



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas
Maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales

*DISEÑO DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS
EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA
INORGÁNICA*

Lic. Norma María Kindsvater

Directora: Mgr. María del Carmen Castells
Codirector: Dr. Héctor S. Odetti



CONTENIDO

PRÓLOGO.....	5
AGRADECIMIENTOS.....	7
I.- EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: PROBLEMAS, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	
I.1.- Experiencias metodológicas en química inorgánica. Características principales de la enseñanza y de los alumnos.....	8
I.2.- Objetivos del trabajo.....	11
I.3.- Hipótesis del trabajo de tesis.....	12
I.4.- Metodología para el trabajo.....	12
II.- LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE: TEORÍAS Y REFLEXIONES	
II.1.- La reflexión sobre la práctica docente.....	14
II.1.1.- Concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza.....	15
II.1.2.- Jean Piaget.....	17
II.1.3.- Lev Vigotsky.....	17
II.1.4.- Jerome Bruner.....	21
II.1.5.-Ausubel y el aprendizaje significativo.....	23
II.1.5.- Más allá de Ausubel.....	26
II.2.- La Psicología Cognitiva en Práctica. Aplicaciones en la enseñanza y el aprendizaje.....	28
<i>Las ideas previas de los alumnos en la enseñanza de la Química.....</i>	30
II.3.- Concepciones sobre la ciencia y el conocimiento.....	31
<i>Características del conocimiento en la química.....</i>	33
II.4.- Los fines, objetivos y contenidos en la enseñanza de las ciencias...34	
• <i>El conocimiento como base del aprendizaje.....</i>	34
• <i>Conocimientos y procesos, unidos.....</i>	35
• <i>Motivación y conocimiento.....</i>	35

• <i>El trabajo cooperativo</i>	36
• <i>El conocimiento y la práctica contextualizada</i>	37
<i>Investigaciones de J. Minstrell</i>	37
III.- ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS PROPUESTAS ACADÉMICAS	
III.1.- Introducción	39
III.2.- Las planificaciones de actividades	40
• Paradigma de la enseñanza por transmisión.....	40
• Paradigma del descubrimiento orientado.....	42
• Modelo constructivista de aprendizaje.....	44
III.3.- Análisis de las características de los trabajos prácticos	45
III.3.1.- Características de los Trabajos Prácticos en cuanto a su nivel de indagación	46
III.3.2.- Características de los Trabajos Prácticos en cuanto a habilidades de indagación específicas requeridas	47
III.3.3.- Características de los Trabajos Prácticos en cuanto a sus dimensiones	52
III.3.4.- Análisis de las características de las evaluaciones de los trabajos prácticos	54
IV.- PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS EN QUÍMICA INORGÁNICA	
IV.1.- Introducción	70
IV.2.- El diseño de un modelo de enseñanza basado en el constructivismo	71
IV.2.1.- Actividades de enseñanza	71
IV.2.2.- La selección de los contenidos de Química Inorgánica	72
IV.2.3.- La planificación de las actividades de enseñanza y aprendizaje en Química Inorgánica	74
IV.2.4.- Objetivos de las actividades prácticas	76
IV.3.- Diseño de actividades prácticas en 2002	76

IV.3.1.- Diseño de experiencias para el tema “HIDRÓGENO”.....	77
IV.3.2.- Diseño de experiencias para el tema “OXÍGENO”.....	83
IV.3.3.- Diseño de experiencias para el tema “METALES DEL BLOQUE S”.....	85
IV.3.4.- Evaluación final de los Trabajos Prácticos en 2002.....	88
IV.3.5.- Sugerencias para el Examen Final.....	91
IV.4.1.- Características principales del diseño en 2002.....	92
IV.4.2.- Argumentaciones de los alumnos durante la resolución del problema.....	94
IV.5.- Diseño de experiencias en ciclos lectivos 2003 y 2004.....	101
IV.5.1.- La propuesta didáctica. Un esbozo.....	102
IV.5.2.- Estrategias de enseñanza.....	104
IV.5.3.- Actividades de evaluación.....	108
IV.5.4.- Evaluación final de los Trabajos Prácticos en 2003.....	109
IV.5.5.- Sugerencias para el Examen Final.....	111
IV.6.- Características principales del diseño en 2003 y 2004.....	113
V.- CONCLUSIONES	
V.1.- Introducción.....	116
V.2.- Características principales del diseño de los Trabajos Prácticos...	116
V.3.- El diseño de los Trabajos Prácticos en la enseñanza de la Química.....	120
V.4.- La participación de los alumnos en el diseño de su propio aprendizaje.....	123
V.5.- Consideraciones finales.....	125
BIBLIOGRAFÍA.....	126

PRÓLOGO

Concebir que el objetivo de la educación es el de contribuir a que los alumnos desarrollen habilidades intelectuales y estrategias de aprendizaje que les permitan convertirse en aprendices activos, que buscan comprender conceptos complejos y que están mejor preparados para transferirlos a problemas y escenarios nuevos, implica asumir el reto de pensar de otra forma lo que se enseña, cómo se enseña y cómo se evalúa el aprendizaje (National Research Council, 2005)

Este trabajo de investigación está orientado a configurar un modelo de enseñanza que potencie las actividades prácticas en la consecución de los objetivos de aprendizaje de la cátedra Química Inorgánica del I Curso de la Licenciatura en Bromatología de la Universidad Nacional de Entre Ríos.

Surge de la reflexión sobre la práctica docente y las características de los alumnos en la cátedra Química Inorgánica de la Licenciatura en Bromatología, integrando la experiencia propia con los resultados de investigaciones sobre la problemática del aprendizaje para proponer cambios en el diseño curricular.

Se nutre con el afán por mejorar la enseñanza de esta ciencia experimental, para que fructifique en una mayor calidad de los aprendizajes de los alumnos.

A lo largo del tiempo, se ha introducido cambios curriculares y metodológicos; sin embargo, no han sido suficientes. Es necesario que el modelo didáctico actual sea revisado y corregido. A partir de una reflexión desde la perspectiva constructivista y comprensiva del aprendizaje, se realiza una crítica de las propuestas académicas, las características de los Trabajos Prácticos y de sus evaluaciones correspondientes. Sobre esta base, se los reconvierte para conformar un diseño curricular que permita alcanzar esos objetivos, utilizando diversas actividades prácticas.

No obstante, al ir desarrollándolo y poniéndolo en práctica fue derivándose en un proceso de construcción y reconstrucción; de modo que lo más redituable de esta experiencia no está tanto en el diseño en sí mismo sino en el itinerario seguido en su elaboración.

Éste es el relato de este proceso de construcción y reconstrucción progresivo en la consecución del diseño apropiado al momento y a los actores que intervinieron en el mismo. Se presenta, en primer lugar, la razón de ser de este trabajo de investigación: cómo las experiencias metodológicas recogidas por los docentes de la cátedra Química Inorgánica y las características de los alumnos condujeron a la búsqueda de un modelo de enseñanza de mayor calidad, que produjera aprendizajes efectivos en los alumnos (Parte I). A través de este estudio, se observa cómo las decisiones de los docentes frente a los

problemas de la enseñanza y el aprendizaje se fueron centrando en la actividad en el laboratorio experimental de química, como herramienta metodológica primordial para cumplir los objetivos propuestos en la agenda curricular. Así, se comienza por revisar los objetivos, características y metodologías empleadas en los Trabajos Prácticos desarrollados hasta entonces, y con ello, surgen los análisis efectuados, las decisiones generadas a partir de ellos y el proceso que originó la búsqueda del diseño más adecuado para lograr los objetivos de enseñanza a que se aspira en la cátedra. Todo ello es la sustancia del presente trabajo.

En seguida, se desarrolla los principales aspectos teóricos, surgidos de las últimas investigaciones, sobre la enseñanza y el aprendizaje, que enmarcan la propuesta del trabajo (Parte II) Allí se reflexiona sobre la propia práctica docente, las concepciones sobre aprendizaje, y sobre ciencia y conocimiento, la postura epistemológica acerca de la química, los fines, objetivos y contenidos en la enseñanza de las ciencias, así como algunos modelos de procedimiento de investigación en la enseñanza empleando el enfoque constructivista.

A continuación, se efectúa un análisis crítico de las propuestas académicas, donde se extraen las principales características de las planificaciones de actividades y se las encuadra en el paradigma de la enseñanza en que se apoya para mostrar cómo fue evolucionando epistemológicamente los modelos de enseñanza y de aprendizaje subyacentes en esas propuestas curriculares y didácticas de los docentes (Parte III). En relación a ello, se efectúa un análisis de las características de las actividades planteadas en los Trabajos Prácticos de la Cátedra Química Inorgánica tomando como instrumento de evaluación un modelo de investigación similar. También, se realiza el análisis de las características de la evaluación correspondiente a cada uno de los trabajos prácticos, en vista a que ellas constituyen una parte esencial.

A partir de allí, comienza el relato de cómo transcurre este proceso de construcción del diseño curricular, surgido de la necesidad de un nuevo plan de actividades que permitiesen potenciar la labor experimental en beneficio de los objetivos de enseñanza, tendiendo a mejorar, complementar y / o reformular completamente las vigentes en ese momento (Parte IV). Esta necesidad conduce a elaborar nuevas estrategias para unidades didácticas puntuales, al dar a luz la nueva postura de los docentes frente a los desafíos planteados por las dificultades de aprendizaje exploradas en otro trabajo de investigación y el análisis antes señalado, especialmente en lo que deberían sustentar las actividades de enseñanza y, en particular, los Trabajos Prácticos. Más adelante, se comentan algunas experiencias desarrolladas como parte del diseño en el ciclo lectivo 2002: "Hidrógeno", "Oxígeno" y "Bloque s"; por último, se realizan comentarios sobre lo acontecido en los ciclos lectivos siguientes, respecto a la puesta en escena de nuevos ensayos para lograr el mejoramiento del diseño. En suma, se examinan las modificaciones que produjo la evolución de la didáctica en Química Inorgánica a lo largo de todo el proceso.

Finalmente, se comentan los resultados y las expectativas que derivan del trabajo presentado (Parte V) En primer lugar, se consideran las características principales del diseño de los Trabajos Prácticos, reflexionando sobre la evolución de la didáctica en Química Inorgánica, su relación con etapas anteriores y el modelo actual de las actividades y evaluaciones en la cátedra perfilado por el cambio epistemológico en los docentes. Luego se discute el diseño de los Trabajos Prácticos en la enseñanza de la Química, sus objetivos y propiedades, así como su proyección a futuro en relación con las investigaciones más recientes sobre expertos y novatos. Seguidamente, se hace hincapié en la participación de los alumnos en el diseño de su propio aprendizaje, comentando cómo aumenta las posibilidades de crear ese entramado de ideas previas al experimento y las generadas a partir de él, y también la relevancia de la cotidianeidad de las situaciones en la efectividad de la enseñanza. Finalmente, se señalan los problemas a superar, así como las expectativas de los docentes.

AGRADECIMIENTOS

Desde el lugar de quien está aprendiendo, conociendo y recorriendo el mundo de la exploración, el análisis, y la revelación, amparándose tan sólo en la ilusión de encontrar respuestas a tantas necesidades personales y comunitarias, y alentada por el estímulo y al mismo tiempo el desasosiego que provoca su siembra en quienes son la razón y la pasión de ser docente, es que quiero hacer llegar mis reconocimientos.

A quienes me sobrellevaron desde adentro, me alentaron, me comprendieron y me apoyaron en esta empresa, sin dejar por ello de hacerme sentir esposa y madre, agradezco muy especialmente a mi esposo, Daniel, y mi hija, Mariel.

