones creemos que se adecúa al nivel y tiene toda la capacidad explicativa deseada:



En la AcAb de la sal común aparecen los halógenos como fuertes oxidantes. El cloro con su enorme actividad química nos permite resaltar el concepto de oxidante (que gana electrones):



La **formación de precipitados** está recogida en varias de las AcAb. En el mármol donde aparece el carbonato cálcico como sal poco soluble frente al bicarbonato cálcico soluble; en la sal común con el  $\text{AgCl}$  y el  $\text{PbCl}_2$  y en el azufre donde aparecen los sulfuros insolubles.

Por último la **formación de complejos** aparece en la actividad del cinc cuando al sulfato de cobre anhidro se le añaden agua, amoníaco y ion cloruro que dan lugar a diferentes complejos del ion  $\text{Cu}^{2+}$  que presentan además bonitos y distintos colores.

## CONCLUSION

Como se puede apreciar en los comentarios precedentes la originalidad del Proyecto AcAb se cifra en que los conceptos surgen de las actividades a través de la reflexión que hacen alumno y profesor y no en temas monográficos y excesivamente teóricos que pudieran llevar al alumno a rechazar la Química como materia desligada de la realidad que él vive. Y los conceptos y modelos se utilizan en la explicación de las propiedades de las sustancias en el sentido que proponen Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) en el modelo de cambio conceptual que tanta incidencia está teniendo en la enseñanza de las Ciencias en los últimos años.

## AGRADECIMIENTOS

El Proyecto AcAb está financiado por la CICETGA (Comisión Interdepartamental de Ciencia e Tecnoloxía de Galicia) dentro del programa de "Axudas para o Fomento da Investigación Científica e Técnica".

Agradecemos también a la Dirección Xeral de Educación Básica de la Consellería de Educación de la Xunta de Galicia el reconocimiento y financiación del Seminario Permanente de Profesores de EGB.

AcAb	Especies químicas		Enlace	Estabilidad	Acido - Base		Ox - Red	Precipitación
	Elementos	Compuestos						
II El agua	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	(H <sub>2</sub> O)	covalente polar	H <sub>2</sub> O muy estable				
III El mármol		(CaCO <sub>3</sub> ) CO <sub>2</sub> CaO		H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> inestable CO <sub>2</sub> estable	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> CaO			CaCO <sub>3</sub> ↓
IV Cinc	(Zn), H <sub>2</sub> Cu Fe Na		metálico				Zn → Zn <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup> se oxida	
V Sal Común	Cl <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	(NaCl) HCl	iónico	NaCl muy estable	HCl	NaOH	Cl <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup> → 2 Cl <sup>-</sup> se reduce	AgCl ↓
VI Azufre	(S)	H <sub>2</sub> S SO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	covalente		H <sub>2</sub> S H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			PbS ↓ CaSO <sub>4</sub> ↓
VII Nitrógeno	N <sub>2</sub>	(NH <sub>3</sub> ) (HNO <sub>3</sub> ) NO <sub>2</sub>			HNO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>		
VIII Combustión	C (grafito)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>		Compuestos del carbono, inestables				

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Bradley, J., 1967, Chemistry VII: stability and order, *The School Science Review*, Vol. 49, nº167, pp. 142-150.
- Bradley, J., 1968, Chemistry IX: stability and order, *The School Science Review*, Vol. 50, nº 170, pp. 87-96.
- Briggs, H. y Holding, B., 1986, "Aspects of Secondary Students' Understanding of Elementary Ideas in Chemistry: Full Report", CLIS (Children Learning in Science Project), Centre for Studies in Science and Mathematics Education, Universidad de Leeds, Leeds.
- Camaño, 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*, Vol. 1, pp. 198-201.
- Cañas, A.M., Mosquera, C., Diego Pérez, J., Pérez, J.M. y Ramírez, E., 1982, "Ciencias de la Naturaleza 8º EGB", Anaya.
- Carbonell, F. y Furió, C.J., 1987, "Opiniones de los Adolescentes respecto del cambio sustancial en las reacciones químicas", *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 5, nº 1, pp. 3-9.
- Cervellati, R. y Perugini, D., 1981, "The Understanding of the Atomic Orbital Concept by Italian High School Students", *Journal of Chemical Education*, Vol. 58, nº 7, pp. 568-569.
- Davies, L., 1962, Theories of acids and bases: a review, *The School Science Review*, Vol. 44, nº 152, pp. 34-40.
- Domínguez, J.M., García-Rodeja, E., Lorenzo, F.M. y Díaz de Bustamante, J., 1985, "Enseñanza Integrada de las Ciencias Experimentales en la E.U.F.P.EGB de Santiago. Actividad Abierta: El mármol", *Ciencias Revista de Enseñanza*, Nº4, pp. 36-53.
- Domínguez, J.M. y Lorenzo, F.M., 1987, "Proyecto: Actividades Abiertas como alternativa para la enseñanza integrada de las Ciencias Experimentales. Química", *Actas da II Semana do Maxisisterio Lucense*, Servicio de Publicaciones de la Diputación Provincial, LUGO(Galicia).
- Faraday, Proyecto (Grup Recerca), 1983, "Física y química para el bachillerato. Guía del Profesor", ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- Furió Mas, C.J. y Hernández Pérez, J., 1987a, "Parallels between Adolescents' Conception of Gases and the History of Chemistry", *Journal of Chemical Education*, Vol. 64, nº 7, pp. 616-618.
- García-Rodeja, E., 1975, "La enseñanza integrada de las Ciencias de la Naturaleza". ICE/UNESCO: Seminario sobre Enseñanza Interdisciplinar de las Ciencias. Universidad de Santiago. Santiago de Compostela.
- García-Rodeja, E., Lorenzo, F., Domínguez, J.M. y Díaz de B., J., 1986, "Desarrollo de un nuevo curriculum de Enseñanza Integrada de las Ciencias mediante AcAb. Proyecto Química", XXI Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Química, Santiago de Compostela.
- García-Rodeja Fernández, E., Lorenzo Barral, F.M., Domínguez Castiñeiras, J.M. y Díaz de Bustamante, J., 1987, "Proyecto AcAb. Química", Universidade de Santiago de Compostela, Servicio de Publicacións e Intercambio Científico (Santiago de Compostela).
- Halbwachs, F. y Bonet, M., 1981, "Le poids et la masse en classe de sixième", *Revue Française de Pedagogie*, nº 53, pp 4-18.
- Hudson, M., 1980, Why should we teach descriptive chemistry?, *Journal of Chemical Education*, Vol. 57, nº 11, pp. 770-772.

