

V.3. Segundo Curso (1993/1994)

V.3.1. Contexto inicial y presentación de la experiencia

El siguiente ciclo de la experiencia se realizó durante el curso 1993-1994 en el I.E.S. “Manuel Godoy” de Castuera⁴⁸. La experiencia continuaría con alumnos de 3^{er} curso de E.S.O.⁴⁹ Teníamos dos grupos experimentales: 3^o E.S.O. A y 3^o E.S.O. B. Disponíamos también de 2 posibles grupos de control: 3^o de E.S.O. C y D, donde otro compañero del Departamento impartiría una enseñanza de tipo fundamentalmente expositivo⁵⁰.

Los alumnos que constituyen los grupos provienen de un entorno rural (a diferencia del curso anterior donde todos los alumnos eran de Badajoz capital), con dificultades de acceso a la información derivadas en parte por la escasez de recursos y en parte por la poca costumbre de uso⁵¹. Otra novedad es que los alumnos provienen de diferentes localidades, teniendo que utilizar el transporte escolar para acceder al Instituto. Esta circunstancia es importante sobre todo cuando se proceda a la configuración de los grupos de trabajo pues habrá que agrupar por localidades para permitir el trabajo de los grupos en horario no lectivo. Entre los componentes de los grupos encontramos una gran diferencia de nivel (confirmada en la evaluación inicial del grupo por el equipo educativo): tanto de

⁴⁸ En el Concurso de Traslados del año 1993 me destinaron al I.E.S. “Manuel Godoy” como profesor con destino definitivo en el área de Física y Química.

⁴⁹ Una de las dificultades para desarrollar nuestra experiencia ha sido el cambio de destino de trabajo y de grupos en función de las disponibilidades del resto del profesorado y de horarios. En este caso se pasa a trabajar con alumnos de entorno rural y de diferente nivel, aunque estos aspectos no modifican los objetivos de fondo de la experiencia.

⁵⁰ Queremos agradecer expresamente la colaboración prestada durante este curso a los profesores Teodoro González Morillo y Consuelo Wic Baena.

⁵¹ La limitación de recursos se hace patente en algunos de los comentarios de los alumnos durante el desarrollo del trabajo “*Hemos hecho los dibujos correspondientes para las tarjetas, porque como tenemos que acabarlos para mañana y no han abierto el Ayuntamiento, no hemos podido hacer fotocopias...*” (grupo 5, Lunes 2 de Mayo).

Segundo curso (1993-1994)

capacidad para adquirir conocimientos como para desarrollar destrezas procedimentales. Nuestra intención es integrar en los grupos alumnos de la mayor cantidad de niveles posibles, únicamente limitado por la necesidad de agrupar por localidades.

A diferencia del curso anterior, este año la asignatura estaba planteada anualmente y disponíamos de dos horas semanales por grupo (por necesidades horarias del Centro). Comenzamos la experiencia el 24 de Marzo con el tema “Modelos Atómicos”⁵². Se trabajarían los temas “Modelos Atómicos”, “Enlaces” y “Electrostática”. Para la realización de estos temas dispondrían los alumnos de los meses de Marzo (lo que restaba), Abril y Mayo. El último tema, Electrostática, podría terminarse durante el mes de Junio. Para los días que nos restasen del mes de Junio realizaríamos un hipermedia de un tema donde pudiésemos integrar las áreas de Ciencias Naturales y Física y Química, aprovechando la coincidencia horaria de estas asignaturas en los grupos 3ºA y 3º B (donde desarrollábamos nuestra experiencia) y la buena disposición de la profesora de Ciencias Naturales⁵³.

Aunque se les explicó a los alumnos con el máximo detalle posible en qué consistía un hipermedia, no se pudo mostrar uno real introducido en el ordenador hasta el Martes 12 de Abril. Esta presentación se refleja en los diarios de los alumnos (no en todos) de muy diferentes maneras (en general de forma positiva).

“Esta clase no se ha hecho nada porque José Carlos nos ha estado enseñando unos hipermedia en el ordenador suyo.” (grupo 2B, Martes 12 de Abril).

“Nos juntamos en los grupos en la clase. Vimos el ordenador que José Carlos trajo a clase, mientras explicaba cómo debíamos hacer el hipermedia. Ya lo teníamos más o menos hecho, pero habría que reformarlo porque ahora nos pareció más difícil que al principio...” (grupo 5, Martes 12 de Abril).

“En la clase de hoy hemos visto un hipermedia en el ordenador y creemos que puede aclararnos cómo tenemos que hacer el trabajo.” (grupo 1B, Martes 12 de Abril).

⁵² Tuvimos que aplazar la experiencia hasta esta fecha por la programación anual de la asignatura: tanto nosotros como el resto de integrantes del Departamento de Física y Química del Centro considerábamos que el tema de formulación (por el que comenzó el curso) resultaría difícil desarrollar mediante la realización de hipermedia y que el tema de disoluciones (segundo tema del curso) podría trabajarse de forma óptima desde los laboratorios.

⁵³ Durante el desarrollo de esta experiencia, ha resultado cada vez más evidente que es difícil conseguir una mejora de la enseñanza en términos de enseñantes aislados. Pensamos que en un futuro sería interesante pasar de la consideración del profesor como unidad básica desde donde desarrollar la acción educativa, a los centros educativos como células desde las cuales realizar innovaciones curriculares.

“...ver el hipermedia en el ordenador ha resultado muy útil porque no entendíamos qué quería decir José Carlos con “palabra clave” y hemos entendido que se refiere a las uniones de las tarjetas.” (grupo 1, Martes 12 de Abril).

La principal diferencia metodológica que consideramos con respecto al curso 92/93 fue la supresión de las sesiones iniciales de presentación de los conceptos fundamentales del tema por parte del profesor a los alumnos pues, como hemos comentado:

- Una de las características de las pilas elaboradas por nuestros alumnos durante el curso anterior ha sido su linealidad, cuando nuestra intención era que desarrollasen estructuras más alineales y encontrasen la mayor cantidad de conexiones posibles entre los conceptos a desarrollar.

- Otra de las características había sido la poca cantidad de conceptos “nuevos” que aportaron a las pilas (conceptos diferentes de los presentados por el profesor). Pensamos que una de las posibles causas de estos problemas era el fuerte condicionante que para ellos suponían las sesiones de presentación, por ello, en este curso decidimos modificar la experiencia suprimiéndolas.

Durante este curso los alumnos debían introducir unos pocos conceptos mínimos, establecidos previamente por el profesor (pero no explicados ni introducidos), y podrían extender el número de conceptos según fuesen desarrollando el hipermedia⁵⁴:

“José Carlos nos ha repartido los nuevos conceptos a introducir en el hipermedia. Ahora es sobre el enlace y electrostática. Nosotros introducimos anteriormente algo sobre el enlace, pero debemos completar con los demás conceptos.” (grupo 5, Jueves, 19 de Mayo).

V.3.2. Análisis de los diarios de los grupos

El análisis de los diarios de los grupos puede ser una buena manera de aproximarse a los procesos internos del grupo. No podemos afirmar que exista un cuaderno “tipo” que represente bien a cualquiera de los grupos, por el contrario cada cuaderno responde a las características particulares de los miembros que constituyen el grupo y por ello, no es si

⁵⁴ Pérez Gómez (1992), señala la participación activa del alumno en la determinación de contenidos como una de las características básicas para que se pueda dar un proceso de aprendizaje significativo y relevante. Esta propuesta se encuentra con la dificultad como señalan Edwards y Mercer (1988) y como hemos constatado nosotros durante este curso de poner de acuerdo planificación e ideas de los alumnos.

Segundo curso (1993-1994)

no un reflejo de la evolución de éste (aunque tampoco podíamos afirmar que existiese un “diario tipo” el curso anterior, éstos resultaron más escuetos y quizás por ello más uniformes). Tampoco en todos los diarios se observan comportamientos fijos de los miembros que constituyen el grupo siendo muy difícil poder realizar cualquier afirmación de carácter generalizable, hemos seleccionado de los diarios sólo los hechos que se repiten con mayor frecuencia. Las figuras V.35 y V.36 muestran dos fragmentos de los diarios correspondientes a los grupos 2 y 5.

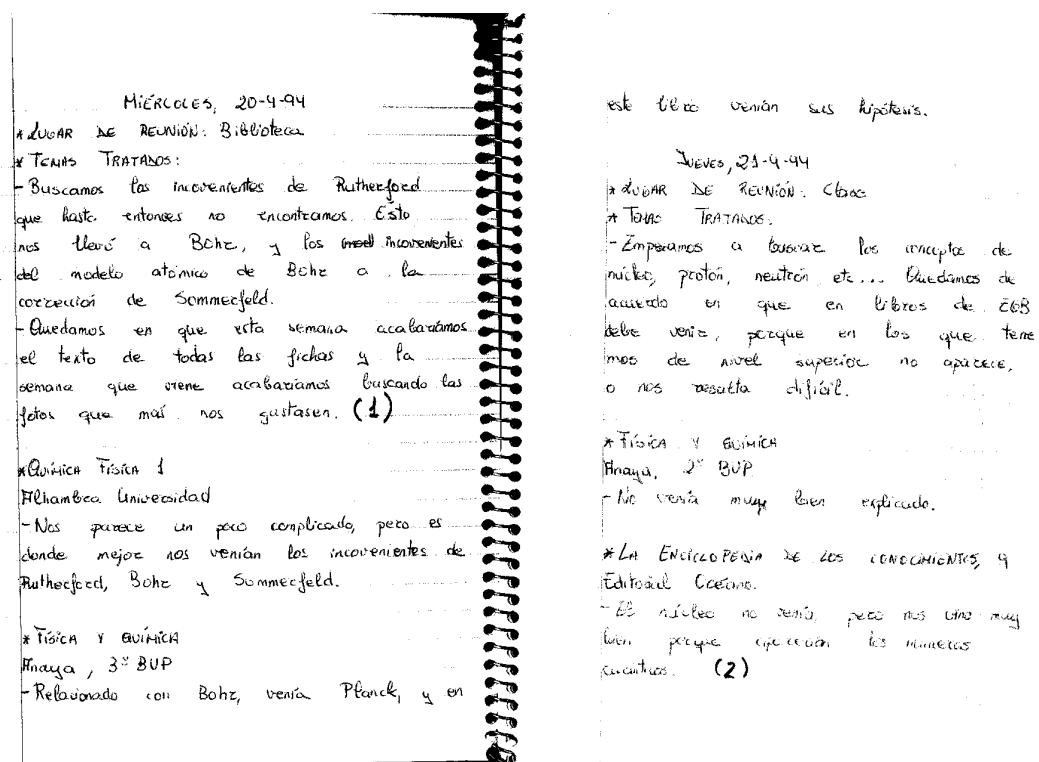


Figura V.35: Fragmento del diario del grupo 2

La información que se puede obtener de los diarios también varía de uno a otro dependiendo del grupo, así, mientras que algunos diarios nos permiten intuir los criterios de selección de contenidos, relaciones entre éstos, dificultades del grupo en la realización del hipermedia, etc., de otros apenas hemos podido conseguir algo en este sentido, aunque, todos informan sobre las relaciones entre los componentes del grupo.

La estructura de los diarios tampoco se presenta de manera uniforme. Podemos, a muy grandes rasgos, distinguir dos tipos de estructuras:

- 1.- Estructura uniforme en cuanto a la presentación de las sesiones de trabajo.