A quienes me condujeron en el tránsito de la investigación y me brindaron todo su bagaje de conocimientos y experiencia sin resguardos y con toda su capacidad humana y profesional, Mgter. María del Carmen Castells y Dr. Héctor S. Odetti.

A la Facultad de Bromatología y la Universidad Nacional de Entre Ríos, que me formó como Licenciada, me moldeó como docente y me posibilitó con su Beca para realizar Carreras de Cuarto Nivel y proseguir mi perfeccionamiento docente en la Maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales, en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral.

A mis alumnos, que constantemente me cuestionan, me demandan y me brindan todo lo necesario para justificar tanto esfuerzo y dedicación como el que creo cultivar.

I.- EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: PROBLEMAS, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

I.1.- Experiencias metodológicas en Química Inorgánica. Características principales de la enseñanza y de los alumnos

De las vivencias personales en el aula y en el laboratorio químico se registran diversos problemas en la enseñanza y el aprendizaje de los alumnos, que se han gestionado en el momento de la mejor manera posible bajo la perspectiva predominante en cada etapa.

Así, se fue forjando una historia de quienes llevan adelante la cátedra, moderadores de los cambios que los alumnos iban requiriendo a partir de sus aspiraciones y de los desvelos de los mismos docentes por satisfacerlas. En ella intervinieron, pues, la titular de la cátedra, su Jefe de Trabajos Prácticos y los sucesivos alumnos ayudantes en los diferentes ciclos lectivos. Ellos, más que todos, tuvieron un papel catalítico en los momentos decisivos, toda vez que volcaban su propia vivencia como alumnos de la asignatura ya promocionados y por su posición privilegiada de mediadores entre el resto de los docentes y los alumnos que los veían más cercanos a su jerarquía.

Esta historia se fue constituyendo en un proceso evolutivo, de transformaciones sucesivas efectuadas más bien en forma intuitiva y totalmente motivadas por la búsqueda irrenunciable de perfeccionar la calidad de la enseñanza y los aprendizajes; curiosamente (o quizá no tanto), se siguió el mismo derrotero histórico de las funciones atribuidas a los Trabajos Prácticos y, ello se explica porque estos fueron momentos coyunturales como los ocurridos en la historia de la enseñanza de las ciencias.

En sus comienzos, el estilo de enseñanza en la cátedra consistía en plantear los principios teóricos (conjunto de conceptos teóricos, con sus relaciones, conclusiones, generalizaciones y aplicaciones) y las instrucciones para el procedimiento experimental previo al *Trabajo Práctico* de laboratorio, revelar los resultados que se obtendrían, efectuándose las relaciones respectivas con los fundamentos vertidos con anterioridad; luego, se practicaban las experiencias propuestas en la *Guía de Trabajo Práctico* para comprobar los resultados y, finalmente, el alumno elaboraba un *Informe* donde constaban todos estos componentes.

Pero era evidente para los docentes que este modelo fallaba. Los alumnos repetían invariablemente lo que el profesor les había dicho que ocurriría en la experimentación y, por ello, en la práctica de laboratorio las experiencias con resultados negativos se ejecutaban con descuido “¡Total, no va a pasar nada!”, se perdían los detalles y la preocupación principal era llegar a obtener *el* resultado. Pero lo más grave era que muchas veces los Informes presentaban incongruencias entre el resultado previsto y el obtenido, o entre el fundamento teórico y la correspondiente interpretación del resultado experimental, sin que fueran advertidas por el alumno; o bien, se informaba indefectiblemente *lo que tenía que dar* aunque el resultado hubiese sido otro,

sin inquirir qué había fallado en la práctica. Como resultado, no se lograba el aprovechamiento del trabajo de laboratorio, y menos aún se percibía su importancia como ámbito de aprendizajes cognitivos, procedimentales y actitudinales deseables en ciencias.

Los resultados de investigaciones al respecto muestran que el trabajo práctico, considerado inestimable para la enseñanza de las ciencias, no siempre resulta tan valioso para su aprendizaje (Barberá y Valdés, 1996). Y ello ocurre a pesar de las expectativas de los alumnos acerca del papel de los trabajos prácticos en su aprendizaje. Como dato anecdótico se cita que todos los años, al comenzar el Ciclo Lectivo, se ha interrogado a los alumnos sobre su experiencia anterior en un laboratorio químico; la gran mayoría no ha asistido a clases prácticas en este ámbito en la Escuela Media pero considera importante el trabajo práctico al momento de aprender ciencias, por considerar que los ayuda a comprender mejor la “teoría”. Evidentemente, esta aspiración no quedó plasmada en los resultados señalados más arriba.

Esto condujo a la etapa siguiente, que fue mejorar la Guía de Trabajo: se incluyeron los Objetivos y la Metodología a emplear en el Trabajo Práctico; en el Procedimiento se indicó expresamente cuándo observar los fenómenos que iban ocurriendo en el experimento y se incluyeron unas pocas cuestiones al final del Procedimiento de cada experimento para promover la reflexión y la interpretación y establecer relaciones y generalizaciones.

Pero fue a partir de 1997 cuando, de común acuerdo con los demás integrantes de la cátedra –Jefe de Trabajos Prácticos y alumnos auxiliares de docencia –, se introdujo el cambio más acentuado: se planteaban los procedimientos experimentales pero no los resultados a obtener, con el fin de que sea el alumno el que debiera hallarlos a partir de la búsqueda bibliográfica y / o del resultado de la experimentación.

Esto conllevó un cambio de rol de los docentes y también de los estudiantes, así como una reestructuración del carácter de las clases, en las que prevaleció la no división teoría – práctica: el tema era enmarcado conceptualmente y, a partir de allí, el desarrollo del mismo se desenvolvía en torno a la experimentación propuesta en la Guía de Trabajo.

Este criterio de no adelantar resultados de los experimentos pretendía evitar la falta de atención y el desinterés por los datos obtenidos, así como las incongruencias antes enunciadas. Se pensó que los alumnos, motivados porque les eran desconocidos tales resultados, se volcarían más de lleno a investigar las propiedades físicas y químicas, y experimentarían la satisfacción de descubrirlas por sí mismos.

En algunos casos ocurrió así, pero los mejores alumnos se resistían a esta metodología: querían conocer de antemano el resultado esperado porque así podían comprobar que lo obtenido en el laboratorio era correcto.

De manera que, luego de esta experiencia, en 1999, se trató de armonizar la idea de que no fueran los docentes los que adelantaran los resultados a obtener en la experimentación con la búsqueda de información efectuada por los mismos alumnos, utilizando la bibliografía para la predicción (¿qué va a suceder?) y la posible explicación (¿por qué va a suceder eso?) de los resultados de las experiencias propuestas, mediante la técnica del aula – taller con pequeños grupos de alumnos constituidos espontáneamente y que luego trabajarían juntos en el laboratorio.

Cada grupo, al realizar las experiencias a posteriori, anotaba las observaciones en el momento, bajo la supervisión de un integrante de la cátedra. Éste vigilaba que el trabajo del grupo fuera satisfactorio en cuanto al logro de resultados, a la par que medía su desempeño procedimental y actitudinal e intervenía en la comprensión de los sucesos mediante preguntas orales.

A continuación, se efectuaba una instancia integradora entre docentes y alumnos: los datos recogidos en el laboratorio por los distintos grupos eran discutidos e interpretados en lenguaje químico (ecuación química, incluyendo los nombres y características físicas diferenciales), al mismo tiempo que se trabajaba con el cuestionario de la Guía. A medida que avanzaba su formación, esta interpretación se realizaba ya en el laboratorio, en forma simultánea a la experiencia. Se reflexionaba sobre los resultados obtenidos, se interpretaban y explicaban, ayudados por los docentes y apoyados en la bibliografía recomendada. Finalmente, se formulaban las conclusiones generales con la expresa finalidad de establecer la explicación de la tendencia en el comportamiento químico de las sustancias estudiadas.

Posteriormente, se evaluaba el aprendizaje (a nivel conceptual y procedimental) de cada alumno mediante una prueba escrita u oral. Se le formulaban preguntas sobre alguna o algunas experiencias de laboratorio para comprobar el grado de comprensión de las propiedades químicas y físicas de las sustancias en estudio y de la tendencia general en su comportamiento, el dominio de la terminología y simbolismo químico, y su capacidad para establecer relaciones que explicaran los hechos así como las que predijeran a otros.

Aún con todo este mejoramiento en las estrategias didácticas, el modelo de enseñanza mostraba falencias y no contentaba a los docentes en lo atinente a su propuesta de aprendizaje de los alumnos. Se ajustaba al paradigma del descubrimiento orientado, que ha sido criticado por su visión inductivista y por ser psicológicamente erróneo (Driver 1975, Strike 1975, Atkinson y Delamont

1976, Stevens 1978 y Selley 1989, en cita de Hodson, D., 1994; también Barberá, O. y Valdés, P., 1996) De acuerdo a ello, nuestros mejores alumnos no estaban tan equivocados al resistirse a esta forma de enseñanza.

Con esta preocupación en mente, en 2002 se instrumentó una investigación exploratoria sobre las dificultades de aprendizaje. Esta exploración se realizó en conjunto con los integrantes de la cátedra Física Ic. de la misma carrera. En cada cátedra, se trabajó en el diseño de una estrategia propia para explorar las dificultades, tomando como indicadores de dificultad a los contenidos procedimentales, que aparecen asociados a los conceptuales y actitudinales en las actividades de aprendizaje y resultan útiles para evaluar el desarrollo de las destrezas cognitivas implicadas en la construcción de conceptos. Su aplicación resultó innovadora por sus características: el acento estuvo puesto en evaluar cómo los alumnos procesan la información puesta a su disposición y no tanto cuánto retienen. Todos los elementos recogidos en la exploración han permitido mejorar el conocimiento sobre las características y relaciones entre las dificultades que se presentan en las operaciones cognitivas y en las estrategias de aprendizaje. Este conocimiento, a su vez, dejó en evidencia que los docentes de estas asignaturas deberían sustentar una nueva configuración de las estrategias de enseñanza, para facilitar la adquisición, organización, elaboración y recuperación de los conocimientos de los alumnos en estas ciencias experimentales.

Es así que se comenzó a transitar una nueva etapa, conducente a lograr esa nueva configuración de las estrategias metodológicas, centrando la atención en la actividad en el laboratorio experimental de química, los objetivos, características y metodologías empleadas en los Trabajos Prácticos desarrollados hasta entonces. El resultado de los análisis efectuados, las decisiones generadas a partir de ellos y el proceso que originó la búsqueda del diseño más adecuado para lograr los objetivos de enseñanza a que se aspira en la cátedra es la sustancia del presente trabajo.

1.2.- Objetivos del trabajo

Desde el momento de presentar el proyecto de trabajo para acceder al título de Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales, el objetivo fue obtener una propuesta de diseño de actividades prácticas diversas que promuevan el razonamiento, la interpretación, la discusión y la socialización del conocimiento en la cátedra de Química Inorgánica.

A partir de allí y a los efectos de conseguir que las prácticas implementadas hasta el momento fuesen efectivas, se planteó la necesidad de su transformación; esta efectividad entendida tanto en un sentido lato por cuanto implicaba su mejoramiento, como en un sentido estricto en lo atinente a su alineación con los objetivos de enseñanza y de aprendizaje planteados desde la cátedra.