- Jimenez López, M. de los A., 1985, Evaluación de la enseñanza de la Química al término de la EGB en el distrito universitario de Málaga, Tesis de Licenciatura, Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias, Departamento de Química Inorgánica.
- Lagowski, J.J., 1985, "The State of Chemical Science", *Journal of Chemical Education*, Vol. 62, p. 1039.
- Lorenzo Barral, F.M., 1985a, "Enseñanza integrada de las Ciencias Experimentales. Actividad Abierta (AcAb): Sal Común", VI Encuentro de Didáctica de Física y Química, Málaga.
- Lorenzo Barral, F.M., 1985b, "Enseñanza Integrada de las Ciencias Experimentales. Actividad Abierta: El Agua", 1<sup>er</sup> Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas, Barcelona.
- Lorenzo, F.M., García-Rodeja, E., Domínguez, J.M. y Díaz de Bustamante, J., 1986, "Encuentro con la Química de los metales. Enseñanza Integrada de las Ciencias Experimentales: Actividad Abierta: Los metales.", *Cuadernos de Física y Química*, VI, pp. 81-90.
- Meheut, M., Saltiel, E. y Tiberghien, A., 1985, "Pupils' (11-12 year olds) conceptions of combustion", *European Journal of Science Education*, Vol. 7, n<sup>o</sup> 1, pp 83-93.
- Paoloni, L., 1979, "Towards a Culture-based Approach to Chemical Education in Secondary Schools: The Role of Chemical Formulae in the Teaching of Chemistry", *European Journal of Science Education*, Vol. 1, n<sup>o</sup> 4, pp. 365-377.
- PEAC (Proyecto Experimental Area de Ciencias de la Naturaleza), 1983, Núcleo 2-La Materia, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.
- Pearson, R.G., Hard and Soft Acids and Basis, HSAB, Part I. Fundamental Principles, 1968a, *Journal of Chemical Education*, Vol. 45, n<sup>o</sup> 9, pp. 581-587.
- Pearson, R.G., Hard and Soft Acids and Basis, HSAB, Part II, 1968b, *Journal of Chemical Education*, Vol. 45, n<sup>o</sup> 10, pp. 643-648.
- Pfundt, H., 1981, "Pre-instructional Conceptions about Substances and Transformations of Substances" en Proceedings of the international workshop on *Problems concerning Students' Representation of Physics and Chemistry Knowledge*, Padagogische Hochschule Ludwigsburg.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. y Gertzog, W.A., 1982, Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, *Science Education*, Vol. 62, n<sup>o</sup> 2, pp. 211-227.
- Shayer, M. y Adey, Ph., 1984, "La Ciencia de Enseñar Ciencias", Narcea, Madrid.
- Stark, J.G., The Lewis Acid-Base Concept in Sixth Form Chemistry Teaching, *Education in Chemistry*, Vol. 6, n<sup>o</sup> 2, pp. 40-44.
- Vogezeland, M.J., 1987, "Development of the concept 'chemical substance' -some thoughts and arguments", *International Journal of Science Education*, Vol. 9, n<sup>o</sup> 5, pp. 519-528.