Responde por lo general a diarios que han sido elaborados a partir de anotaciones “*en sucio*” de reuniones. Tienen la ventaja de ser más elaborados sobre todo en lo referente a la materia objeto de estudio, pero presentan el inconveniente de no responder con fidelidad a la dinámica interna de los grupos, velando interesantes procesos comunicativos por añadidos (algunos quizás inventados) del copista:

“Nos juntamos en casa de Gema para ir revisando como llevábamos la libreta, ya que la estábamos haciendo en sucio, porque debíamos comprarla...” (grupo 5, Viernes 15 de Abril).

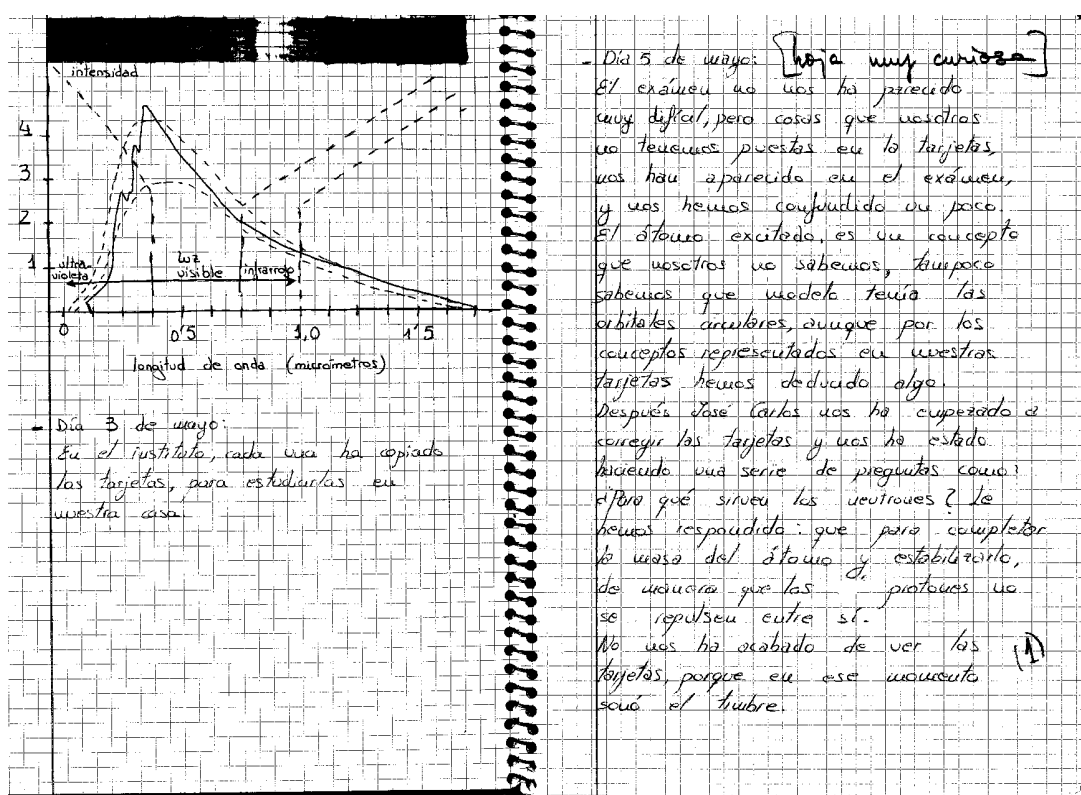


Figura V.36: Fragmento del diario del grupo 5

2.- Estructura no uniforme. Presentan unas primeras sesiones de trabajo muy cortas, donde los objetivos de trabajo del grupo no aparecen nítidos y que posteriormente van ampliándose, apreciándose una mayor profundidad en los temas tratados (en algunos grupos podría quizás hablarse de una tercera fase donde se puede entrever un cierto cansancio del grupo que se pone de manifiesto por una disminución en la profundidad con que se tratan los temas). En estos diarios aparece de forma más fiel la dinámica interna de los grupos por ser anotaciones directas de las reuniones:

“Buscamos información sobre el modelo de Dalton.” (grupo 2, texto completo de la reunión del grupo el Jueves, 7 de Abril).

“Teníamos la teoría de Dalton y buscamos la teoría de Thomsom.” (grupo 2, texto completo de la reunión del Miércoles 13 de Abril).

“Los inconvenientes de la Teoría de Dalton, porque quedamos de acuerdo en extendernos más sobre este tema. También recogimos información sobre la discontinuidad de la materia que nos venía muy bien explicado en el libro de 2º de BUP de Anaya. Quedamos en que el primer bloque de Discontinuidad de la Materia está acabado en lo que se refiere a textos.” (grupo 2, texto completo de la reunión del Jueves 14 de Abril).

La estructura organizativa de los grupos es similar en todos, tendiendo a una especialización de los componentes (se registra en los diarios de forma más acusada que en el curso anterior). Este es un hecho que no deseábamos y, aunque al comenzar los trabajos hicimos especial énfasis en que no se dividiera el trabajo sino que fuese *realizado “todo entre todos”*, no hemos encontrado ningún grupo en el que el trabajo no se reparta entre sus componentes. Las causas a nuestro juicio pueden ser:

- 1.- Una especialización en el trabajo acelera la finalización de éste.
- 2.- Los alumnos en los grupos asignan tareas en diferentes grados de complejidad según criterios del propio grupo (que suelen ser las calificaciones que han venido obteniendo en las diferentes asignaturas) sobre las capacidades de los componentes:

“Ricardo está pasando las fichas de electrostática a limpio, Marcos estuvo buscando fotos adecuadas para este tema y Mónica ampliando el tema del agua.” (grupo 2, Viernes 10 de Junio)⁵⁵.

“Estamos en clase pasando a tarjetas los conceptos, a la vez que los resumimos. Otras están buscando los dibujos ya que este tema, aunque lo hemos encontrado fácilmente, es difícil de entender.” (grupo 5, Jueves 26 de Mayo).

“Nos juntamos en casa de Maribel. Maribel escribió las tarjetas, Gema las dictó

⁵⁵ En esta cita se echa en falta un cuarto miembro del grupo (el que presentaba mayores problemas de aprendizaje): Luis.

y Carmen buscaba mientras tanto dibujos para cada una de las tarjetas.” (grupo 5, Sábado 9 de Abril).

Pensamos que uno de los problemas que plantea la división del trabajo en la forma reseñada anteriormente es que no se construye conocimiento por el grupo sino que se sustituye el criterio de validez del conocimiento, pasando de ser la autoridad del profesor a ser la autoridad de ese alumno que selecciona y “digiere” la información para el grupo.

“... Manoly había estado casi un hipermedia y medio haciéndolo ella solita sin discutir con nadie lo que ponía o dejaba de poner, aunque es verdad que como ella lo hacía y nosotros no trabajábamos mucho...” (grupo 1B, Jueves 19 de Mayo)⁵⁶.

Uno de los objetivos generales de la E.S.O., que se recogía en el proyecto curricular del segundo ciclo de la etapa realizado en el Centro y que pretendíamos desarrollar era la mejora en la capacidad de los alumnos para buscar y seleccionar información. Los alumnos hacen referencia a este objetivo en los diarios, donde se pone de manifiesto tanto la dificultad como el esfuerzo que realizan en la localización de la información y en su elaboración para que pueda incluirse en las tarjetas:

“Empezamos a pensar los libros que podríamos utilizar durante el trabajo.” (grupo 1, 24 de Marzo).

“... el profesor nos aconseje una serie de libros adecuados a nuestro nivel, porque a veces encontramos información complicada de entender.” (grupo 2, Martes 14 de Junio).

“... donde hubo más problemas fue en niveles energéticos y sobre todo en orbitales... con niveles energéticos lo buscamos en dos o tres enciclopedias para contrastar su significado pero en todas venía lo mismo... orbitales tuvimos que buscar en tres o cuatro libros porque su concepto no había quedado demasiado claro.” (grupo 1, Miércoles 27 de Abril).

⁵⁶ En este grupo se originó una fuerte discusión por esta causa, hasta el punto en que me planteé el disolver el grupo e integrar a los componentes en los distintos grupos de la clase. Finalmente se llegó a una solución donde todos se comprometían a trabajar más y Manoly a ceder parte del protagonismo. Una de las dificultades de este tipo de tareas es detectar el trabajo de cada componente del grupo sin presionar al grupo ni dirigir en exceso.

Segundo curso (1993-1994)

“El trabajar en la Biblioteca era nuevo y se podían ver las ventajas y los inconvenientes. La ventaja era una fácil disposición de los libros y el inconveniente era que el ruido que había allí era muy grande.” (grupo 3, Martes 12 de Abril).

“Otro problema era que a lo mejor tú estabas trabajando mucho con un libro, y para la siguiente hora te lo habían cogido y ésto supone una pérdida de tiempo considerable al tener que buscarte otro libro.” (grupo 1, Martes 7 de Junio).

“Hemos encontrado libros que José Carlos no nos recomienda porque son difíciles de entender, pero nosotros no estamos de acuerdo sólo porque ponga en el libro Manual para Profesores...” (grupo 2, Jueves 2 de Junio).

“Las nubes hemos tenido que buscarlas en una enciclopedia pues no nos venían en otra parte.” (grupo 2, Viernes 10 de Junio).

“Sobre ésto (modelo de Dalton) discutimos mucho porque salía muy extenso y era muy difícil de resumir.” (grupo 4, martes 5 de Abril).

“Buscamos el átomo de Rutherford, que venía en un libro de estos dos. El problema era que venía excesivamente extenso y por esto tuvimos que resumirlo varias veces.” (grupo 1, Jueves 14 de Abril).

“Encontramos un libro, y discutimos la posibilidad de cambiar de información, porque en este libro nos vienen los datos mejor explicados que en otros. Todos estamos de acuerdo en que si viene más o menos lo mismo no lo cambiamos, pero si la explicación es más clara, ponemos un nuevo texto.” (grupo 2, Miércoles 24 de Abril).

Cuando se trabaja sobre algún concepto, que se reflejará en una o varias tarjetas, los grupos suelen trabajar en primer lugar los textos que van a acompañar al concepto en cuestión y luego los dibujos. La mayoría de los grupos señalan como uno de los aspectos más dificultosos el resumir toda la información que encuentran en los libros. Otro problema señalado como importante por algunos grupos es encontrar fotografías (o realizar dibujos) adecuadas para cada tarjeta:

“Las fotos seguían sin salir y era ya desesperante...” (grupo 1, Lunes 2 de Mayo).

“... nos fuimos a la biblioteca a buscar fotos pero no encontramos gran cosa... en los libros de química especializados venían fotos de muchas cosas menos de las que buscábamos... y he aquí que el problema más grande que se nos ha planteado durante todo el trabajo han sido las fotos.” (grupo 1B, Jueves 21 de Abril).

No se realiza el hipermedia construyendo un nodo (una tarjeta sobre un concepto) y conectándolo con otro que será una nueva tarjeta: en general los grupos construyen todas las tarjetas (o todo el texto de las tarjetas) según el orden de aparición de los conceptos en un texto base (libro de texto elegido por el grupo como base) y luego realizan y desarrollan las uniones. Esto ocasiona una mayor linealidad de las pilas y dificulta el aprendizaje comprensivo del tema a medida que éste se construye:

“...quedamos en que el primer bloque de Discontinuidad de la Materia está acabado en lo que se refiere a textos.” (grupo 2, Jueves 14 de Abril).

“Quedamos en que esta semana acabaremos el texto de todas las fichas y la semana que viene acabaremos buscando las fotos que más nos gustasen.” (grupo 2, Miércoles 20 de Abril).