Por otro lado, el trabajo a encarar implicaba una profundización de los aportes teóricos y prácticos que al respecto se han desarrollado, ejercitar la

continua reflexión sobre la acción docente y, a su vez, contribuir a su acrecentamiento y perfeccionamiento con el producto de ese trabajo, en aras a la jerarquización del quehacer docente y su investigación.

Finalmente, en este desarrollo de una didáctica generadora se propugnó la utilización del laboratorio químico como centro de operaciones fundamental para experiencias de aprendizajes, ineludible, creativo, oportuno, motivador, pináculo en la construcción de saberes.

Al ir desarrollando esta reconversión de la metodología de enseñanza en prácticas efectivas y poniendo este diseño en práctica en sucesivas oportunidades entre 2002 y 2004, las actividades fueron ajustándose a las necesidades y características del alumnado, y a la efectividad lograda en su implementación, derivándose en un proceso de construcción y reconstrucción del diseño original; de modo que lo más redituable de esta experiencia no estuvo tanto en el diseño en sí mismo sino en el itinerario seguido en su elaboración.

De ahí que sea especialmente interesante exponer la experiencia de construcción del diseño, de cómo se fueron registrando y analizando los resultados obtenidos con los cambios curriculares y principalmente metodológicos, además de cómo se fue sistematizando la información para construir un diseño de actividades prácticas para la enseñanza de la Química Inorgánica, mediante la resignificación de esa información como parte de la construcción del diseño.

I.3.- Hipótesis del trabajo

Es indudable que, a partir de la reflexión sobre el quehacer docente, iluminada por las actuales perspectivas cognitivas y constructivistas del aprendizaje, es posible aspirar a un mejoramiento de las estrategias de enseñanza. Además, el análisis de la escritura de la propia experiencia docente, en sus distintas etapas, permite ejercer una reflexión más racional y crítica de las prácticas de enseñanza en pos de la mejora de la calidad de los aprendizajes de los alumnos.

Tales son los principios a los que se apuesta en el presente trabajo.

I.4.- Metodología para el trabajo

En virtud de la naturaleza y los alcances de los objetivos del trabajo, se distinguen dos momentos en la metodología empleado para llevarlo a cabo, habiéndose adoptado una combinación de lógicas, cuantitativa y cualitativa. En principio, a partir de las Guías de Trabajo preparadas para llevar adelante los Trabajos Prácticos de la cátedra Química Inorgánica, se efectuó el análisis de las características de las actividades allí planteadas para sistematizar la información que de ellas se desprende. Se emplearon tres técnicas cuantitativas para la recolección de datos; una fue el instrumento de evaluación propuesto por Herron (1971) y conocido como ILI (The Inquiry Level Index, nivel de indagación en trabajo de laboratorio), y los otros fueron los propuestos

por Tamir y Lunetta (1978) denominados LAI (Laboratory Assesment Inventory, Inventario de Habilidades para evaluar las actividades de laboratorio), y LDI (Laboratory Dimensions Inventory, Inventario de Dimensiones). Ambos aparecen explicitados en el trabajo de Tamir, P. y García Rovira, M. Pilar (1992) En consecuencia, como dimensiones de análisis se incluyeron el nivel de indagación y la utilización de las habilidades de indagación específicas, así como las dimensiones consideradas en el Trabajo Práctico. Mediante esta metodología fue posible detectar las falencias y proponer alternativas superadoras, reciclando y perfeccionando las actividades vigentes hasta ese momento, de modo de aumentar su nivel de indagación y su posibilidad de desarrollar todas las habilidades y procedimientos intelectuales deseados. Se consideraron las guías de trabajos prácticos de los ciclos lectivos 1997 á 2001. Es decir, desde que se introdujeron los últimos cambios metodológicos, superadores del modelo de transmisión del conocimiento. Estas Guías son bastante semejantes entre sí en cuanto a objetivos y metodología de trabajo, ya que son contestes con el producto del nuevo modelo adoptado en ese entonces; por ello, se las analiza conjuntamente.

Seguidamente, bajo una lógica cualitativa, se fue estudiando la calidad de la propuesta mediante un continuo sondeo en acción, construyendo un diseño en base a los resultados obtenidos en su implementación y resignificando los contenidos de este diseño a partir de la experiencia recogida. Lo importante en esta etapa radicó en la atención puesta en los procesos mediante los cuales los alumnos aprenden; este estudio ayudó a revelar cómo construyen o reconstruyen el conocimiento.

II.- LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE: TEORÍAS Y ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

II.1.- La reflexión sobre la práctica docente

Son varios los autores que sostienen que una mejoría sustancial de la enseñanza debe apoyarse en la articulación de saberes sobre teorías educativas y técnicas de enseñanza, brindados en la “capacitación” o “entrenamiento” de los profesores, con los problemas reales que se presentan cotidianamente en el aula (Díaz – Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas S., 2002; Carretero, M. y otros, 1998; Gil Pérez, D., 1991, Monereo y otros, 1994, Sanjurjo y Vera, 1986; Rubinstein, 2003; entre otros) Es necesario que los docentes posean conocimientos sobre la teoría y la investigación educativa, pero el enfoque debe estar puesto en que esos conocimientos faciliten la reflexión crítica de la propia práctica docente para llegar a propuestas concretas y realizables que permitan una transformación positiva de la actividad docente.

En su momento, el proyecto para la Reforma de la Enseñanza en España planteó que “Una sólida formación académica y profesional, una elevada capacidad de reflexión sobre la práctica educativa (...) capacitan al profesor para adaptar su quehacer docente a los avances del conocimiento científico, técnico y pedagógico... “(cita de Monereo y otros, 1994) En ese mismo tenor, de las orientaciones del Ministerio de Educación y Cultura de la Nación, en Argentina, para la Reforma del sistema educativo (1997) se infiere un docente con estas características (Odetti, H. S., 2000) En el sistema educativo universitario en la República Argentina, la implementación de la Ley de Educación Superior planteó idénticos desafíos al respecto.

De otra parte, Carretero y otros (1998) apunta:

“Una de las conclusiones de la mayoría de las investigaciones sobre los procesos responsables de la formación de la pericia en distintos ámbitos profesionales es que ésta no se logra como una mera acumulación de experiencia, sino mediante práctica supervisada, desarrollo de la reflexión y discusión entre colegas. ... (Es, pues, importante) delimitar qué tipo de experiencia y mediante qué instrumentos logramos desarrollar habilidades profesionales que logren una revisión continua de nuestras prácticas en un proceso dirigido al cambio conceptual y práctico ...”

Los docentes tenemos ideas, actitudes y comportamientos sobre la enseñanza que provienen de una larga formación cuando fuimos alumnos; son numerosas las investigaciones “que muestran que el docente tiende a enseñar como efectivamente aprendió y no sólo basándose en las teorías y conocimientos que recibió en su formación” (Carretero, M. y otros, 1998) Este proceso de cambio didáctico requiere que podamos conocer las teorías espontáneas que subyacen muchas veces a nuestra práctica, que presentan una fuerte resistencia al cambio y, por tanto, obstaculizan la renovación de la enseñanza. De esta manera, el análisis de dichas ideas resulta de fundamental importancia para el proceso educativo.

Pope, M. (1998), en la misma obra, en un trabajo sobre el pensamiento del profesor, hace referencia también a este cambio en la política que propicia la formación reflexiva del profesor ante el reconocimiento al papel de las preconcepciones del profesor sobre el proceso de enseñanza. Cita a SCHÖN (1983) que considera las actividades del profesional como una “conversación reflexiva” en la que el docente reflexiona sobre la acción recíproca en la interacción docente – alumno en el aula; el profesor se interroga sobre conocimientos o dificultades en el aprendizaje del alumno y piensa en las respuestas más apropiadas para mejorarlo.

“Cuando alguien reflexiona – en – acción, se convierte en un investigador en el contexto práctico. No depende de las categorías de teorías establecidas ni de la técnica, sino que construye una nueva teoría de caso único (...) Porque su experimentación es una clase de puesta en marcha de la acción construida dentro de su investigación”

De acuerdo a este modelo, la búsqueda de estrategias que permitan superar dificultades de aprendizaje y su análisis crítico por parte de los docentes, puede constituirse en la sistematización del conocimiento en acción y permitiría desarrollar nuevas formas de comprensión de la práctica docente a partir de los resultados y conclusiones de ese proceso de exploración.

Para Pope, “el aprendizaje y el desarrollo profesional mejoran mediante la reflexión en y sobre la práctica”, aunque advierte que este proceso no es fácil: cuando se enfrenta al docente / investigador al cambio de constructos centrales que requieren demasiada adaptación, debe estar preparado y recibir apoyo durante los períodos de destrucción y reconstrucción que puedan producirse. Al decir de Mahoney, el “precio” epistemológico que deben pagar es la renuncia “a toda esperanza de certeza y quietud (en cita de Carretero, 1998) Con la afirmación de la existencia de una representación proactiva, el constructivismo reconoce que todo el conocimiento es profundamente personal y participativo”

II.1.1.- Concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza

Afirman Sanjurjo y Vera (1986) que “... las prácticas cotidianas en las instituciones educativas están sustentadas en (unos) supuestos (básicos subyacentes), a los cuales es necesario hacerlos explícitos para revisarlos críticamente” y en primera instancia los autores eligen para desarrollar su trabajo a las concepciones sobre aprendizaje, y sobre ciencia y conocimiento, entre otras, fundamentando esta elección en que “... toda propuesta curricular y didáctica se apoya básicamente en dos grandes pilares:

- una teoría del aprendizaje,
- una postura epistemológica acerca de la disciplina a enseñar.”

Existen diferentes teorías sobre el aprendizaje, que han ido influyendo – de manera más o menos explícita – en la práctica docente. Se puede observar

en la bibliografía diferentes categorizaciones de estas teorías. Por un lado, se oponen las teorías conexionistas en las que el aprendizaje es una conexión mecánica entre estímulo y respuesta en un sujeto meramente biológico cuyos procesos internos no es posible evaluar (“caja negra”), y las teorías cognitivas que sostienen que el aprendizaje se lleva a cabo por procesos complejos del pensamiento que pueden ser estudiados, rescata al sujeto cognitivo, que ya no es un simple receptor de las influencias del medio. (Sanjurjo y Vera, 1986)

Otra forma en que se clasifica a las teorías del aprendizaje es la propuesta por autores como Pozo, que consideran a las teorías asociacionistas, que coinciden con las conexionistas anteriormente señaladas, y las de reestructuración, entre las que se encuentran la Gestalt; esta teoría sostiene que el aprendizaje se produce por una comprensión repentina de relaciones entre diversas partes de una situación problemática, que conduce a la reestructuración de las percepciones. Además, están en este grupo las teorías constructivistas, que sostienen que el aprendizaje es un complejo y continuo proceso de construcción: el sujeto es un constructor activo de sus estructuras de conocimiento; en este proceso se van articulando y reestructurando nuevos y viejos conocimientos. (Sanjurjo y Vera, 1986)

La aplicación de los diferentes enfoques psicológicos en el ámbito educativo ha permitido comprender mejor los fenómenos que tienen lugar en el proceso del aprendizaje escolar y la socialización de las personas, junto con el aporte de otras disciplinas como la sociología y la antropología (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

Actualmente existe un vasto panorama de aportes de la Psicología Cognitiva proporcionados por la labor de muchos investigadores, que ha significado una gran expansión de esta disciplina tanto por los temas estudiados como por su influencia en otros campos de la psicología aplicada. Nos interesa exponer aquellas contribuciones a la comprensión de los procesos cognitivos que realiza la mente humana para conocer su entorno y que pueden estar relacionados directa o indirectamente con el comportamiento. (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002) Es sobre esta base de investigación donde la labor docente debe apoyarse, nutrirse y enriquecerse.