“Mientras terminamos el tema del agua vamos discutiendo sobre como unirlo.” (grupo 2, Lunes 13 de junio).

“En este día en que la materia estaba terminada empezamos a pasar todo el texto a un folio en limpio y a resumirlo... empezamos por fin la estructuración de las fichas y calculamos el número que saldría.” (grupo 3B, Lunes 2 de Mayo).

“Los links o uniones los estábamos dejando sin hacer (para el final) y eso no era una idea que a mí me gustase mucho.” (grupo 1, Martes 7 de Junio).

“Se conectaron al final de la clase todas las definiciones que compondrían la hipermedia y su colocación dentro de ésta.” (Grupo 2B, Lunes 2 de Mayo).

¿Qué sucede cuando hay debates en el grupo?. Uno de los objetivos de disponer el trabajo en grupos era promover el aprendizaje a través de las discusiones que se provocasen entre los componentes de los grupos para solucionar los conflictos y provocar en lo posible el

Segundo curso (1993-1994)

cambio conceptual de nuestros alumnos hacia el modelo científico⁵⁷. Esta situación de discusión sólo se produce, como apuntábamos con anterioridad, cuando no existe liderazgo fuerte de algún alumno dentro del grupo:

“... Marcos nos explicó los números cuánticos...” (grupo 2, Lunes 2 de Mayo).⁵⁸

“... Marcos explicó a Luis la configuración electrónica.” (grupo 2, Lunes 2 de Mayo).

Aunque, también en estos casos, no siempre prevalece la opinión de estos alumnos, en ocasiones ellos también deben someterse a la regla de la mayoría dentro del grupo:

“... Marcos pensaba que debíamos poner la masa en gramos del neutrón y del protón, pero Ricardo y Mónica pensaban que no era necesario. Al final se eliminó.” (grupo 2, viernes 29 de Mayo).

Una situación muy interesante se produce cuando en estos grupos el “líder” falta, forzando al grupo a replantear el modo de trabajo o a esperar su regreso:

“Marcos no pudo venir a hacer el trabajo porque tuvo que ir a Madrid, pero como ya teníamos hecho el trabajo no notamos que no estaba. Sólo teníamos que pasar a fichas y no nos costó mucho trabajo, aunque hubo un pequeño problema (o grande), no sabíamos cómo pasar del anterior trabajo (discontinuidad de la materia) al enlace químico. Después de leer de nuevo todas las fichas se nos ocurrieron varias hipótesis pero en ninguna de ellas estábamos de acuerdo, al final decidimos no poner ninguna y discutirlo después con Marcos...” (grupo 2, Lunes 30 de Mayo).

Este reparto de roles en el que uno de los alumnos asume el papel de tutor puede generar procesos interesantes desde el punto de vista del aprendizaje: el alumno tutor debe hacer el esfuerzo de ponerse en el punto de vista del compañero, que asume el rol de alumno, obligándose no sólo a realizar un esfuerzo dirigido hacia la mayor comprensión de los contenidos, los cuales debe explicar, sino también de los propios compañeros. El problema que detectamos en nuestra experiencia y que nos hace recelar de este comportamiento es la ausencia de complementariedad: es decir, el rol de tutor suele ser

⁵⁷ De acuerdo con Thom (1985), todo acto de conocimiento se produce como resultado de una crisis a la vez que él es en sí mismo origen de crisis. Esta crisis se produce en este caso al situar al alumno en una situación ambigua que deriva de la posibilidad de escoger entre múltiples opciones resultado de las propuestas de los elementos del grupo. Citado en Estebaranz (1994). Thom, A. R. (1984) *Teaching as a moral craft*. New York: Longman.

⁵⁸ Difícilmente podría explicar Marcos (3º E.S.O.) de forma convincente los números cuánticos (aunque el grupo parece que no opina lo mismo).

asumido por un único alumno con lo cual las posibles ventajas que podrían aparecer pueden quedar anuladas por la aparición de relaciones de dominio entre los propios alumnos que no sean más que réplicas de aquellas que rechazamos en el aula o en la sociedad.

Los debates (o discusiones como aparecen en los diarios) suelen hacer referencia más a la forma que al contenido de los conceptos:

a) Estética

“... hoy hemos tenido una pequeña discusión porque Andrea también quería escribir en la libreta, al final la he convencido diciendo que con dos letras diferentes quedaría muy feo.” (grupo 2B, Jueves 26 de Mayo).

b) Método

“Tuvimos una discusión nada más empezar este hipermedia. Había dos posturas. Una consistía en buscar toda la materia, se copiaba tal y como venía en el libro, luego se discutía y a continuación se pasaba a ficha. Y la otra era la mía buscar la información, se discute antes de copiarlo, después de discutido se pasa a folio y se pasa a ficha después de resumirlo.” (grupo 3, Jueves 2 de Junio).

Cuando aparecen problemas sobre el significado de conceptos que no pueden ser resueltos por uno de los miembros del grupo aparecen normalmente dos opciones:

a) Buscar en un segundo libro que aclare la duda.

b) Votación entre los miembros del grupo.

Normalmente los grupos toman como base de trabajo un único libro, del cual sólo se separan cuando es cogido por otro grupo antes (si el libro pertenece a la Biblioteca del centro) o si se ha olvidado en casa. Cuando la opción elegida es buscar en un segundo libro, se suele tomar como válida aquella que resulta más sencilla de comprender para la mayoría del grupo⁵⁹. Sólo en casos muy excepcionales se ha buscado un tercer o cuarto libro:

“Subimos a la Biblioteca en busca de libros, pero sólo nos sirvieron dos, quizás sólo uno, el otro apenas lo miramos.” (grupo 1, Jueves 7 de Abril).

“Otro problema era que a lo mejor tú estabas trabajando con un libro y para la siguiente hora te lo habían cogido y esto supone una pérdida de tiempo

⁵⁹ Este resultado puede presentarse como positivo: el grupo al no entender determinado concepto opta por un segundo libro en lugar de copiar directamente del primer texto.

Segundo curso (1993-1994)

considerable al tener que buscarte otro libro.” (grupo 3B, Martes 7 de junio).

“...sobre el modelo atómico y los inconvenientes hubo una discusión entre los cuatro componentes del grupo... por eso tuvimos que buscarlo en otro libro... en el que venía mejor explicado y así se solucionó el problema.” (grupo 1, Jueves 14 de Abril).

Cuando la opción escogida es la votación, no se opta necesariamente por la versión más científica del concepto sino por aquella que es mejor defendida por algún miembro del grupo, que puede, o no, coincidir con aquella, con lo que en la mayoría de los casos no se produce cambio conceptual e incluso puede ser un cambio conceptual hacia posiciones no deseadas.

“Ante los diversos links que proponíamos hubo que discutir por votación los que nos parecían más apropiados.” (grupo 1, Jueves 7 de Abril).

Encontramos frecuentemente procesos de aprendizaje casual. En estos casos resulta más interesante el planteamiento de los problemas que la solución que se da de ellos:

“... el núcleo no venía en esta enciclopedia, pero nos vino muy bien porque aparecían los números cuánticos.” (grupo 2, Jueves 21 de Abril).

“... porque siendo el núcleo todo de partículas positivas no se repelen y se esparce todo el núcleo... después averiguamos que era debido a un determinado campo fuerte, pero esta característica no sabíamos cómo incluirla en una tarjeta.” (grupo 3B, Jueves 28 de Abril).

“... buscando el modelo de Bohr encontramos una corrección que realizó Sommerfeld, pero venía muy confuso...” (grupo 1, Martes 26 de Abril).

“... hay un enlace covalente distinto que hemos encontrado pero al no comprenderlo acordamos entre todos no ponerlo.” (grupo 3, Martes 24 de Mayo).

“Nos hemos encontrado con la palabra espectro, que no sabemos lo que significa, pero que lo hemos buscado en el diccionario. Espectro: Conjunto de las radiaciones...” (grupo 4, lunes 2 de Mayo).

También encontramos en los diarios procesos que parecen indicar que se produce aprendizaje significativo de determinados conceptos, como éstos del grupo 5 donde se conectan conceptos de los hipermedia “Modelos Atómicos” y “Enlaces” con el nuevo hipermedia de “Electrostática”:

“La tarjeta de las ideas griegas, en discontinuidad de la materia, nos podría llevar a la tarjeta de la introducción histórica de electrostática, ya que los antiguos griegos fueron los primeros en observar fenómenos electrostáticos.” (grupo 5, 24 de Mayo).

“Maribel cree que la tarjeta de las características del enlace iónico, nos llevaría a corriente eléctrica, ya que sus iones son conductores de ésta.” (grupo 5, 24 de Mayo).

O ésta otra donde el grupo da significado a los conceptos “característica” y “estructura”:

“No llegamos a comprender si las características y estructura del enlace son conceptos algo parecidos. Cada una hemos dado nuestra opinión pero nos hemos quedado con que característica es alguna cualidad que los distinga de los demás, mientras que estructura es la forma del enlace, lo que vemos.” (grupo 5, 20 de Mayo)

En algunos diarios aparecen indicios de competencia tanto dentro del grupo como entre los grupos:

“Ricardo y Marcos han ido a la Biblioteca para buscar libros sobre enlaces covalentes puros y polares. Lo hemos encontrado en uno pero el otro grupo no nos lo ha dejado.” (grupo 2, Jueves 26 de Mayo).

“También seguimos buscando enlace covalente puro y polar pero seguimos sin encontrarlo, aunque un grupo de nuestra clase tiene el enlace covalente puro pero no nos lo dejan.” (grupo 2, 30 de Mayo).

“Algunos miembros del grupo no hacen nada y cuando viene José Carlos le empiezan a preguntar cosas como si fuesen los que más trabajan.” (grupo 4, Viernes 3 de Junio)⁶⁰.

⁶⁰ La forma misma como está escrita esta frase denota dos cosas: el cuaderno ha sido escrito posteriormente a las reuniones y en la redacción de los debates no están presentes todos los elementos del grupo.

V.3.3. Análisis de los esquemas de los hipermedia

Los hipermedia realizados⁶¹ difieren entre sí más que los del primer curso. Por ello, es preferible analizar individualmente el trabajo de los grupos: si han integrado bien los diferentes conceptos y en qué medida los han aprendido significativamente. Para la interpretación de estos esquemas nos fijamos en la justificación de las uniones que los grupos han realizado en sus diarios. Los comentarios que aquí realizamos (comentarios parecidos a los realizados sobre la marcha en clase), se los hicimos a cada grupo al revisar con ellos los esquemas conceptuales. Pondremos algunos esquemas como muestra.

Si revisamos las justificaciones de las uniones en el esquema de la figura V.37, podemos observar:

1) Algunas secuencias de conexiones entre los conceptos son incorrectas. Podemos comprobar ésto en la conexión “*partícula - molécula - átomo*”, donde se rompe el proceso lógico de escala “*partícula - átomo - molécula*”. Esta unión de acuerdo a las justificaciones de las uniones que realizan los alumnos “*las partículas se pueden descomponer en moléculas*”, indica una comprensión deficiente del concepto de partícula que no les permite integrarla coherentemente en el esquema conceptual general. Esto que decimos puede entenderse mejor si analizamos las conexiones del concepto partícula “*Rutherford - partícula - molécula*”. La unión entre los conceptos *Rutherford* y *partícula* se justifica como: “*La experiencia de Rutherford consistía en lanzar un haz de partículas*”. El problema puede surgir para el grupo al identificar esta partícula (partículas α , o núcleos de helio) con un concepto muy amplio de *partícula* que sí podría integrar al concepto molécula y englobar también a átomo.