Interesa, sobre todo, la concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza, la cual se alimenta de varios enfoques. El concepto de constructivismo tiene múltiples acepciones y connotaciones en ciencias sociales y filosofía. Pero acotándolo al ámbito de la Psicología y la Educación, pueden señalarse como sus características esenciales la de rescatar al sujeto cognitivo, poseer un determinado concepto de desarrollo subyacente y un marcado interés por asuntos epistemológicos. (Rosas, R. y Sebastián, Ch., 2001)

Indudablemente, Piaget, Vygotski, Aebli, Ausubel y otros han legado los más sustanciales aportes, por lo que se los considera “autores cognitivos por derecho y no sólo precursores de esta orientación.” (Carretero, M., 1996. También Sanjurjo y Vera, 1986)

En principio, los dos primeros autores coinciden en su perspectiva genética del funcionamiento cognitivo, por lo que se interesaron por conocer la génesis de los procesos mentales para explicarlo (Carretero, M., 1996) También, ambos tienen una visión constructivista: comparten el principio de la importancia de la actividad mental constructiva del alumno en la realización de los aprendizajes escolares (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002). Sin embargo, mientras la teoría piagetiana se basa en el desarrollo, la de Vygotski se centra en el aprendizaje (Carretero, M., 1996).

II.1.2.- Jean Piaget

La psicología genética de Piaget es considerada la teoría emblemática constructivista; sin embargo, es principalmente epistemológica. Piaget desarrolló un modelo explicativo y metodológico *sui generis* para explicar la génesis y evolución de las formas de organización del conocimiento, situándose sobre todo en el interior del sujeto epistémico. En su aplicación a la educación significó un rescate del alumno como aprendiz activo y autónomo, metodologías didácticas por descubrimiento y participativas, organización del contenido curricular de acuerdo con las capacidades cognitivas de los alumnos, entre otros aspectos. (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

II.1.3.- Lev Vygotsky

Vygotski desarrolló su producción como un estudio de la conciencia, y por lo tanto, de los procesos superiores del pensamiento. La nota distintiva de su posición es la génesis histórico – cultural de dichas funciones superiores. Para este autor, todos los procesos superiores de la conducta como el lenguaje tienen un carácter mediacional: “la actividad *no* era una *respuesta* o reflejo solamente, sino que implicaba un componente de transformación del medio con ayuda de instrumentos”. (Rivière, A., 1988) Así, la unidad de análisis de la psicología de las funciones superiores es la actividad instrumental de las personas: utilizan no sólo estímulos del medio sino sobre todo recursos internos que el sujeto va construyendo a lo largo de su desarrollo, por lo que se les compara con instrumentos.

Ahora bien, en la elaboración de estos instrumentos cognitivos tienen una gran importancia la interacción social; para Vygotski, el desarrollo de las funciones psicológicas superiores en el niño se produce en el transcurso de las relaciones del niño con otros niños y con los adultos, y posteriormente, se internalizan: se produce una reconstrucción interna de una actividad externa (Carretero M., 1996). El sujeto, por tanto, no se hace de dentro hacia fuera, “es un resultado de la relación”. La transformación de lo instrumental en significativo está mediada y permitida por la relación con los demás; la conversión de la actividad en signo implica su condensación; los signos son, en su origen, mediaciones para regular la conducta de otros: con ellos, los demás regulan la conducta de la persona y ésta la conducta de ellos; el vector fundamental de desarrollo de las funciones superiores implica la internalización de los procesos de relación social (Rivière, A., 1988): “Un proceso interpersonal se transforma en otro intrapersonal” (Vygotski, L. S., 1934)

Esta visión de la interacción social tuvo una gran influencia en las posiciones de la comunidad de psicólogos, incluso para aquellos de posición piagetiana, respecto al desarrollo cognitivo. Con el tiempo, se ha ido afianzando la posición de la base social en el proceso de andamiaje: el proceso de adquisición de conocimiento se produce por mecanismos de carácter social.

Para Vygotski, también, la cultura proporciona las herramientas simbólicas necesarias para la construcción de la conciencia y las funciones superiores (fundamentalmente los signos lingüísticos (Rivière, 1988). Por esta razón se califica de sociocultural o sociohistórica a la teoría de este autor. La persona hereda toda la evolución filogenética, pero el producto final de su desarrollo estará condicionado por las características del medio social en el que vive (Carretero, 1996) Esto último impulsó investigaciones transculturales destinadas a probar esta teoría, que comenzaron sus colaboradores y continúan en la actualidad.

La génesis social e instrumental de las funciones superiores sostenida por Vygotski trajo como consecuencia un replanteo de las relaciones entre aprendizaje y desarrollo, con profundas implicancias en la educación como se verá. En apretada síntesis, el aprendizaje y el desarrollo no son idénticos, sino que el aprendizaje puede convertirse en desarrollo; más aún, el aprendizaje sería una condición necesaria para el desarrollo cualitativo desde las funciones reflejas más elementales a los procesos superiores, en tanto que para éstos el aprendizaje no sería algo externo y posterior al desarrollo (como para los teóricos más idealistas) ni idéntico a él (como para los más conductistas) sino *condición previa* al proceso de desarrollo (Rivière, 1988). En palabras de Vygotski, "... el proceso evolutivo va a remolque del proceso de aprendizaje" (Vygotski, L. S., 1979) Ello se debe a que el proceso de desarrollo de las conductas superiores consiste precisamente en la incorporación e internalización de pautas y herramientas de relación con los demás.

Sin embargo, es preciso tener en cuenta que las posibilidades de que esta incorporación ocurra depende, a su vez, del grado de desarrollo anterior y, además, del desarrollo potencial de la persona: para definir la relación entre la evolución de la persona y su aprendizaje no basta con establecer el nivel evolutivo en términos de las tareas o actividades que es capaz de realizar por sí sola ("nivel de desarrollo actual"), sino que es preciso determinar qué es capaz de hacer con la ayuda de los demás, a lo que Vygotski denominó "nivel de desarrollo potencial". La distancia entre ambos es la "*zona de desarrollo potencial*" (Rivière, 1988) (o "*próximo*") Es éste un concepto clave en la teoría de Vygotski; para él, "... lo que crea la zona de desarrollo próximo es un rasgo esencial del aprendizaje, es decir, el aprendizaje despierta una serie de procesos evolutivos internos capaces de operar sólo cuando el niño está en interacción con las personas de su entorno y en cooperación con algún semejante" (Vygotski, L. S., 1979)

Esta nueva manera de concebir la relación entre aprendizaje y desarrollo ha sido impactante en la educación y la investigación. Insta a la psicología en ocuparse de conductas y conocimientos en proceso de cambio, no "fossilizadas". Por el lado de la educación, Vigotsky se ocupa mucho más que

Piaget de la importancia de la enseñanza como facilitadora del desarrollo (Sanjurjo y Vera, 1986) sitúa los aprendizajes en estrecha relación con los procesos de instrucción o facilitación externa de mediadores para la internalización de los conocimientos. Rompe con la unidireccionalidad de las relaciones entre aprendizaje – instrucción – y desarrollo, superando así el dilema producido por la aplicación de la obra de Piaget a la educación que, al decir de Duckworth: “o se lo enseñamos demasiado pronto y no pueden aprenderlo o se lo enseñamos demasiado tarde y ya lo saben” (citado por Pozo, J. I., 1997)

El concepto de zona de desarrollo próximo es de fundamental utilidad para la enseñanza y para definir el rol docente, ya que es precisamente éste es espacio para la intervención docente (Sanjurjo y Vera, 1986) Enfatiza el papel mediador del docente, el trabajo cooperativo y la naturaleza interpersonal del aprendizaje (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

Vygotski también hizo aportaciones en relación con las relaciones entre el pensamiento y el lenguaje. Uno de los pocos autores que se habían ocupado con anterioridad sobre el tema fue Piaget, a quien Vygotski critica en su obra *Pensamiento y Lenguaje*, la más conocida y más influyente en el mundo occidental, por reducir el lenguaje a la “función simbólica”. Para Vygotski, el lenguaje tiene una función social y comunicativa, y está unida a la capacidad de abstracción; “el primer lenguaje del niño es esencialmente social” (Vygotski, L. S. 1934), por lo que el estudio de la adquisición del lenguaje debe realizarse en el marco de esta función. Las primeras palabras del niño sólo serían comprensibles dentro del contexto general de su conducta gestual: la palabra sería un sustituto del gesto, que tendría un carácter dialogal, situacional. El origen del lenguaje estaría en el contacto comunicativo con los demás y en la actividad práctica del niño sobre su entorno.

Pero más importante aún es la posición que sostiene sobre la manera en que las funciones del lenguaje y el pensamiento van interaccionando durante el desarrollo: esta interacción es grande y se acrecienta enormemente durante la adolescencia. Esto ha sido comprobado por investigaciones cognitivas realizadas en las últimas décadas (Carretero, 1996) De ahí, la importancia que le otorga al análisis del discurso (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

En sus ideas sobre la formación de conceptos espontáneos y científicos se vislumbra claramente la estrecha relación entre los proceso de aprendizaje e instrucción en la internalización y consiguiente reestructuración de mediadores simbólicos. En el significado de la palabra se encuentra la unidad mínima del pensamiento generalizado; de esta manera, los conceptos – en cuanto generalizaciones – tendrán su origen en la palabra que, una vez internalizada, se constituirá en signo mediador, sostiene. En sus investigaciones al respecto, distingue tres tipos de pensamiento: en la primera fase, los cúmulos no organizados, luego los complejos y en tercera instancia los conceptos; el primero es característico de los niños preescolares, donde se agrupan objetos dispares sin ninguna base o rasgo común; las dos fases superiores se producen en el aprendizaje adulto. En los pensamientos mediante complejos

hay tanto referencia como significado; aunque el nexo común entre los objetos agrupados no es estable y puede variar; la manifestación más relevante de este tipo de pensamiento para el aprendizaje de conceptos son los pseudoconceptos: internamente son complejos, pero externamente, desde el punto de vista lógico, parecen conceptos (y por ello son difíciles de diferenciar). En este sentido, sirven como puentes hacia la formación de conceptos propiamente dichos. Según Vygotski, el origen de los pseudoconceptos estaría en una asimilación del habla adulta, pero careciendo de los conceptos o generalizaciones adecuados para captar el significado de las palabras (Pozo, 1997)

Estos pseudoconceptos no sólo aparecen en el pensamiento infantil: los adultos pueden formar auténticos conceptos, aunque éstos deben convivir de por vida con los pseudoconceptos. Vygotski refería pruebas de ello en el lenguaje cotidiano y la evolución de los significados en la propia lengua; actualmente, varias investigaciones muestran también que los pseudoconceptos constituyen la forma dominante de conceptualización. Pozo, en *Teorías cognitivas del aprendizaje* sostiene que existe una convergencia entre los pseudoconceptos y los conceptos probabilísticos (Pozo, 1997)

A partir de los pseudoconceptos, se formarían los conceptos propiamente dichos. Además, éstos se constituirían por una segunda vía: la de los conceptos potenciales, que consisten en la abstracción de un rasgo constante en una serie de objetos; no sólo hay generalización sino también análisis, para diferenciar o aislar este rasgo. Los conceptos verdaderos o abstractos, para Vygotski, son los conceptos científicos. Los conceptos cotidianos sólo pueden llegar a ser representaciones generales y se diferencian de los conceptos científicos no tanto en su contenido como en los procesos de aprendizaje mediante los que se adquieren: los conceptos científicos son adquiridos a través de la instrucción (Pozo, 1997)