2) Observamos la ausencia de posibles conexiones: como las que deberían aparecer entre *enlace químico* y *molécula* (una molécula es el resultado de un enlace químico) o entre protones y número atómico (el número de protones determina el número atómico), etc. En este sentido, tampoco se puede mirar el esquema de la misma manera que lo haríamos con un mapa conceptual pues no representa relaciones inclusivas de conceptos, sino palabras claves y relaciones de anclaje.

⁶¹ Pueden encontrarse algunas tarjetas elaboradas sobre hipermedia “Modelos atómicos” en el Apéndice IV.

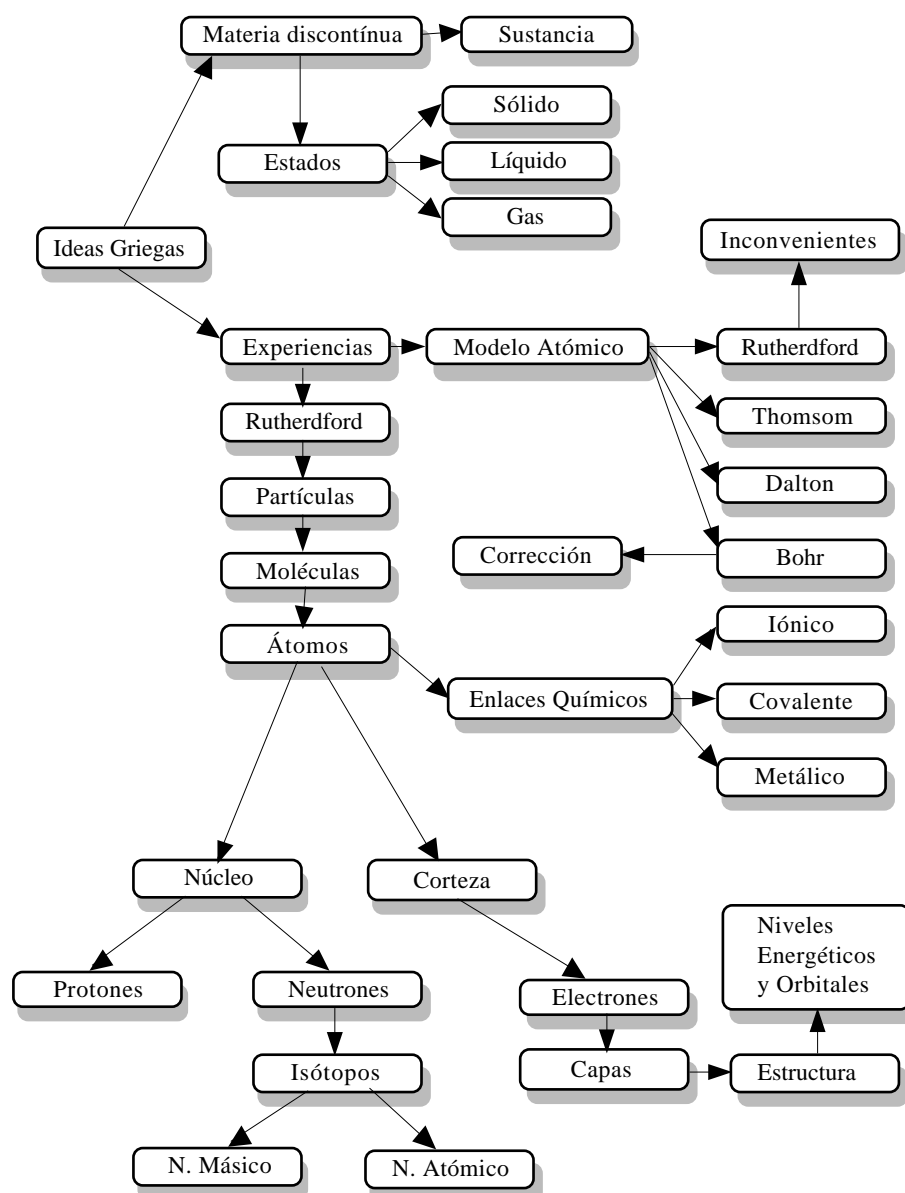


Figura V.37: Esquema Conceptual del Grupo 5 sobre el tema Modelos Atómicos

3) No se integran determinados procesos, por ejemplo: los *inconvenientes del modelo atómico de Rutherford* no conducen al *modelo atómico de Bohr* (proceso histórico de evolución de los modelos atómicos).

4) Se duplican en el mapa conceptos como *Rutherford (modelo atómico de Rutherford)* que aparece en el hipermedia en una única tarjeta. Podría haberse suprimido toda una rama del esquema conceptual y haber continuado a través de *modelo atómico -Rutherford - partículas - etc.*

La revisión de otra pila podría mostrarnos los problemas de otro grupo. Por ejemplo la pila elaborada por el grupo 3B (figura V.38).

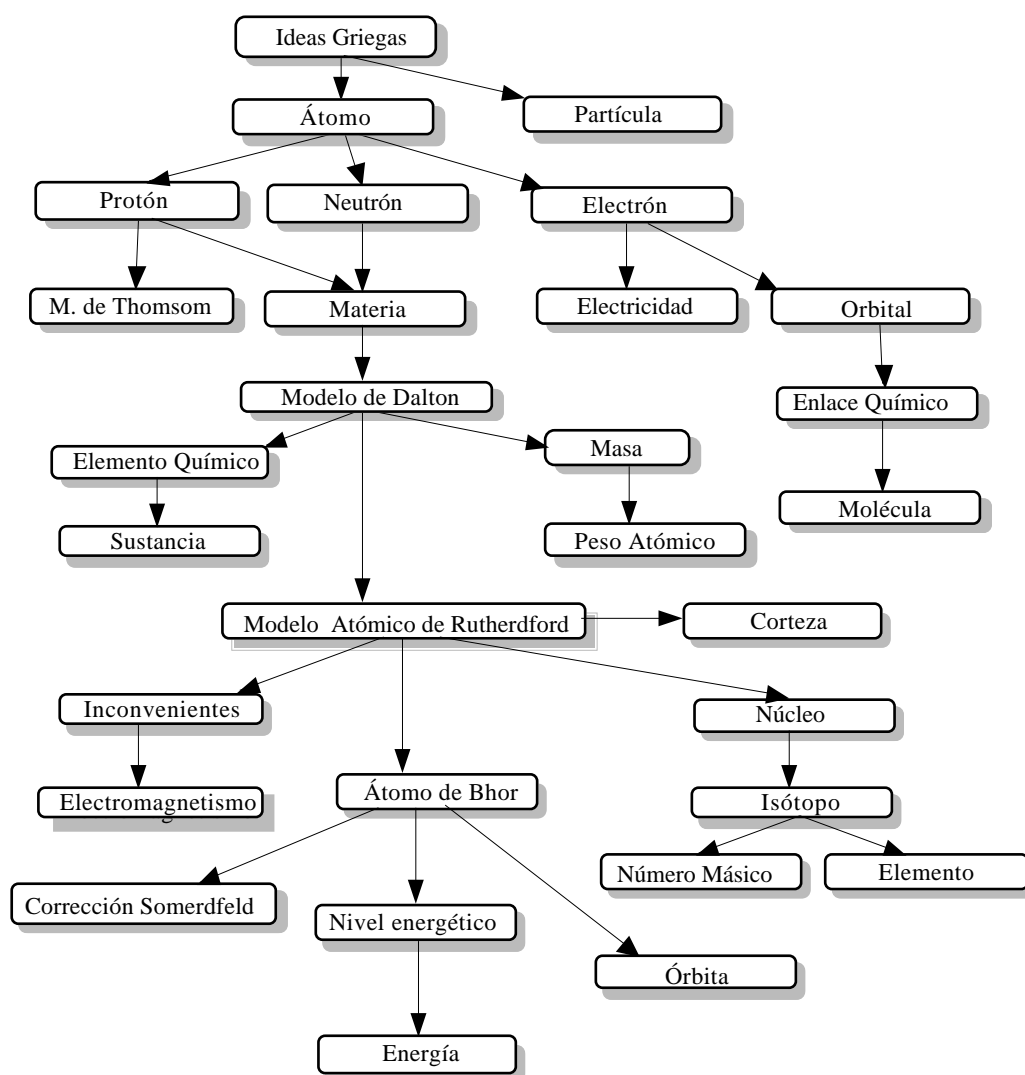


Figura V.38: Esquema Conceptual de Modelos Atómicos correspondiente al grupo 3B

Tras un análisis de las uniones elaboradas por los alumnos encontramos:

- 1) El concepto de *partícula* nuevamente no se sitúa con comodidad, separándose del resto de conceptos que hacen referencia a *partículas*: *átomo*, *protón*, *neutrón*, *electrón*.

2) Faltan referencias a los diferentes tipos de enlaces químicos (*iónico, covalente y metálico*)

3) De nuevo volvemos a observar que los conceptos no se integran dentro de procesos. Así, aunque el *modelo atómico de Bohr* deriva del de *Rutherford* que a su vez proviene del modelo atómico de Dalton, no se explicita que los inconvenientes que presenta el modelo atómico de Rutherford son los que generan la necesidad de elaborar el modelo atómico de Bohr.

4) Existen conexiones físicamente incorrectas como la que se presenta (y que no justifica el grupo) entre *Modelo de Thomson* y *protón*, así como otras que resultan correctas sólo en parte como entre *protón* y *materia* “*los protones son constituyentes de la materia*”: por la misma razón debería haberse conectado a *materia, neutrón y electrón* o conectar *átomo*, etc.

Podemos revisar un esquema perteneciente a otro tema (figura V.39). La revisión de las uniones desarrolladas en el tema permite apreciar:

1) Encontramos uniones entre conceptos forzadas cuando existe la posibilidad de conexiones más naturales; así, el concepto de *unidad de carga* podría haberse derivado directamente de *carga eléctrica* en lugar de obtenerse a través de *electrización*.

2) Se desarrollan conceptos en el hipermedia que no son entendidos por el grupo. El concepto de potencial es una prueba de ello, que se une sin justificación a la tarjeta Coulomb (“*Así mismo, existen fuerzas de desplazamiento entre campos*”) o de diferencia de potencial que se une a potencial también sin justificación (“*tipos de fuerza según el sentido del desplazamiento*”).

3) Aparece una misma palabra que posee dos acepciones diferentes sirviendo por ese motivo para unir dos conceptos totalmente diferentes. Al igual que sucedió en un esquema desarrollado antes con la palabra *partícula*, la palabra *intensidad* puede referirse a intensidad del campo eléctrico o al concepto de intensidad de corriente. Esta palabra es utilizada para unir (mal) ambos conceptos. La explicación a esta unión tampoco la justifican “*el campo eléctrico tiene una intensidad determinada, sin embargo intensidad tiene otras definiciones*” (*campo eléctrico - intensidad*) y “*en esa definición de intensidad interviene la corriente eléctrica*” (*intensidad -*

corriente eléctrica).

4) No se combinan determinados conceptos que forman parte de una ley que los relaciona. La *ley de Ohm* debería asociarse con *resistencia*, con *intensidad* y con *diferencia de potencial* pero únicamente se conecta en este esquema con *resistencia*.