En la formación de los verdaderos conceptos la conciencia del sujeto está dirigida hacia los propios conceptos, no hacia los objetos como en el concepto espontáneo; por eso su aprendizaje va desde lo abstracto hacia lo concreto y no al revés como en los espontáneos. La adquisición de conceptos científicos parte de un sistema propio o pirámide de conceptos; un concepto tiene significado por su relación con los otros conceptos dentro de la pirámide. Conciencia y sistematización son una misma cosa: los conceptos científicos se aprenden tomando conciencia de su relación con los otros conceptos. Y, mientras los conceptos espontáneos se adquieren y definen a partir de los objetos a que se refieren, por su referencia, los conceptos científicos lo hacen por relación jerárquica con otros conceptos, por su sentido (Pozo, 1997)

La adquisición del significado del concepto requiere procesos de reestructuración o reorganización del sistema de conceptos. El aprendizaje de nuevos conceptos más generales obliga a reestructurar progresivamente toda la pirámide, pues, en palabras de Vygotski: "Los conceptos nuevos y superiores transforman a su vez el significado de los inferiores ... (aunque) no tiene que reestructurar separadamente todos sus conceptos anteriores... Una vez que una nueva estructura ha sido incorporada a su pensamiento – generalmente a

través de conceptos adquiridos recientemente en la escuela –, se expande gradualmente sobre los viejos conceptos a medida que éstos ingresan en las operaciones intelectuales de tipo superior.” (Vygotski, 1934 y Pozo, 1997)

Ciertamente, el propio Vygotski advierte que no todos los caminos recorridos para lograr esta reestructuración son igualmente fáciles: es más fácil diferenciar los conceptos, por ejemplo, que tomar conciencia de las semejanzas para integrar los conceptos en uno nuevo jerárquicamente superior (Pozo, 1997)

Vygotski, además, intentó integrar los dos sistemas de aprendizaje de conceptos, proponiendo que los conceptos científicos adquiridos en la instrucción permiten introducir en la mente la conciencia reflexiva, que posteriormente se transfiere a los conceptos espontáneos. Pero también se da la influencia inversa: los conceptos espontáneos apoyan a los científicos, en el sentido que “despeja la trayectoria para el concepto científico” (Vygotski, 1934); se apoya en asociaciones previas (Pozo, 1997)

II.1.4.- Jerome Bruner

Jerome Bruner, uno de los pioneros de la orientación cognitiva, fue muy influido por la visión vigotskiana, y no es extraño que en su autobiografía exprese que, cuando toma contacto por primera vez con ellas, se encuentra con que el autor ruso ya había precisado treinta años antes algunos de los supuestos primordiales de la entonces reciente psicología cognitiva. (Carretero, 1996)

Su preocupación fue establecer una teoría del desarrollo sobre bases científicas, superadora de las teorías asociacionistas vigentes en los sesenta. Reconoce la importancia de la herencia y de la fuerza capacitadora de la cultura en la evolución del hombre como primate:

”... el hombre como especie, desprovisto de cultura, podría con el tiempo volver a inventar el lenguaje y la tecnología que hacen posible la expresión de sus facultades, pero el desarrollo de un ser humano “culturalmente desnudo” sería un panorama bien diferente” (Bruner, Jerome S., 1972)

Más adelante explica cómo llega a dedicarse a las cuestiones educativas:

“... nuestro objetivo era saber cómo se enfrentan los problemas y no cómo se evitan. Por útil que pueda ser el tema de la evitación para la comprensión de los problemas patológicos, su estudio proporciona escasa información sobre la gama total del desarrollo... De modo que empecé a trabajar en el otro extremo de la cadena: la forma en que la gente alcanza a dar el máximo de sí” (Bruner, 1972)

Como resultado de este estudio, establece las pautas del desarrollo intelectual. Señala que el desarrollo se caracteriza por una independencia cada vez mayor de la reacción respecto de la naturaleza del estímulo, donde lo

importante es desentrañar cuáles son los procesos que llevan a esa independencia y el carácter de las transformaciones. En segundo lugar, la creciente capacidad de ir más allá de la información que encuentra un niño depende de que lo asimile o incorpore en un “sistema de almacenamiento” (o estructura cognitiva incluyente, como la denominaría Ausubel) que constituye su modelo del mundo. Por otra parte, el desarrollo intelectual supone una creciente capacidad para explicarse y explicar a los demás mediante palabras o símbolos lo que uno ha hecho o hará, que le permite pasar del comportamiento simplemente ordenado al comportamiento lógico. También, el desarrollo intelectual depende de la interacción sistemática y contingente entre el profesor y el alumno, porque aquél está provisto de técnicas previamente concebidas para enseñar al aprendiz. Al igual que Vygotski, considera que el lenguaje facilita enormemente la enseñanza, no sólo por ser el medio de intercambio sino más bien por ser el instrumento que luego puede utilizar el aprendiz para poner orden en el medio.

Gran parte de sus investigaciones se dirigen a dilucidar la cuestión de la representación: en qué forma el niño se libera de los estímulos actuales y conserva la experiencia pasada como un modelo, así como las reglas que rigen el almacenamiento y recuperación de información de ese modelo. Propone que se llega a esto mediante la acción (representación preceptiva o promulgatoria) y la organización visual o de otros sentidos, así como la utilización de imágenes sintetizadoras (representación icónica); por último, existe la representación simbólica, por medio de palabras o lenguaje. El desarrollo intelectual del ser humano va pasando por estos tres sistemas de representación hasta llegar a su dominio: en la primera infancia los acontecimientos y objetos se definen en función de las acciones que provocan; luego, las imágenes desarrollan su autonomía y se convierten en grandes resúmenes de acción; por último, el empleo del lenguaje como instrumento del pensamiento es lo que se incorpora. Al llegar a este punto, critica la teoría del estímulo – respuesta, en cuanto explica solamente el aprendizaje logrado cuando el que aprende recurre a la representación preceptiva, y alude a los avances de los rusos (en alusión a Vygotski) en cuanto a su postura frente al aprendizaje y el desarrollo, basada en la mediación del lenguaje entre estímulo y la reacción; considera que, por su lado, la teoría Gestalt, basada en el análisis de la fenomenología de la experiencia y la manera en que la percepción y la memoria están relacionadas por la regla de la similitud de los fenómenos, proporciona un sistema para analizar la representación icónica. Pero sostiene que la calidad racional del comportamiento se presenta cuando hay “asimilación” de las técnicas simbólicas, lenguaje natural y luego lenguajes artificiales, como números y lógica.

Respecto de la dependencia del desarrollo con la interacción entre maestro y discípulo, y el fracaso de este desarrollo cuando falta dicha interacción, propone que el ser humano es capaz de llevar a cabo aprendizajes complejos; pero, para que el aprendizaje se produzca, el niño no puede estar privado de cultura; para poder beneficiarse del diálogo alumno – maestro hace falta haberlo practicado antes. Coincide con Vygotski y Mead (1934) en que la reflexión del alumno posterior al diálogo mantenido con quien enseña suele ser

una versión interior de ese arte del diálogo. Las anotaciones en las clases indudablemente juegan un papel importante en esta reflexión.

Por otra parte, el lenguaje y sus facultades merecen, según Bruner, una atención especial en cuanto a la forma en que como tal afecta a los procesos cognitivos.

En suma, para este autor, la enseñanza es absolutamente necesaria:

“... el desarrollo mental depende en gran medida de un crecimiento de afuera adentro: un dominio de técnicas que encarnan en la cultura y que nos son transferidas por sus agentes mediante el diálogo contingente. Esto es particularmente el caso cuando se trata del lenguaje y de sistemas simbólicos de cultura ... (De modo que) el meollo del proceso educativo consiste en procurar los medios y los diálogos necesarios para traducir la experiencia en sistemas más eficaces de notación y ordenación” (Bruner, 1972)

II.1.5.-David Ausubel y el aprendizaje significativo

La propuesta de David Ausubel se centra en el aprendizaje producido en un contexto educativo, o sea, en una situación de interiorización o asimilación a través de la instrucción, en términos de Vygotski; pero, más aún: le interesan los procesos de aprendizaje y enseñanza de los conceptos científicos a partir de los conceptos previamente formados en la vida cotidiana (Pozo, 1997). Su teoría sobre el aprendizaje significativo constituye uno de los aportes más relevantes dentro de la psicopedagogía actual. (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

Su postura, en principio, es que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva; concibe al alumno como un procesador activo de la información (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002). Ausubel cree, al igual que Vygotski, que esta reestructuración necesita que la instrucción esté formalmente establecida, que se presente de un modo organizado y explícito la información que debe producir el desequilibrio en el alumno, y que el aprendizaje también es organizado y sistemático, pues es un fenómeno complejo que no se reduce a simples asociaciones memorísticas. De esta manera, establece la distinción entre el aprendizaje y la enseñanza como punto de partida de su teoría. (Pozo, 1997)

Ausubel analiza toda situación de aprendizaje, sea escolar o no, tomando en consideración dos dimensiones: el tipo de aprendizaje y la estrategia de instrucción; estas dimensiones son bastante independientes entre sí y al intersecarse permiten visualizar un continuo de posibles situaciones de aprendizaje. El tipo de procesos que el alumno utiliza para codificar, transformar y retener la información iría desde un aprendizaje memorístico o repetitivo hasta aprendizaje significativo, pasando por estadios intermedios; asimismo, la enseñanza iría desde una por recepción, pasando por un descubrimiento guiado, hasta la basada exclusivamente en el descubrimiento

espontáneo por parte del alumno, sea en forma de investigación o de solución de problemas. En consecuencia, tanto el aprendizaje memorístico como el significativo, por ejemplo, pueden darse en tipos de enseñanza tan diferentes como la receptiva y por investigación (Pozo, 1997 y Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

Según Ausubel, el aprendizaje significativo implica un procesamiento muy activo de la información por aprender, y ésta debe “relacionarse, de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra), con lo que el alumno ya sabe” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1986) En otras palabras, el aprendizaje será significativo si la información nueva puede incorporarse a las estructuras de conocimiento que ya posee el alumno y relacionarla con sus conocimientos anteriores; si ello ocurre, la nueva información tendrá significado para él. De esta manera, el conocimiento y la experiencia previas de los estudiantes son claves, así como también lo es la existencia de ideas inclusoras en su estructura cognitiva (Pozo, 1997 y Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

Es evidente que el aprendizaje significativo es más importante y conveniente que el repetitivo, ya que posibilita la adquisición de un conjunto de conocimientos integrados, coherentes, estables y con sentido para los alumnos (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002). Entre los numerosos motivos por los que un alumno puede no tener interés en relacionar o aprender significativamente un material, y sin embargo hacerlo memorísticamente, Ausubel señala dos: una es la experiencia del alumno de que las respuestas correctas son válidas para el profesor cuando tienen correspondencia literal con lo que se les ha enseñado; la otra está relacionada con una falta de confianza en sus capacidades para aprender significativamente, tal vez por fracasos anteriores debido a una ausencia de la estructura cognitiva adecuada. Esta última razón ha sido motivo de investigaciones posteriores (Pozo, 1997) y tiene una mayor trascendencia en la interpretación constructivista actual del aprendizaje significativo que la que le concedió Ausubel en su momento (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

Para Ausubel, la nueva información adquirida modificará la estructura cognitiva del alumno. Según la naturaleza de la nueva información y su relación con las ideas activadas en la mente de la persona que aprende, este autor diferencia tres tipos básicos de aprendizaje significativo: las representaciones, los conceptos y las proposiciones, en orden creciente de “significatividad”. En el primer caso, se trata de la adquisición del vocabulario, previo a los conceptos y posterior a ellos y sería el tipo de aprendizaje más próximo a lo repetitivo dado el carácter arbitrario de los elementos y relaciones implicados en el vocabulario (Pozo, 1997) Las fórmulas y nombres de las sustancias químicas, qué es átomo, molécula, ecuación, igualación de ecuaciones, periodicidad de las propiedades, y todos los términos de referentes básicos en química inorgánica serían excelentes ejemplos de esto. El alumno aprende significativamente lo que significa el referente y después el significado del término.