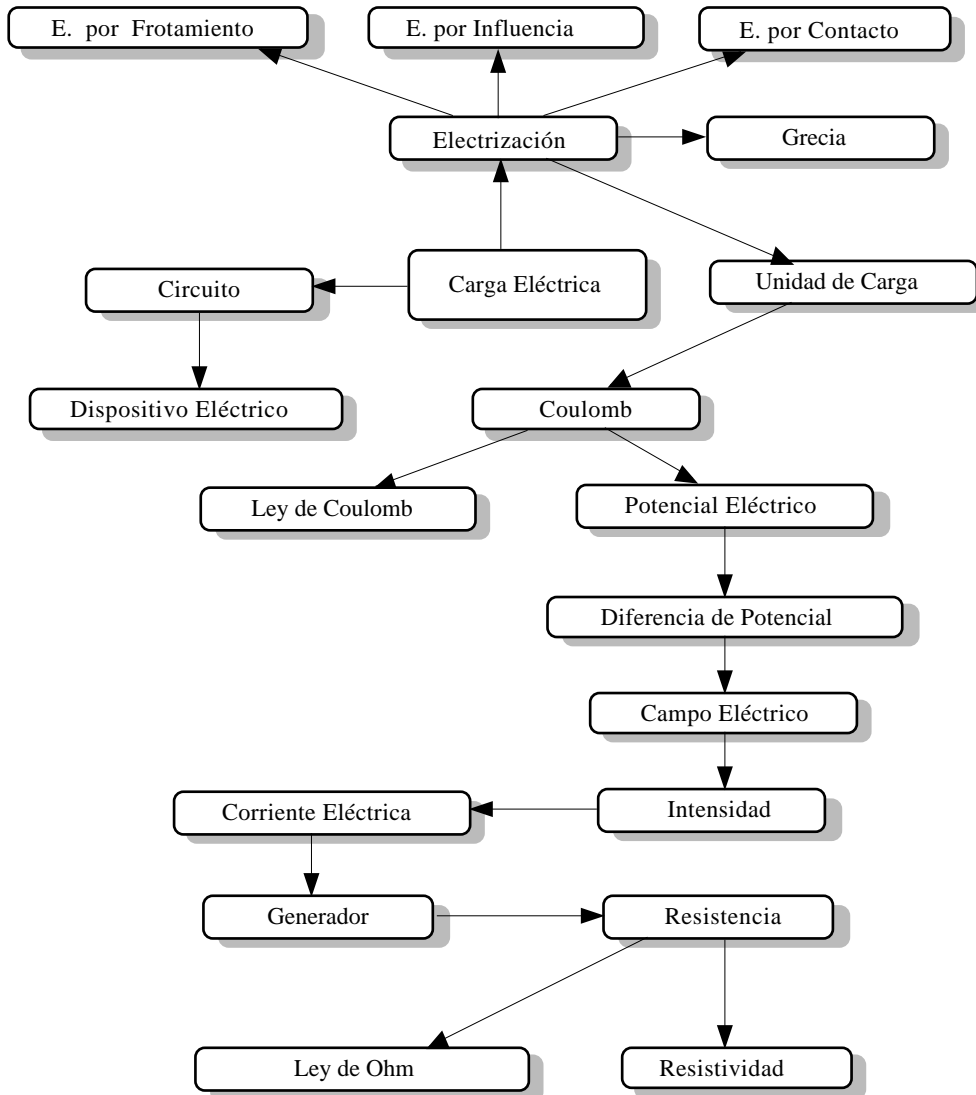


Figura V.39: Esquema conceptual de Electricidad del grupo 2

Otro esquema correspondiente al mismo tema de electrostática es el representado en la figura V. 40. Si observamos este esquema podemos anotar:

1) No aparecen conexiones inmediatas como la que existiría entre *Ley de Coulomb* y *fuerzas de atracción y repulsión*.

2) El concepto de *carga eléctrica* debe preceder al de *fuerza de atracción y repulsión* de acuerdo con la estructura del hipermedia. Los alumnos justifican esta secuencia de la siguiente manera “*electrización donde intervienen fuerzas de atracción y repulsión*” y “*fuerzas de atracción y repulsión según el signo de las cargas*”.

3) Nuevamente repiten conceptos. El concepto de *intensidad de corriente* aparece en dos ocasiones, cuando podría haberse evitado si se hubiese derivado el concepto de *ley de Ohm* a partir del de *circuito eléctrico*.



Figura V.40: Esquema conceptual de Electricidad del grupo 3

Las observaciones que hemos realizado a partir de los esquemas de conceptos nos hacen preguntarnos ¿hasta qué punto se está produciendo aprendizaje significativo? Si bien muchos de los conceptos trabajados son situados y definidos correctamente, encontramos muchos puntos de divergencia entre los esquemas elaborados por los alumnos y aquellos que corresponderían a la versión científica del tema que se está desarrollando. Una de las posibles causas podría ser que los alumnos se enfrentan a la selección de nuevos contenidos con una escasa dirección por parte del profesor. Este problema nos sugiere que debemos introducir modificaciones en lo referente a la elaboración del hipermedia para el curso próximo dirigidas a conseguir una integración más correcta de los conceptos que se han trabajado.

Aunque los esquemas conceptuales son bastante ramificados, en todos los casos podemos observar que siguen estructuras completamente lineales puesto que para una tarjeta dada el punto de procedencia es en todos los casos analizados único. Si nos fijamos en el esquema de conceptos del grupo 5 (figura V.37), podemos observar que a la tarjeta *COVALENTE* se accede únicamente desde *ENLACES QUIMICOS* a donde se ha llegado a través de la tarjeta *ATOMOS* y a aquí por el camino *MOLECULAS - PARTICULAS - RUTHERDFORD - EXPERIENCIAS - IDEAS GRIEGAS*.

Nuevamente habría que revisar los posibles retornos entre las tarjetas si quisiéramos implementar las pilas en el ordenador.

V.3.4. Análisis de las calificaciones de una prueba objetiva

La presencia en el estudio realizado durante el curso pasado 92-93 sobre la influencia de la metodología empleada en los resultados que obtienen los alumnos en la realización de un ejercicio escrito, de variables que podían influir fuertemente en los resultados, nos sugirió la conveniencia de realizar otro análisis similar durante este curso y que esquivase en lo posible las dificultades anteriores a la vez que intentase generalizar sus conclusiones. En esta ocasión se diseñó la experiencia con los dos grupos experimentales (A y B) donde se impartiría una enseñanza teniendo como base la realización de hipertexto y dos grupos de control (C y D) donde se realizaría una enseñanza de tipo tradicional.

Las nuevas circunstancias del departamento permitieron que las clases en los grupos de control fueran impartidas por otros dos miembros del departamento en un intento de evitar el efecto Hawthorne⁶² que podría, involuntariamente, producirse al dar un tratamiento o atención especial al grupo experimental frente a los grupos de control al impartir docencia a esos grupos un profesor único (ésto, no obstante introducía nuevas variables que influyen también decisivamente en los resultados como es el profesor que imparte la asignatura).

La nueva disposición del departamento, permitió también la realización de un ejercicio de respuestas objetivas (test de respuestas múltiples) que fue validado dentro del propio departamento. Este tipo de ejercicio aunque es menos habitual entre los instrumentos de ~~departamento. Este tipo de ejercicio aunque es menos habitual entre los instrumentos de~~ El "efecto Hawthorne" se refiere a la mejora observada en la ejecución de la tarea de criterio, e inducida por aspectos novedosos pero superficiales del tratamiento otorgado al grupo experimental antes que por la variable experimental postulada.

Segundo curso (1993-1994)

evaluación utilizados frecuentemente por los profesores, era necesario para eliminar las subjetividades que aparecerían al corregir los ejercicios diferentes profesores.

El test ⁶³ constaba de 20 cuestiones, cada una de ellas con tres respuestas posibles y una sola verdadera. Puesto que lo que se pretendía era realizar una comparación entre grupos y no una valoración absoluta sobre los conocimientos de los alumnos se abandonaron aspectos como un análisis sobre la fiabilidad del test (puesto que además no sabíamos si se repetiría en los próximos cursos) o las correcciones sobre las puntuaciones totales para descartar efectos de azar (efectos que en principio deben ser iguales para los grupos de control y experimental).

El problema de la posible influencia de la optativa elegida por los alumnos para confeccionar los grupos era irresoluble por los mismos motivos que en el curso 92-93. Para reducir este efecto se unificaron los dos grupos donde se había enseñado mediante la elaboración de hipermedia (A+B= 46 alumnos) y los dos grupos donde se había enseñado de forma expositiva tradicional (C+D= 60 alumnos).

Los resultados del test aparecen en la tabla V.10.

Aciertos	Grupo Exnerimental	Grupo de Control
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	2
5	1	3
6	0	5
7	5	2
8	6	8
9	2	9
10	8	8
11	5	6
12	4	6
13	4	4
14	2	0
15	4	6
16	1	1
17	3	0
18	1	0
19	0	0
20	0	0

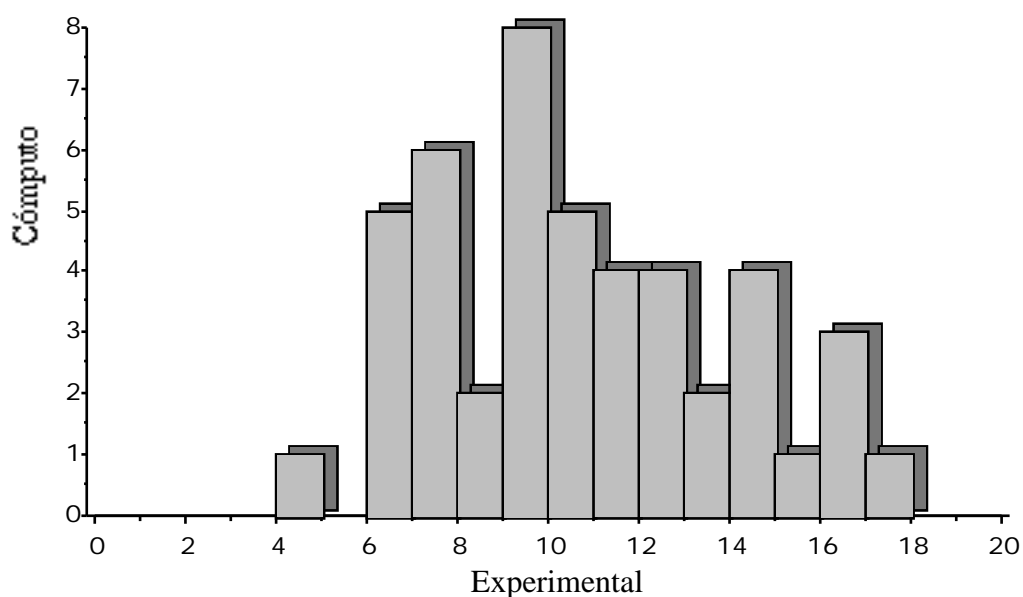
⁶³ Puede revisarse el test en el Apéndice III. El test fue realizado y validado por todos los miembros del Departamento de Física y Química. La realización de este test supuso un profundo debate dentro del Departamento sobre los contenidos que se impartían, la metodología que su utilizaba para impartir dichos contenidos, los problemas de aprendizaje de contenidos (sobre todo en este tema conceptual) y sobre los test de respuestas múltiples como recurso para evaluar el aprendizaje de nuestros alumnos.

Tabla V.10: Resultados del test

Un análisis descriptivo para el grupo experimental muestra los resultados de la tabla V.11, presentando una distribución de frecuencias como la de la figura V.41.