Ausubel define los conceptos como “objetos, eventos, situaciones o propiedades que poseen atributos de criterio comunes y que se designan

mediante algún símbolo o signo” (Ausubel, 1986); es decir, coincide con la concepción clásica al concebirlos como una estructura lógica. El aprendizaje de conceptos operaría según un proceso de formación de conceptos, en primer lugar, que consistiría en una abstracción inductiva producto de experiencias empíricas concretas; sería un aprendizaje por descubrimiento que incluiría diferenciación, generalización, formulación y comprobación de hipótesis, y ocurriría primordialmente en el período preescolar. En el transcurso de la instrucción formal, y especialmente en la adolescencia y adultez, progresaría hacia la asimilación de conceptos, estableciendo una relación entre los nuevos conceptos con los anteriores; el proceso sería una interacción entre la nueva información y la estructura cognitiva ya construida; por tanto, sería un aprendizaje significativo, y no por descubrimiento, adquirido a partir de la instrucción (Pozo, 1997)

Una vez asimilados los conceptos, se adquiriría el significado de proposiciones: nuevas ideas expresadas en una frase o una oración que contiene dos o más conceptos. El significado de la proposición no será igual a la suma de los significados de sus conceptos componentes. Como implican una relación entre conceptos, las proposiciones sólo pueden adquirirse por un proceso de asimilación; según la relación jerárquica entre las ideas ya existentes en el aprendiz y las nuevas, Ausubel distingue tres formas de aprendizaje por asimilación: subordinado, supraordinado y combinatorio. Consideraba que la mayor parte de los aprendizajes significativos son subordinados: la nueva idea aprendida está jerárquicamente subordinada a la ya existente; se produce una diferenciación progresiva de conceptos ya existentes en varios conceptos de nivel inferior (por ejemplo, el alumno diferencia diversos tipos de velocidad: instantánea, media, etc.) y se ha comprobado que muchos errores conceptuales se deben a una diferenciación insuficiente entre conceptos. Vygotski ya señalaba que la diferenciación era más fácil que otros procesos (Pozo, 1997)

Aunque hay que reconocer que si la diferenciación es el único mecanismo de aprendizaje, sería imposible elaborar una teoría del aprendizaje. Así, Ausubel postula otras dos formas de aprendizaje significativo: por un lado, el aprendizaje supraordinado, que es justamente el proceso inverso a la diferenciación. Se produce un concepto nuevo, más general, a partir de una reconciliación integradora de rasgos que caracterizan a una serie de conceptos ya existentes, más específicos. Este proceso es percibido en la historia de la ciencia, cuando ocurre la aparición de nuevas teorías o ideas, más generales, que permiten reunir fenómenos que antes se consideraban dispares o no relacionados en una misma teoría (Pozo, 1997)

El otro tipo de aprendizaje significativo supraordinado es el combinatorio: la nueva idea y las ya existentes no tiene relación jerárquica, sino que se encuentran en el mismo nivel dentro de la “pirámide de conceptos”, como expresaba Vygotski. Ocurre mediante diversos tipos de aprendizajes por analogía (Pozo, 1997)

En síntesis, para Ausubel el aprendizaje de conceptos procede de lo general a lo específico, en coincidencia con Vygotski que hablaba de una “vía

descendente”. Y, por tanto, es contraria a la posición de los inductivistas para quienes el aprendizaje procede de lo específico a lo general y, además, veían la formación del significado final como una yuxtaposición o asociación de conceptos, como suma de las partes (Pozo, 1997)

II.1.5.- Más allá de Ausubel

Así como el asociacionismo tiene insuficiencias, la posición de Ausubel es al menos discutible. Por un lado, según lo demuestran investigaciones recientes, el aprendizaje de conceptos naturales o espontáneos ocurre tanto por diferenciación de conceptos en otros más específicos, como por abstracción de conceptos subordinados en otros más generales. En la misma línea, los análisis psicológicos de Wertheimer (1945) y de otros autores muestran que en el trayecto histórico de la ciencia las nuevas ideas surgieron más por integración de otras más simples que por diferenciación; la novedad de una teoría lo constituye la reorganización de conceptos ya existentes que origina, otorgándoles un nuevo significado (Pozo, 1997)

Pozo (1997) plantea, en este punto, la cuestión de si la adquisición de conocimientos de la ciencia por parte de los alumnos ocurre de la misma manera que en la creación científica. Los resultados sobre estudios sobre la organización conceptual en novatos y expertos en diversas áreas científicas muestran que, al igual que en los procesos de construcción científica, el aprendizaje de conceptos científicos procede de lo específico a lo general. Los expertos difieren de los novatos en que su conocimiento parte de una organización de los conceptos en un nivel jerárquico superior y el logro de la pericia requiere la construcción de una red de conceptos más generales en los que queden integrados los conocimientos anteriores más específicos. Como señalaba ya Vygotski, el aprendizaje de conceptos se produce tanto de modo ascendente como descendente en la pirámide de conceptos.

También subraya Pozo (1997) que la teoría de Ausubel desarrolla escasamente el papel de la toma de conciencia en la reestructuración. Aunque los atiende, no llega a conceder suficiente importancia a la naturaleza y persistencia de los conceptos previos de los alumnos. Se ha demostrado fehacientemente que en muchas ocasiones el conocimiento previo de los estudiantes no sólo es persistente sino que es un obstáculo para aprender; se ha generado un amplio conjunto de investigaciones en torno a estas preconcepciones. Por otro lado, como son muy resistentes al cambio, ha quedado evidente la necesidad de desarrollar metodologías didácticas para promover un “cambio conceptual” en los alumnos, basadas en la confrontación de estas *misconceptions* con los conocimientos científicos a enseñar (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

Por su lado, García Madruga (1990) cuestiona que la propuesta de Ausubel explica cómo se adquieren los conocimientos de tipo conceptual o declarativo; mientras que no lo hace para los de tipo procedimental, actitudinal o valorativo requiere de otros elementos teórico – epistemológicos. Esto ha promovido la ampliación de este marco explicativo por parte de investigadores; en nuestro trabajo es prioritario, ya que aprendizajes de tipo experiencial, como

la enseñanza en el laboratorio químico, o mediante la resolución de problemas, por ejemplo, constituyen gran parte de la actividad cotidiana en la Facultad (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

Por último, no todas las situaciones de aprendizaje pueden plantearse como fin exclusivo el aprendizaje verbal significativo: la memorización comprensiva o el aprendizaje por descubrimiento guiado o autónomo también deberían tener su lugar. Además, es factible que todas las situaciones de aprendizaje descritas por Ausubel estén presentes en el aula a lo largo de toda la instrucción; sería necesario y deseable que, en cada caso, se evalúe cuál es más adecuada en base a las metas y opciones educativas disponibles. Sin duda, debería darse preeminencia a las experiencias significativas antes que la recepción memorística (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

En todo caso, la enseñanza en instituciones universitarias – caso que nos interesa especialmente – casi siempre consiste en clases por recepción, por medio del cual los docentes presentan a los alumnos una gran variedad y cantidad de material de estudio o informativo. Esto no implica necesariamente que el aprendizaje en el alumno ocurra sólo por recepción: según todo lo expuesto anteriormente, la recepción y el descubrimiento no son excluyentes entre sí, y pueden ocurrir ambas en el sentido de que el conocimiento adquirido por recepción puede ser empleado después para resolver problemas que implican descubrimiento, así como que lo aprendido por descubrimiento conduce al redescubrimiento planeado de proposiciones y conceptos conocidos (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

Un análisis ausubeliano de una situación de aprendizaje involucra tanto una estructura lógica en la disciplina como una estructura psicológica en el alumno en esa misma área de conocimiento, y requiere ir introduciendo progresivas diferenciaciones en las ideas del alumno, acompañadas de algunas comparaciones y generalizaciones, afirma Pozo (1997) Entonces, es importante conocer el nivel jerárquico de los contenidos que se enseñan, las interrelaciones entre éstos así como ayudar a los alumnos a entender ese entramado o pirámide de conocimientos propio de la disciplina en cuestión, sea Química o cualquier otra. El papel del docente en este cometido es primordial para influir positivamente en el establecimiento de una organización cognitiva apropiada en los alumnos; muchas veces, el desconocimiento del nivel jerárquico que relaciona los conceptos, así como los “cabos sueltos” que representan ciertos conocimientos para los alumnos atentan contra un entendimiento acabado y deseable de la información y, casi siempre, los llevan a aprenderlos repetitivamente (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002 y Pozo, 1997)

En cuanto a los postulados ausubelianos sobre enseñar desde lo más general e inclusivo a lo más detallado y específico, al mismo tiempo que las relaciones entre contenidos de un mismo nivel, para facilitar la reconciliación integradora, existen otras ideas al respecto, como ya se señalara. La *teoría de la elaboración* de Reigeluth (1987, en cita de Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002), propone presentar en un principio los elementos

más simples, generales y fundamentales del contenido, y después pasar a elaborar cada uno de ellos mediante la introducción de información más detallada y cada vez más compleja; esto propicia un aprendizaje en espiral: “cada vez que se elabora cada uno de los elementos iniciales, se vuelve al punto de partida con el fin de enriquecer y ampliar el plano de conjunto” (Coll, C. y Rochera, M. J., 1990)

II.2.- La Psicología Cognitiva en Práctica. Aplicaciones en la enseñanza y el aprendizaje

Nos interesa apuntar a las aplicaciones que posee todo lo expuesto precedentemente en la generación de estrategias de enseñanza y de aprendizaje en Química Inorgánica. Al respecto, Resnick, L. y Kopfler, L. (2001) establecen en *Currículum y cognición* los cimientos para un enfoque del “Currículum Para Desarrollar el Pensamiento”, basado en las recientes concepciones sobre la naturaleza del pensamiento y validado por las investigaciones cognitivas. A la par de otros autores, plantean el derecho de los alumnos a esperar más de la educación primaria y secundaria: no sólo información sino también desarrollar las habilidades del pensamiento a través de sus experiencias escolares para convertirse en pensadores competentes. Ello se debe hacer extensivo a la educación superior.

La inclusión de la enseñanza de las ciencias en la escuela secundaria es de valor formativo: no sólo conceptos y modelos, también su metodología de trabajo (Odetti, H. S., 2000)

La psicología ha inspirado la práctica educativa de muy diversas formas a lo largo del tiempo. Durante años, prevalecieron los principios asociacionistas o conductistas que concebían al aprendizaje como una acumulación de conocimientos y habilidades, a través de la práctica y la recompensa adecuadas; se propusieron jerarquías de objetivos de aprendizaje dado los niveles de complejidad y dificultad. Pero el pensamiento y la resolución de problemas se consideraban al tope de estas jerarquías, y más bien como corolarios deseables – que muchos jamás alcanzaban – antes que lo medular de la educación. Años más tarde, Jean Piaget y sus seguidores criticaron estos principios pues consideraron que el aprendizaje producido por la memorización no es verdadero conocimiento que pueda utilizarse, sino que el aprendizaje es una construcción de ideas; por su lado los psicólogos de la Gestalt demostraron que los alumnos no lograban comprender porqué los procedimientos funcionaban ni poseían la capacidad de adaptación necesaria para encarar las diversas formas en que se presenta un problema. Sin embargo, también estas posiciones eran difíciles de adaptar al aula en general y a la enseñanza de las ciencias en particular, ya que parecían negar la importancia del conocimiento específico y planteaban el cultivo de las habilidades del pensamiento al margen del aprendizaje. (Resnick, L. y Kopfler, L., 2001)

Carretero M. y otros en *CONSTRUIR Y ENSEÑAR Las Ciencias Experimentales* (1996) pone sobre la mesa la discusión generada entre los psicólogos del aprendizaje ante la disyuntiva entre construir o enseñar ciencia,

y explica cómo se ha generado. Aunque termina resolviéndola con la afirmación de que ambos aspectos son necesarios pero que la enseñanza debe basarse en la construcción, es interesante rescatar el análisis previo.

Refiere cómo la importancia del desarrollo dado por las teorías piagetianas y gestálticas por las décadas del setenta y ochenta, condujo a sostener que para comprender la ciencia, y por tanto para enseñarla, era un requisito necesario e indispensable que los sujetos tuviesen desarrolladas las habilidades del pensamiento formal, dado la similitud con los elementos básicos de la metodología científica. De ahí la tendencia a “enseñar a pensar” al margen de los contenidos. No obstante, según estos autores esta posición presentaba dificultades; por un lado, el pensamiento formal empezó a mostrarse esquivo a muchos adolescentes y adultos y, por otro, la instrucción escolar no aseguró un cambio en las ideas previas bastante primitivas que todos poseemos sobre los fenómenos físicos que nos rodean (configuradas a temprana edad, según la información (Carretero, 1996) de que dispone al respecto: 3 - 5 años), una de las razones por la que los alumnos no solían resolver con éxito las tareas formales al partir de una representación inadecuada de la situación (el “espacio del problema”) De hecho, la investigación sobre las “misconceptions” ha sido uno de los pilares más sólidos en la crítica a la llamada “enseñanza tradicional”.

Aún superando con la instrucción las dificultades de aprendizaje ocasionadas por la influencia de estas ideas previas equivocadas, queda la cuestión de si los alumnos son capaces o no de emplear habilidades cognitivas lógico – formales para comprender la ciencia. Actualmente, la convicción entre los investigadores es que se necesitan tanto estas habilidades del pensamiento como conocimientos específicos sobre cada materia en cuestión. Así, la polémica entre los psicólogos del aprendizaje de orientación empirista y los autores piagetianos desarrollistas sobre enseñar contenidos o enseñar a pensar es resuelta por la teoría cognitiva moderna. (Carretero M. y otros, 1996a)

Desde nuestra posición, el enfoque más adecuado es que el aprendizaje debería centrarse en el pensamiento y el significado. Se comparte la posición piagetiana respecto a que aprender es construir estructuras de conocimientos y que para saber algo no basta con recibir y memorizar la información: los alumnos también deben interpretarla y relacionarla con otros conocimientos. El experto es aquél que sabe ejecutar una acción, cuándo debe hacerlo y cómo adaptar su ejecución a situaciones diversas (Resnick, L. y Kopfler, L., 2001)

Pero, además, se debería incorporar a otro aspecto clave para la enseñanza: el carácter psicosocial del aprendizaje, tal como disponen las aportaciones de Vygotski. La construcción de ideas ocurre en interacción con otros alumnos y con el docente, donde el juego de influencias mutuas en el aprendizaje y el desarrollo permiten interpretar los resultados de la actividad escolar; esta interacción puede ser variada y compleja. Sin duda, hay que rescatar el papel protagónico del docente y otorgarle una importancia que no se la otorgó la posición piagetiana, sobre todo en sus aplicaciones (Carretero M. 1996b)

Este proceso de transformación profunda que ha sufrido la psicología en los últimos cuarenta años y que ha desembocado en lo que llamamos Psicología Cognitiva, la actualización sobre sus objetivos y supuestos fundamentales y su aplicación a la educación requiere que se lo conjugue con la reflexión del docente para adoptar una posición original al respecto. No debería restarse trascendencia a los otros enfoques; antes más bien es necesario integrarlos, en la medida posible. Las teorías particulares permiten explicar un ámbito del comportamiento humano y no la totalidad de ellos, por lo que cada una por separado no puede abordar y explicar satisfactoriamente los problemas y situaciones significativas que se plantean en la realidad del aula Carretero, M. (1996b)

El principio constructivista acerca de cómo se adquiere el conocimiento, sustentado por las recientes investigaciones, mantiene que la adquisición de conocimiento en la institución escolar se produce en un proceso de interacción entre el conocimiento nuevo – de carácter disciplinar por lo general – y el que ya tiene el alumno (Carretero, 1996b) Sin embargo, Carretero afirma que es difícil, y a la vez apasionante, el ejercicio de llevar a la práctica lo que las líneas de trabajo han conseguido elaborar desde la teoría; la dificultad procede de que las implicaciones y aplicaciones de la psicología a la educación, o a otro ámbito aplicado, no es directa o automática, toda vez que la educación está inmersa en un contexto pragmático relacionado con espacios muy diversos. Para que puedan ser útiles a los problemas de la actividad educativa, es necesario realizar una traducción de las aportaciones de la psicología cognitiva, tanto en su acepción más vinculada al procesamiento de la información como a las visiones piagetianas y vigotskiana (Carretero, 1996b)

La empresa que le corresponde abordar al docente e investigador es la búsqueda de una integración de tendencias, en la medida de lo posible; se sabe demasiado poco acerca de la formación y el cambio del conocimiento humano y el aprendizaje como para despreciar las aportaciones de todas estas tendencias. Todas ellas tienen ventajas y desventajas, porque lo que persiguen en sus formulaciones teóricas no siempre se plasma en aplicaciones concretas y de cierto grado de fiabilidad Carretero (1996b) en *Introducción...* insiste en que la educación “debe repensar las aportaciones cognitivas y resignificarlas en función de su contexto, necesidades y supuestos teóricos.” Esto es lo que aspira a lograr este trabajo.

Las ideas previas de los alumnos en la enseñanza de la Química

En Química, las investigaciones sobre ideas previas en los alumnos no han sido tan extensas como en Física; no obstante, los trabajos de Driver (1992), Pozo Municio y Gómez Crespo (1998), Limón y Carretero (2000), entre otros, evidencian que se presentan dificultades en el aprendizaje de la Química, sustentadas por la manera en que los alumnos organizan sus conocimientos a partir de sus propias teorías implícitas. Por ello, en una situación de aprendizaje, afloran estas ideas cuando los alumnos responden sobre algo; y, aunque para ellos son respuestas correctas por estar basándolas

en su propia representación del fenómeno en cuestión, desde el punto de vista científico no lo son (de ahí que a veces se las conoce como *misconceptions*)

En la experiencia cotidiana dada por la práctica docente, se han observado en los alumnos algunos de los ejemplos de ideas primitivas que se mencionan en esos trabajos, y también otros que son inéditos y que se han recopilado a los fines de esta investigación.

De todas maneras, como ya se adelantó, el análisis de las observaciones y las interpretaciones de los alumnos constituye un enfoque útil y necesario para la enseñanza; en ese sentido, se ha producido una remodelación de la dinámica de las actividades de enseñanza y de aprendizaje en donde el trabajo experimental es de fundamental importancia para diseñar esas actividades en función de los objetivos de enseñanza pero también para exponer esas ideas alternativas de los alumnos frente al docente y a ellos mismos. Este ejercicio permitiría confrontar y modificar dichas ideas, detectando dificultades de aprendizaje asociadas a esas ideas, considerando otras alternativas más adecuadas y encarando la enseñanza de manera no tradicional sino en base a esas dificultades para lograr los aprendizajes deseados.

II.3.- Concepciones sobre la ciencia y el conocimiento

Además de suscribir a ciertos fundamentos psicológicos, toda propuesta docente se inscribe en una concepción epistemológica, muchas veces subyacente (Jiménez Aleixandre, 2000)

En el diseño curricular de diversas carreras universitarias, así como en otros niveles de enseñanza, en los textos utilizados como bibliografía de base y en las estrategias didácticas empleadas predomina una concepción de conocimiento como algo externo al alumno, un paquete cerrado del que debe apropiarse mediante el aprendizaje; para facilitar dicha incorporación, se ha dividido el conocimiento en unidades discretas, más fácilmente integrables: se lo atomiza (Sanjurjo y Vera, 1986)

Puede relacionarse con algunos aspectos de la concepción positivista tradicional: la ciencia como estudio de los “hechos”, suma de saberes, no sujeto a reformas ni innovaciones sino que crece por acumulación. Conlleva el principio de autoridad, en la sabiduría del docente y del libro de estudio (Jiménez Aleixandre, 2000) El modo de conocer que tiene el alumno es, entonces, asimilar los conocimientos científicos tal y como la ciencia los ha formulado, descartando las articulaciones, y sin intentar descubrir los procesos mediante los cuales fueron construidos (Sanjurjo y Vera, 1986)

Esta concepción de ciencia aparece en el modelo conductista del aprendizaje: la actitud pasiva del alumno ante la información ya elaborada e inquestionable, el conocimiento adquirido tal cual el docente y / o el texto plantean, la evaluación centrada en el grado de similitud con que el alumno logra reproducir ese conocimiento, la práctica como corroboración de lo transmitido en la teoría, son sus características más destacadas (Jiménez Aleixandre, 2000 y Sanjurjo y Vera, 1986)

Posteriormente, los enfoques sistémicos – para los que distintos campos del saber se pueden estructurar en sistemas, donde cada elemento adquiere valor en relación con los demás – dieron lugar a la concepción del conocimiento como sistema. Se reconocen, pues, las articulaciones de los hechos entre sí y la interrelación de los mismos. Se trata de un modelo estructuralista, donde el conocer consiste en apropiarse de la totalidad, aunque sin tener en cuenta el proceso por el que se construyó; tiene su correlato en el modelo de la Gestalt (Sanjurjo y Vera, 1986)

Más recientemente, se han destacado las concepciones que consideran al conocimiento como una construcción social. Rescata de las posturas anteriores la importancia de los hechos y de las articulaciones entre ellos; pero incorpora los procesos a través de los cuales se producen dichos hechos y se arriba al conocimiento de los mismos. Es una concepción de conocimiento que se condice con las teorías constructivistas del aprendizaje. La noción de ciencia para esta postura es la de un conjunto de conocimientos obtenidos por un proceso social, siempre revisable y abordables desde diferentes ópticas (Sanjurjo y Vera, 1986)

Pedagógicamente, el conocimiento como proceso puede encararse mediante un aprendizaje por descubrimiento o un aprendizaje por recepción. En el primero, se tiende a que el alumno realice el mismo proceso que llevaron a cabo los científicos en el laboratorio; en el segundo, el profesor lo presenta a los alumnos (Sanjurjo y Vera, 1986) En el primero, aprender ciencia es, sobre todo, dominar los procesos del método científico, destrezas de investigación; el profesor no puede introducir conceptos ni dar instrucciones para resolver un problema.