Media	Desv. estándar	Error Estándar	Varianza	Cantidad
11,174	3,227	0,476	10,414	46

Mínimo	Máximo	Rango	Suma	Suma Cuadrad.
5	18	13	514	6212

Tabla V.11: Análisis descriptivo de los resultados del grupo experimental**Figura V.41:** Distribución de frecuencias de los aciertos del test del grupo Experimental

Para el grupo de control los resultados fueron los que aparecen en la tabla V.12 y figura V.42:

Media	Desv. estándar	Error Estándar	Varianza	Cantidad
9,8	3,013	0,389	9,078	60

Mínimo	Máximo	Rango	Suma	Suma Cuadrad.
4	16	12	588	6298

Tabla V.12: Análisis descriptivo de los resultados del grupo de Control

9.



Figura V.42: Distribución de frecuencias de los aciertos del test del grupo de Control

Con esta información formularemos la hipótesis de que “no hay diferencia entre las medias de los resultados que se obtendrían al realizar un test a los alumnos tras una enseñanza basada en la realización de hipermedia y una enseñanza tradicional”; la consideraremos como hipótesis nula y trataremos de refutarla.

Como ambas muestras poseen $N > 30$ (46 y 60), podemos considerar que el estudio se está realizando para grandes muestras. Puesto que en la experiencia están presente variables que pudieran afectar a los resultados y que no podemos controlar (optativas que determinan los grupos, profesores diferentes, etc.) exigiremos un nivel de significación del 0,01 (1%) para rechazar la hipótesis.

La no diferencia entre las muestras implica $m_{\langle x \rangle_1} - m_{\langle x \rangle_2} = 0$ ⁶⁴

con desviación típica para la distribución de diferencia de medias

$$s_{\langle x \rangle_1 - \langle x \rangle_2} = \left((s_{12} / N_1) - (s_{22} / N_2) \right)^{1/2}.$$

⁶⁴ Sustituyendo por los valores obtenidos resulta

$$s \langle x \rangle_1 - \langle x \rangle_2 = 0,614.$$

Para contrastar la significación de la hipótesis utilizamos la variable tipificada z , definida como

$$z = (\langle x \rangle_1 - \langle x \rangle_2) / (s \langle x \rangle_1 - \langle x \rangle_2)$$

Que utilizando los valores obtenidos resulta

$$z = 2,237$$

Que implica un área de significación de 0,487

Puesto que estaríamos interesados tanto en saber si el método de diseño de hipermedia influye positiva o negativamente en el resultado de la realización del test, deberemos realizar un contraste bilateral o de dos colas, esto supondría un área de aceptación de la hipótesis de 0,974.

La región de rechazo de la hipótesis sería

$$1 - 0,974 = 0,026$$

Valor comprendido entre 0,01 (1%) y 0,05 (5%). Puesto que habíamos establecido de antemano un nivel de significación del 0,01 atendiendo a los posibles “ruidos” provocados por variables ajenas a la experiencia, no podemos rechazar la hipótesis de que las medias sean iguales y en consecuencia *no podemos afirmar (con una significación del 99%) que la realización de hipermedia por nuestros alumnos suponga una mejora o un empeoramiento de las calificaciones ante un ejercicio tipo test elaborado y validado por los profesores que imparten clases a dichos alumnos.*

V.3.5. Realización de un hipermedia interdisciplinar⁶⁵ (Ciencias Naturales - Física y Química)

Durante el mes de Junio y puesto que los temarios estaban prácticamente terminados

⁶⁴ Aunque podemos decir que el estudio tiene carácter *interdisciplinar* porque para el profesor supone la coordinación de los puntos de vista y conocimientos de Biología y Geología y de Física y Química sobre un tema: “el agua”,

Segundo curso (1993-1994)

pudimos desarrollar un aspecto complementario de la experiencia y que nos parece muy interesante. En colaboración con el Departamento de Ciencias de la Naturaleza⁶⁶ se propondría a los alumnos la realización de un hipermedia sobre el tema “El agua”, donde se integrarían conceptos correspondientes tanto al área de Ciencias Naturales como al área de Física y Química.

Lo avanzado del curso suponía una dificultad añadida para motivar a los alumnos a realizar un nuevo hipermedia. En algunos diarios aparecen referencias de todo tipo a este aspecto:

“Hemos empezado a tratar con aguas subterráneas, aguas salvajes, mares. Hace un calor agobiante con el que se te quitan las pocas ganas de trabajar.” (grupo 2, Jueves 9 de Junio).

y, más adelante el mismo grupo:

“... estamos utilizando mucho tiempo en estos hipermedias, y eso que estamos en época de exámenes, pero nos está resultando divertido e instructivo.” (grupo 2, Lunes 13 de Junio).

Otros grupos muestran su oposición por la dificultad que les supone la realización del trabajo:

“La idea de seguir haciendo un hipermedia mayor y para principios de Junio no nos ha parecido bastante buena, ya que es bastante difícil.” (grupo 5, 6 de Mayo).

Tradicionalmente, el currículum escolar se basaba en la idea de que la enseñanza debía separarse en diferentes materias al objeto de facilitar su comprensión suponiendo que, cuando posteriormente apareciesen situaciones más complejas, los alumnos podrían reagrupar con éxito tales conocimientos adecuándolos a los nuevos problemas. En las Propuestas de Secuenciación del área de Ciencias de la Naturaleza del M.E.C. (Gil y Gavidia, 1993), se justifica la acotación disciplinar en problemas abordables en la orientación constructivista que estos autores asignan al aprendizaje de las ciencias y, en la

⁶⁶ Queremos agradecer la cooperación en este esfuerzo de nuestra compañera M^a Dolores Trujillo, del área de Ciencias Naturales.

revisión aportada por Frey (1989)⁶⁷ de 20 años de realización de enseñanza integrada.

Estas suposiciones contrastan con los resultados de otras investigaciones realizadas sobre este tema (Wicklein & Schell, 1997) que muestran que aquellos tópicos que se tratan de forma separada en el currículum no se integran dentro de un cuerpo coherente de conocimientos que pueda posteriormente ser utilizado por los estudiantes⁶⁸.

El concepto de integración curricular o de conexión de áreas escolares ha ido ganando interés en los últimos años (Cheek, 1992)⁶⁹, prestándole una particular atención dentro de la tecnología educativa, la cual viene analizando desde hace tiempo la manera en que puede integrarse el material académico tradicional.

Wicklein & Schell (1997) recogen los resultados de diferentes proyectos de integración multidisciplinar realizados en diferentes distritos escolares de los EEUU por equipos de profesores de varias disciplinas. En esta revisión se destacan como logros fundamentales la cooperación entre profesores, motivación de los alumnos y supresión de barreras artificiales de aprendizaje. Entre los problemas que se han encontrado destaca la resistencia por parte de los alumnos hacia conceptos de naturaleza multidisciplinar.

Bajo consideraciones parecidas y teniendo en cuenta la capacidad que la elaboración de hipermedia había tenido para integrar conceptos de Medicina, Física, Anatomía, etc. en el entorno universitario (Vega et al., 1997), decidimos que se podía proponer a los alumnos la elaboración de un tema, amplio y flexible (“El agua”), donde se recogiesen conceptos relacionados desarrollados anteriormente por separado en cada una de las áreas (Física y Química y Ciencias Naturales). Este tema podría considerarse desde esta perspectiva un campo de conocimiento complejo y no estructurado (Spiro et al., 1991) y podría ser adecuado para trabajarse a través de hipermedia.

⁶⁶ Citado en Gil y Gavidia (1993). Frey, K. (1989) Integrated science curriculum: 20 years on. *International Journal of Science Education*. El tema recoge el interés propio de desarrollar conceptos que el alumno identifica como reales (en oposición a aquellos más generales y abstractos analizados hasta ahora).

⁶⁷ A propósito de esta cultura dirigida hacia la fragmentación para solucionar problemas Senge (1990) comenta “Durante mucho tiempo hemos pensado simplificar los problemas fragmentando el mundo. Esto, aparentemente

⁶⁸ Citado en Wicklein & Schell (1997). Cheek, D. (1992) *Thinking constructively about science, technology and society education*. Albany, NY: State University of New York Press.

Segundo curso (1993-1994)

Optamos por un tema totalmente abierto, para que los alumnos desarrollen la flexibilidad cognitiva que requieren estos entornos mediante la propuesta de una amplia variedad de caminos que conecten los tópicos que consideren oportunos. Para la elaboración de este hipermedia no se dio a los alumnos una relación mínima de conceptos a tratar: nuestro principal objetivo era analizar la capacidad de hipermedia, desde la perspectiva de la elaboración por nuestros propios alumnos, para integrar ambas áreas (e incluso otras que considerasen afines) de conocimiento.

Se realizó la propuesta el 2 de Junio y a partir de ese día los alumnos comenzaron a trabajar en la nueva propuesta:

“... José Carlos nos está comentando sobre un nuevo hipermedia en relación con el agua. Éste va a ser hecho entre Ciencias y Física y Química, en ambas asignaturas nos dedicaremos a ello.” (grupo 5, Jueves 2 de Junio).

No aparecen en los diarios variaciones importantes en cuanto a la forma de trabajar que siguen los grupos. Se comenta el problema de ruido añadido producto de unir a los dos grupos:

“... al ser el primer día que trabajamos con el otro curso, no hacemos nada más que hablar con ellos y José Carlos nos ha llamado varias veces la atención.” (grupo 4, Martes 7 de Junio).

Los aspectos más interesantes del trabajo quizás se planteen en los debates que se producen en los grupos para conectar los diferentes conceptos:

“El principio de Pascal no lo entendemos perfectamente pero lo hemos discutido y luego lo hemos puesto en las tarjetas.” (grupo 3B, Martes 7 de Junio).

“Las palabras que no entendíamos las hemos buscado en la enciclopedia y las hemos copiado ya que el profesor nos dijo que palabra que pusiéramos deberíamos entenderla. Algunas de estas palabras fueron condensar, pluviosidad, perpetuas, magmáticas, etc.” (grupo 5, Viernes 10 de junio).

“Seguimos las fichas con rapidez, pero al terminar el principio de Arquímedes, nos paramos. ¿Cómo seguir de ese apartado a otro? Discutiendo decidimos unirlo con disoluciones.” (grupo 2, Martes 7 de Junio).

“En el tema del agua nos hemos dado bastante prisa y ya está terminado. La temperatura del agua la hemos discutido y en todos los libros nos daba la definición que hemos introducido en las tarjetas.” (grupo 5, Viernes 10 de Junio).

V.3.5.1. Esquemas de los hipermedia

Los grupos elaboraron esquemas que representaban las conexiones existentes entre las tarjetas del hipermedia elaboradas (hay que indicar que no todos los grupos terminaron a tiempo los esquemas). En la figura V.43 se muestra uno de los esquemas elaborados (grupo 5).

Igual que en los hipermedia anteriores, los grupos debían justificar las uniones realizadas (subrayadas aparecen las palabras que el grupo utiliza para conectar a otra tarjeta):

Tarjeta EL AGUA: “El agua forma un ciclo en la corteza terrestre. La molécula que la constituye es bastante sencilla. Puede actuar como disolvente, regulador de la temperatura y ser contaminada por diversos factores. Ha sido uno de los factores más importantes en el origen de la vida y su falta afecta a los seres vivos. Como fluido obedece a las leyes de la hidrostática.”

El grupo hace una presentación general de lo que va a ser el hipermedia colocando las palabras que servirán como primeras uniones con otras tarjetas.

Tarjeta MOLÉCULA: “En la molécula de agua dos átomos de hidrógeno están unidos a un átomo de oxígeno por enlaces covalentes y quedan dos pares de electrones libres en el átomo de oxígeno.”

En esta tarjeta el Grupo hace uso de un concepto que ya había sido trabajado con anterioridad: *enlace covalente*, con lo que resitúa un concepto aprendido (bastante abstracto) conectándolo con un elemento de la realidad. Aunque en el esquema de conceptos aparecen conectadas a esta tarjeta otras dos *HIDROGENO Y OXIGENO*, éstas no son elaboradas por el grupo.

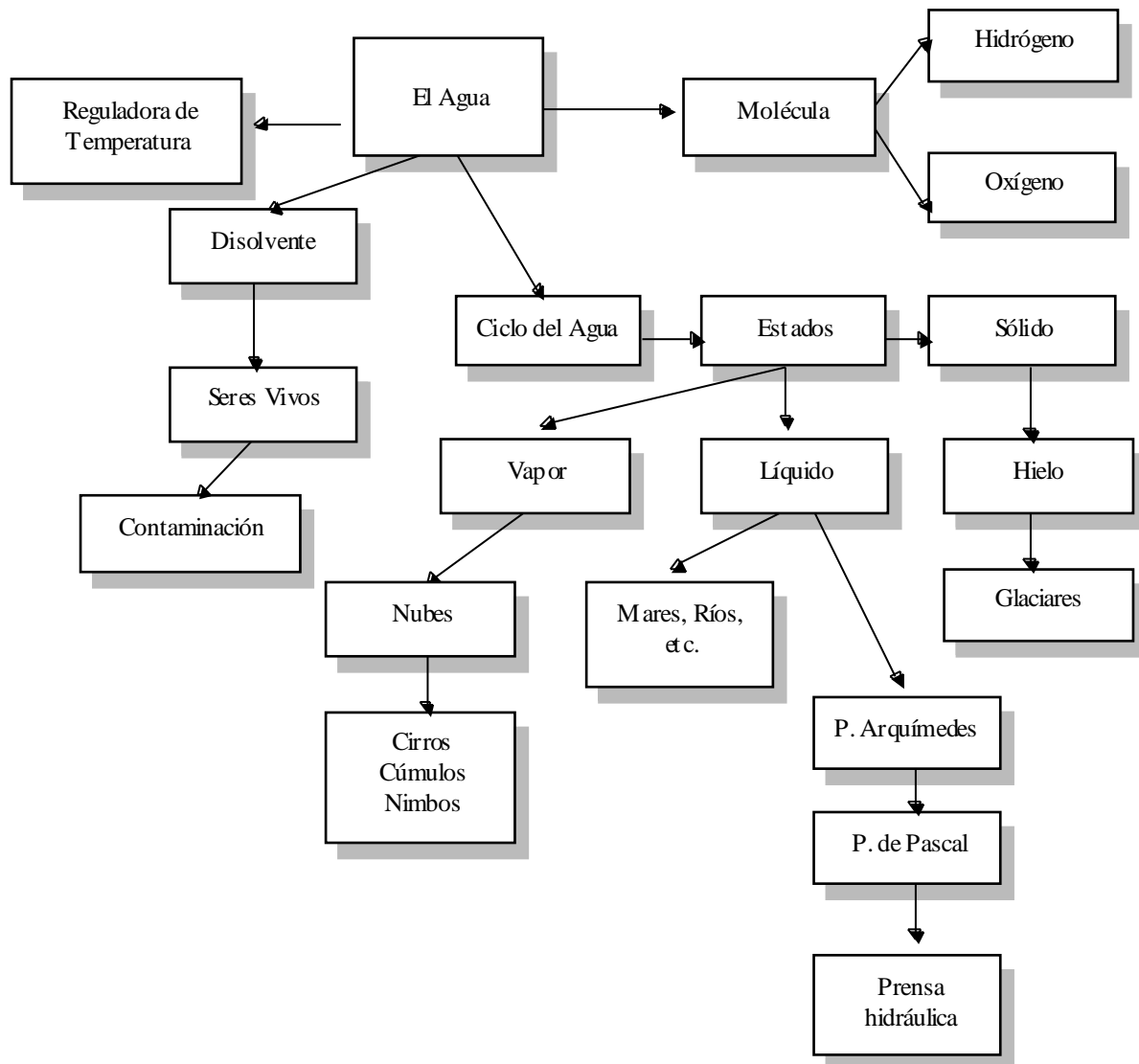


Figura V.43: Esquema del hipermedia El Agua elaborado por el grupo 5

Tarjeta *DISOLVENTE*: “La importancia del agua proviene de su poder disolvente, ya que gran cantidad de sustancias que entran y salen del organismo lo tienen que hacer disueltos en ella, como adaptación de los seres vivos.”

Tarjeta *SERES VIVOS*: “Es un componente esencial de la materia viva. Todos los seres vivos poseen agua en mayor o menor cantidad, afectándoles la sequía y la contaminación.”

Tarjeta *CONTAMINACIÓN*: “El agua puede ser contaminada por varios factores. Contaminantes: Pesticidas, Desechos orgánicos y Jabones y

Detergentes.”

Aunque aparecen en esta tarjeta tres conceptos que deberían conectar con otras tantas tarjetas, éstas no están elaboradas por el grupo y tampoco aparecen en el esquema de conceptos. Cuando preguntamos a este grupo sobre los motivos contestaron que no había dado tiempo. Esta tarjeta de haber sido elaborada podía haber ayudado a desarrollar un aspecto muy interesante del tema por su conexión con los temas transversales.

Tarjeta *REGULADOR DE LA TEMPERATURA*: “La temperatura de máxima densidad $3,98^{\circ} C$ es simplemente la temperatura en la que la contracción ocasionada por el desmoronamiento de la estructura del hielo se transforma en agua líquida y después en vapor de agua gaseosa. Pero el calor varía su estado.”

Esta tarjeta resulta curiosa por su falta de ubicación. Creemos que en su origen el grupo debió encontrarla en un contexto como reguladora de la temperatura de los organismos vivos, pudiéndola haber conectado con esta tarjeta. Tal y como la expone, el grupo responde otra cuestión: la temperatura como reguladora del estado del agua, y debería haberse conectado con la tarjeta *ESTADOS DE AGREGACIÓN*. Preguntado el grupo al respecto, no encontraban respuesta a nuestras preguntas.

Tarjeta *CICLO DEL AGUA*: “El agua describe un ciclo en la naturaleza pasando de estado líquido a vapor y de éste de nuevo a líquido o sólido. El vapor de agua, al tener muy poca densidad, asciende hacia la atmósfera, donde se condensa formando las nubes.”

Tarjeta *ESTADO*: “El agua puede presentarse en tres estados: Sólido, Líquido y Vapor.”

Tarjeta *HIELO. AGUA SÓLIDA*: “La nieve que cae de zonas con temperatura inferior a $0^{\circ}C$ se acumula en las montañas para transformarse en hielo. Al descender por la pendiente, forma verdaderos ríos que reciben el nombre de glaciares.”

Aunque se hace referencia a los estados del agua se podría haber sugerido al grupo trabajar las características de esos estados.

Tarjeta *GLACIARES*: “*Son como ríos que se forman en lugares de nieves perpétuas como las altas montañas o zonas próximas a los polos.*”

Tarjeta *LÍQUIDO*: “*El paso del estado sólido al estado líquido se denomina fusión.*”

En esta tarjeta el grupo no describe realmente el concepto que representa ni tampoco conecta con las siguientes tarjetas de acuerdo al esquema de conceptos. Tras pedirle nosotros una revisión de la tarjeta resultó: “*El agua puede presentarse como fluido en estado líquido. En la naturaleza puede observarse el agua líquida en ríos, mares, y aguas salvajes*”.

Tarjeta *RÍOS, MARES Y AGUAS SALVAJES*. (Aunque en el esquema el grupo la presenta como tarjeta única, aparece como tres tarjetas).

”Los ríos son corrientes de agua superficiales y de curso permanente aunque de caudal variable según la pluviosidad. Un río muy característico es el Glaciar.”

”Los mares son masas de agua salada que cubren la mayor parte de la superficie de la Tierra. El agua del mar está sometida al movimiento de las olas, las mareas y las corrientes marinas.”

”Las aguas salvajes son aguas estacionales que se originan en épocas de lluvia y que no tienen cauce fijo.”

Tarjeta *VAPOR*: “*Cuando la temperatura del agua es alta se convierte en vapor dando origen a las nubes.*”

Tarjeta *LAS NUBES* : “*El vapor de agua que asciende con el aire, al llegar a las capas más altas se enfría y se condensa, transformándose en gotas de agua y acabando transformándose en una nube. Hay distintos tipos de nubes.*”

Tarjeta *TIPOS DE NUBES*: “*Cirros, Cúmulos, Estratos y Nimbos.*”

Tarjeta *EFFECTOS DEL AGUA COMO FLUIDO*: “*La presión producida por*

un líquido se ejerce en todas las direcciones y aumenta con la profundidad. Esta diferencia de presiones origina una fuerza que se denomina empuje y fue descrita por el científico griego Arquímedes.”

Tarjeta *PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES*: “*Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba cuyo valor es el peso del volumen del líquido desalojado por el cuerpo. Otro principio fue el de Pascal.*”

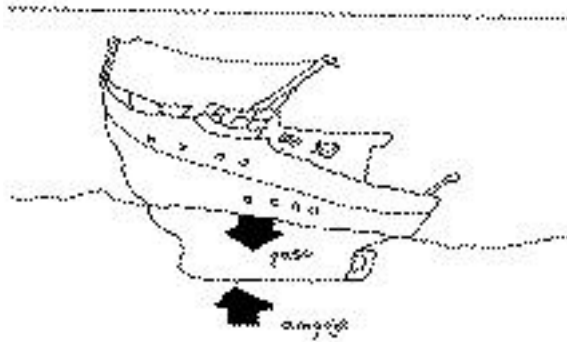
Tarjeta *PRINCIPIO DE PASCAL*: “*Principio de la hidrostática sobre el que se basa la teoría de la prensa hidráulica y que puede anunciarse así: toda variación de la presión ejercida en un punto de un líquido incompresible en equilibrio se transmite con la misma intensidad en todas las direcciones.*”

Tarjeta *PRENSA HIDRÁULICA*. “*Máquina que sirve para comprimir. Su funcionamiento se basa en el principio de Pascal. En la práctica consta de un cilindro capaz de resistir la presión con una garganta formada por un émbolo.*”

Puede observarse la capacidad de hipermedia (en este caso mediante su elaboración) para conectar tópicos pertenecientes a los currículos de diferentes áreas: Biología, Geología, Química, Física, temas transversales, etc., con lo que creemos puede contribuir a que los alumnos desarrollen lo que Spiro et al. (1991) denominan “flexibilidad cognitiva” e introducirse en los mecanismos de planteamiento y solución de problemas complejos. Las figuras V.44, V.45, V.46 y V.47 muestran ejemplos de tarjetas correspondientes a las áreas de Física, Geología, Medio Ambiente y Química, del hipermedia “El Agua” elaborado por el grupo 5.

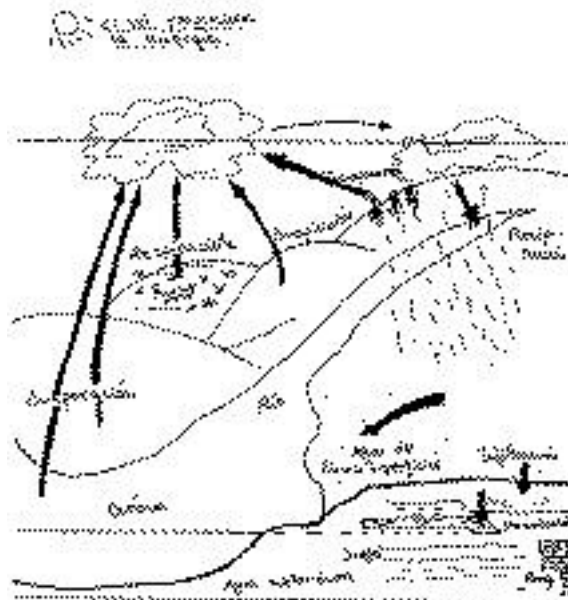
Hemos tratado que este proceso de introducción sea escalonado: trabajando un tema que se ajusta a conocimientos que han sido impartidos en cada área por separado (por ejemplo disolución, estructura de la molécula, estados en que se presenta la materia, etc.) y que pueden relacionarse posteriormente con facilidad. Vemos no obstante que los alumnos introducen conceptos relacionados con otras áreas que aún no han sido trabajados en cada área (por ejemplo la estática de fluidos). Aunque en estos temas, nuevos para ellos, no puede esperarse que sean capaces de integrarlos perfectamente en su estructura cognitiva, sí supone la realización de un esfuerzo grande en la superación de un problema como es el relacionar de manera coherente contenidos novedosos.

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES



El cuerpo flotante se ve elevado tanto a
mayor peso y la empuje.

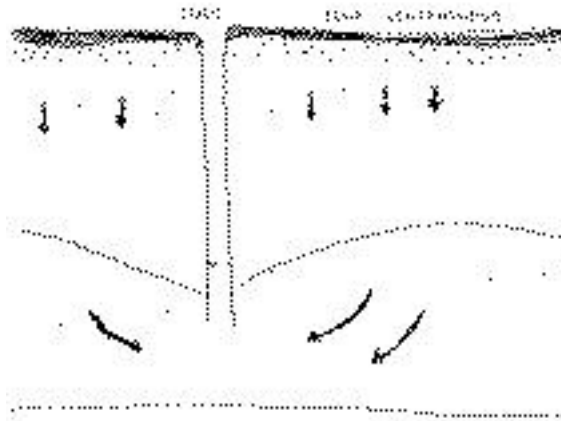
EL CICLO DEL AGUA



Figuras V.44 y 45: Ejemplos de tarjetas del hipermedia “El Agua” (grupo 5)

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Contaminación del agua provocada por la actividad agrícola.
 (uso de fertilizantes, pesticidas etc.) que son llevados
 por el agua de lluvia a los ríos.



MOLECULA DEL AGUA



La propiedad peculiar de las moléculas del agua es
 su fuerte cohesión. Es gracias a esta que el agua en
 estado líquido (H₂O) las moléculas están unidas
 entre ellas formando un tipo de red que les permite.

Figuras V.46 y 47: Ejemplos de tarjetas del hipermedia “El Agua” (grupo 5)

V.3.6. Evaluación de la Experiencia

- Los diarios elaborados durante este curso por los alumnos son sensiblemente más “ricos” que los elaborados el curso anterior. Aunque aún no se reflejan (en general) los procesos que conducen a la construcción del conocimiento, encontramos comentarios que pueden informarnos sobre otros aspectos interesantes de la dinámica del grupo: criterios de búsqueda y selección de la información, colaboración y reparto de tareas dentro del grupo, liderazgo, etc. Creemos que a esta mejora ha contribuido el cuidado que se ha puesto en insistir a los grupos sobre cómo elaborar los diarios durante todo el trabajo.
- Los elementos de evaluación de los alumnos que planteamos durante este curso fueron los mismos que los propuestos el curso anterior. Los alumnos mostraron su acuerdo con esta propuesta aunque con el paso del tiempo aparecen en algunos diarios críticas al proceso de evaluación, con el que algunos alumnos no se sienten satisfechos:

“Estuvimos comentando que la evaluación que estaba haciendo José Carlos no era la misma que la que nos explicó en la pizarra cierto día.” (grupo 1, Sábado 11 de junio).

“Justo antes de comenzar tuvimos entre todos un mosqueo porque las notas que habían salido en el control no estaban de acuerdo con el trabajo realizado por cada uno.” (grupo 4, no aparece la fecha, es un comentario previo a la reunión del jueves 19 de Mayo).

Preguntados los alumnos sobre los motivos de su insatisfacción en un debate abierto a la clase, sus quejas se centraron en torno a dos temas:

- La necesidad o no de realizar un ejercicio escrito sobre los contenidos del tema.
- La relación existente entre la calificación y el trabajo real desarrollado por los alumnos dentro de los grupos.

En relación al primer punto el argumento utilizado por el profesor se centró en que estos ejercicios estaban dentro de los elementos de evaluación negociados al principio de curso. Hay que dar la razón a los alumnos en cuanto a que al abrir los contenidos a realizar en los hipermedia se produjo un desfase entre la materia elaborada y la que se preguntaba en el

test:

“El examen no nos ha parecido muy difícil, pero cosas que nosotros no tenemos puestas en las tarjetas nos han aparecido en el examen y nos hemos confundido un poco. El átomo excitado, es un concepto que nosotros no sabemos, tampoco sabemos qué modelo tenía las órbitas circulares, aunque por los conceptos representados en nuestras tarjetas hemos deducido algo.”(grupo 5, 5 de Mayo).

Naturalmente el ejercicio escrito sólo era un elemento (y no el principal para establecer las calificaciones aunque esto cuesta trabajo creerlo al alumno):

“Después José Carlos nos ha empezado a corregir las tarjetas y nos ha estado haciendo una serie de preguntas como: ¿para qué sirven los neutrones? Le hemos respondido que para completar la masa del átomo y estabilizarlo de manera que los protones no se repulsen entre sí.” (grupo 5, 5 de Mayo).

“Hoy ambos profesores (Ciencias Naturales y Física y Química) han ido preguntando grupo por grupo. A nosotros nos ha tocado José Carlos y no ha sido difícil, aunque en algunas cosas no sabíamos expresarnos.” (grupo 2B, 14 de Junio).

“José Carlos ha empezado a preguntarnos algo para ver si nos íbamos enterando. Creo que nos hemos defendido bastante bien pero el Martes comienza a preguntar en serio.” (grupo 2, 9 de Junio).

A la segunda queja, se argumentó (en la misma línea que el curso anterior) que deberían explicitarse los problemas y sus causas en los diarios, los cuales se revisaban antes de la evaluación y cualquier problema de este tipo debería hablarse entre el grupo y entre éste y el profesor. A pesar de estos argumentos, por algunas observaciones de los alumnos con fecha de Junio, no resultaron convincentes para todos:

“El método de evaluación no es nada justo. El profesor no puede ver con seguridad quien trabaja más o menos en el grupo. En casa hay quien por su cuenta se esfuerza en buscar cosas para el día siguiente mientras que otros esperan a que se lo den hecho.” (grupo 5 Martes, 14 de Junio).

“De forma que se considere el trabajo de cada uno, observando a cada alumno, porque con la nota que pone cada componente a sus compañeros creo que no se queda claro.” (grupo 2, Martes 14 de Junio, problemas detectados y soluciones propuestas. Propuesta sobre cómo evaluar).

- Encontramos en los grupos elementos de cooperación pero también de competencia. En la mayoría de los grupos los alumnos establecen lazos internos que conducen a una verdadera construcción conjunta (hemos constatado en los diarios situaciones de exploración, rectificación, integración de diferentes puntos de vista, etc.), dando como resultado hipermedia bastante conseguidos. Pensamos que es importante que la elaboración de hipermedia se haga en grupos, por ello animamos a los grupos que funcionaban mal a resolver sus diferencias. Una de las causas que puede ser origen de estos problemas es el conflicto que se produce dentro de algunos grupos entre “el reparto de tareas” y el afán por “cuantificar” el trabajo de cada miembro del grupo. Otro problema es la carencia de una cultura de “trabajo en grupo” en los centros de Enseñanza Secundaria: trabajar cooperativamente en grupos es una tarea que requiere tiempo y cuyos resultados a corto plazo son difícilmente observables. La elaboración de hipermedia presenta muchas facetas, en las cuales (en mayor o menor medida) todos los componentes pueden aportar algo, pero es necesario que las aportaciones de cada miembro sean asumidas (con los debates y modificaciones que precisen) por todo el grupo. En cuanto a la existencia de líderes (aunque se ha dado en pocos grupos) el problema principal que hemos notado es la falta de reciprocidad (no se reparte el liderazgo, sino que lo mantiene en todas las acciones un individuo) y, por tanto, el bloqueo del grupo cuando el líder falta.

- Encontramos que los alumnos participan muy activamente para dar significado tanto a los conceptos que desarrollan en los hipermedia como para relacionar estos conceptos. Al dar bastante libertad sobre los contenidos a desarrollar los alumnos participan con nosotros en el desarrollo del currículo a la vez que se producen numerosos casos de aprendizaje incidental donde más interesante que las soluciones aportadas son las estrategias desarrolladas para solucionarlas. Nos gustaría conocer mejor los procesos de debate seguidos en los grupos para elaborar los conceptos que continúan sin quedar claros en la generalidad de los diarios, sobre todo, para disponer de más elementos al analizar con los grupos los hipermedia desarrollados (y en particular al revisar lo que entendemos como errores). La realización de un hipermedia en común con el área de Ciencias de la

Naturaleza ha sido una experiencia interesante que pensamos contribuye a la integración del conocimiento y a conectar éste con la realidad al descompartimentarlo.

- Hemos observado que al contrario que en el curso anterior las fotografías o dibujos que acompañan a las tarjetas no son tomadas en general de fenómenos de la vida real sino que predominan aquellas que presentan normalmente los libros de texto. Esto no sucede en el tema interdisciplinar El agua donde sí vemos más relación con la realidad. Probablemente la causa sea que los contenidos referentes a Modelos Atómicos, Enlaces o Electroestática resulten más abstractos y por tanto más difíciles de conectar con fenómenos cotidianos.

V.3.7. Nueva propuesta de acción

Las modificaciones introducidas durante el segundo año han mostrado aspectos muy interesantes de diseño de hipermedia, aunque otros pensamos que pueden ser mejorados.

a) Al dar mayor libertad a los alumnos para diseñar el hipermedia aparecen procesos de aprendizaje interesantes (procesos de aprendizaje incidental) así como una mayor participación de éstos en la elaboración del currículum. Sin embargo, hay grupos y alumnos dentro de los grupos que se encuentran perdidos al enfrentarse a la elaboración del hipermedia, lo cual puede ser una de las causas de no integrarse en los grupos o de no colaborar adecuadamente con el resto de compañeros, favoreciendo la aparición de líderes, más preparados, que asumen la dirección del trabajo.

Hemos pensado que, quizás, buscar una postura intermedia entre la excesiva dependencia en cuanto a la relación y estructuración de los contenidos del primer curso y la mayor libertad en la relación de contenidos y nula estructuración del segundo, puede mejorar la dinámica de los grupos.

b) Continuar trabajando con los grupos en la línea de elaboración de los cuadernos seguida durante este curso pero poniendo mayor énfasis en la necesidad de que expliquen los procesos de construcción de los significados de los conceptos que desarrollan en el hipermedia.

c) Entendemos que no tiene mucho sentido seguir realizando test comparativos sobre la eficacia del aprendizaje a través de hipermedia para contestar ejercicios

Segundo curso (1993-1994)

tradicionales o tipo test frente a una enseñanza expositiva tradicional, por lo que no lo realizaremos el próximo curso. Con los datos que hemos obtenido durante estos cursos no podemos afirmar que la elaboración de hipermedia proporcione peores ni mejores resultados ante ejercicios escritos de los tipos analizados por lo que creemos que en este aspecto no vamos a perjudicar a nuestros alumnos.