Este modelo ha sido criticado porque no es posible enseñar los procesos al margen de los contenidos (Jiménez Aleixandre, M. P, 2000); además, en este enfoque la ciencia se enseña como si la naturaleza de la práctica científica fuese inductiva, cuando actualmente se considera que la observación depende de la teoría en cuanto a qué y cómo se observa (Barberá, O. y Valdés, P., 1996) No hay pruebas de que el método por descubrimiento produzca un aprendizaje más eficaz y duradero que la enseñanza receptiva significativa. No se puede resolver problemas científicos a menos que se disponga de un amplio bagaje de conocimientos sobre el área temática de la que se trate. Sin embargo, su valor radica en que significó en su momento una ruptura con el modelo de transmisión.

Jiménez Aleixandre (2000) se refiere a un “modelo constructivista de aprendizaje” que, aclara, no todos están de acuerdo en atribuírselo, quizá por ser el constructivismo una propuesta emergente. Surge a consecuencia de investigaciones sobre ideas alternativas de los alumnos que orientan sus experimentos y condicionan sus interpretaciones; propone que, al igual que en el conocimiento científico, el aprendizaje por construcción implica la utilización de modelos subjetivos para interpretar la realidad.

Epistemológicamente, se basa en las revoluciones científicas de Kuhn: la ciencia como proceso de interpretación de la realidad mediante modelos o “paradigmas”; se constituyen en “anteojos conceptuales” para observar la realidad, sin que se tenga conciencia de ellos; y son sustituidos por otros luego de un período de crisis o “revolución científica” que conduce una nueva teoría. El paralelismo se establece entre las ideas de los alumnos, punto de partida de la enseñanza según este modelo, para desarrollar otras más acordes con la ciencia; se busca que los alumnos tomen conciencia de ellas, que las utilicen en la interpretación de fenómenos y se percaten de que resultan inadecuadas o incompletas para ello (Jiménez Aleixandre, 2000)

Características del conocimiento en la química

En Epistemología, las distintas conceptualizaciones acerca de la naturaleza de la ciencia han evolucionado desde el positivismo o empirismo lógico hasta el relativismo más extremo. Sin embargo, es la postura positivista la que aún se encuentra con frecuencia mayor a la esperada en estudiantes, profesores y textos de estudio de la Química, caracterizado por una visión del conocimiento científico como algo acabado y definitivo, fundado en los “hechos”, la evidencia empírica objetiva y la lógica o racionalidad.

A su vez, esta postura contiene una visión ingenua, algorítmica, de la metodología científica, entendida como una sucesión de etapas prefijadas, repetidas mecánicamente como único medio válido para alcanzar el conocimiento. Es notable la impronta sobre esta característica de la ciencia que han dejado los estudios de nivel medio en los alumnos, casi sin excepción. Para reforzarla, en los primeros capítulos de muchos textos de Química General e Inorgánica de nivel universitario aparecen sentencias claves; por caso, en el CHEMICAL EDUCATION MATERIAL STUDY, “*Química. Una ciencia experimental*”, se sostiene que “La Química se edifica sobre los resultados de los experimentos. Un experimento es una sucesión de observaciones controladas.” Y se expone sobre cómo “funciona” el método científico con un ejemplo ilustrativo que muestra claramente el enfoque inductivista que sostiene todo el texto. La actividad empírica, como ya se detalló anteriormente, fue clave en el desarrollo de la ciencia y de la Química en particular; por medio de los datos aportados por la observación y el experimento, de naturaleza neutra, incontaminados y absolutos, se arriba a las leyes que edifican el conocimiento científico. Pero esta concepción falla, sobre todo en la validez lógica del principio de inducción, como ha demostrado y criticado ampliamente Popper (1977), entre otros.

Con relación a esto, interesa resaltar lo que afirman Vázquez Alonso y Manassero Mas (1999), acerca de los riesgos que conlleva esta visión ingenua de la naturaleza de la ciencia: “La transmisión de una ciencia centrada en las leyes y los principios científicos, descontextualizada y huérfana de su tiempo histórico produce el mito de su neutralidad, de una creencia simplista de que el conocimiento científico se construye asépticamente, inmune y al margen de cualquier influencia espuria”. Por el contrario, una posición que estos autores denominan “social – constructivista”, concibe la ciencia como un conocimiento que se está haciendo y rehaciendo continuamente, en consecuencia siempre

provisional y sujeto a revisión, contruidos por seres humanos y, por ello influenciado por factores personales y sociales. Desde esta perspectiva, es preciso dedicar mayor atención a los temas de naturaleza de la ciencia en la educación científica de los estudiantes, dado que su ausencia conduce a una deficiente comprensión de esta naturaleza por parte de ellos, según demuestran en su investigación.

Ahora bien: una cuestión esencial en la introducción de estos temas es que los docentes estén compenetrados con esta visión constructivista de la ciencia para lograr consistencia en las actividades de enseñanza y aprendizaje que desarrollan esos docentes. Este aspecto puede llevar su tiempo a nivel universitario, donde está firmemente arraigada la visión inductivista de la ciencia.

II.4.- Los fines, objetivos y contenidos en la enseñanza de las ciencias

La definición de los fines de la enseñanza, concebidos como aquellos grandes objetivos que “informen y dirijan la selección de contenidos...” (Jiménez, M. P. y Sanmartí, N., 1997), constituyen el primer paso a realizar para arribar al diseño de cómo presentar y secuenciar la información, cómo organizar la práctica y la retroalimentación, cómo motivar a los alumnos, cómo integrar las actividades de laboratorio con otras formas de aprendizaje, cómo evaluar el aprendizaje. Expresamos “primer paso” porque coincidimos con los autores en que primero deben definirse estos fines y con ellos orientar el currículo, y no al revés. En esta definición germinal es donde comienza a perfilarse el éxito o el fracaso del esfuerzo comunitario por enseñar y aprender. La investigación e innovación educativas puede contribuir a una clarificación y orientación en el establecimiento de estos fines (Jiménez, M. P. y Sanmartí, N.)

Actualmente, se está conformando un cuerpo de teoría educativa basado en principios constructivistas del aprendizaje, que abarca todas las cuestiones tradicionales de la enseñanza, pero con un objetivo diferente: estas actividades deben nutrir y estimular la elaboración de conocimientos de los alumnos y ayudarlos a acrecentar cada vez más su capacidad para controlar y guiar su propio aprendizaje y pensamiento (Resnick, L. y Kopfler, L., 2001)

La concepción constructivista del aprendizaje escolar estriba en la idea de que la intención de la educación debe ser la de promover procesos de crecimiento personal de los alumnos en el marco de la cultura del grupo al que pertenecen. Los aprendizajes se producirán en forma satisfactoria suministrándoles una ayuda específica y ajustada en función de los progresos en la actividad constructiva de los alumnos, y con la participación de ellos en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas. En tal sentido, es una construcción conjunta entre los alumnos y el docente, además de creativa en cuanto el docente toma esta tarea como objeto de reflexión para buscar mejorarla (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

- *El conocimiento como base del aprendizaje*

Una cuestión central de la actual teoría de la enseñanza es que el aprendizaje requiere conocimiento. A través de los estudios con expertos y novatos, queda claro que aprendemos más fácilmente cuando ya sabemos lo suficiente de algo como para tener “principios de organización” que empleamos para interpretar y elaborar la nueva información; el “conocimiento generativo” a que se refieren Resnick, L. y Kopfler, L. (2001) es aquél que puede ser usado para interpretar nuevas situaciones, resolver problemas, pensar y razonar, y aprender.

El conocimiento no puede transmitirse directamente al alumno, ni se adquieren sin más los principios o conceptos fundamentales de una disciplina cuando el profesor meramente los comenta. El conocimiento requiere que haya elaboración y cuestionamiento de parte de los alumnos, análisis de la nueva información para relacionarla con otra y para construir nuevas estructuras de conocimiento. Así que el punto crucial es cómo ayudar a los alumnos a iniciarse en el desarrollo de su provisión de conocimientos generativos para que puedan aprender fácilmente y de manera independiente en el futuro. De acuerdo a investigaciones al respecto (Beck, I.: “La enseñanza de la lectura autorregulada”; Minstrell, J.: “La enseñanza de las ciencias para la comprensión”; Larkin, J. y Chabay, R.: “La investigación sobre la enseñanza del pensamiento científico: implicaciones para la enseñanza basada en computadoras”; Kaplan, R.; Yamamoto, T. y Ginsburg, H.: “La enseñanza de los conceptos matemáticos”, en Resnick, L. y Kopfler, L., 2001), “para que los conceptos esenciales y las estructuras de conocimientos organizativas se vuelvan generativas, hay que evocarlas una y otra vez como formas de vincular, interpretar y explicar la nueva información” (Resnick, L. y Kopfler, L., 2001)

- *Conocimientos y procesos, unidos*

Varios autores sustentan la importancia del vínculo entre las habilidades del pensamiento y los contenidos. Jiménez Aleixandre (1992) argumenta que “el aprendizaje de conceptos, entendido como construcción, supone el de los procesos, especialmente las destrezas cognitivas implicadas en esta construcción” Por su parte, Resnick, L. y Kopfler, L. (2001) expresan que la enseñanza “usando los conceptos generativamente es enseñar contenidos y habilidades de pensamiento al mismo tiempo”; afirman que los conceptos operan continuamente en contextos de razonamiento y resolución de problemas; y concluyen que “no hay que elegir entre enfatizar los contenidos o las habilidades de pensamiento. No es posible profundizar ninguno de ellos sin el otro.”

Los mismos autores plantean una cuestión de relevancia: esta estrecha unión entre contenidos y habilidades cognitivas ¿significa que las habilidades aprendidas en una materia se “transferirán” a otras?. Sin duda, comprobar que el ejercicio del pensamiento en la Química, en nuestro caso, conduce a adquirir habilidades útiles, sean o no transferidas de una materia a otra, es un gran

logro; aunque si se encuentran evidencias de esta transferencia significaría haber detectado un beneficio adicional valioso.

- *Motivación y conocimiento*

A las habilidades de pensamiento y del conocimiento se debe agregar la motivación para su uso. Según investigaciones al respecto, los buenos alumnos difieren de los malos no tanto en las habilidades para pensar y resolver problemas como en su predisposición a utilizarlas. Desarrollar el hábito o la disposición para emplear las habilidades cognitivas así como conocer cuándo son aplicables resulta ser tan importante como adquirirlas (Palincsar, A. y Brown, A.: “La enseñanza para la lectura autorregulada”; Schoenfeld, A.: “La enseñanza del pensamiento matemático y la resolución de problemas”; Larkin, J. y Chabay, R.: “La investigación sobre la enseñanza del pensamiento científico: implicaciones para la enseñanza basada en computadoras” en Resnick, L. y Kopfler, L., 2001)

Se ha comprobado que la motivación está íntimamente ligada a las concepciones de los alumnos sobre la inteligencia; al hacerles ver que la inteligencia no es una entidad que se tiene o no se tiene, sino que crece y se desarrolla mediante su uso con el paso del tiempo, aceptan mejor los desafíos y encarar las dificultades iniciales reformulando el problema, buscando elementos que puedan manejar y utilizar lo que ya saben para hallar la solución (Dweck y Elliott, citado por Resnick, L. y Kopfler, L., 2001)

Aspectos como el desarrollo de la autonomía moral e intelectual, la capacidad de pensamiento crítico, el autodidactismo, el conocimiento sobre uno mismo y sobre cómo aprende, la responsabilidad para con el estudio, la disposición para aprender significativamente y para cooperar con los demás, el esfuerzo por superar dificultades, son otros factores afectivos asociados al aprendizaje (Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

- *El trabajo cooperativo*

La mayoría de los diseños curriculares exitosos para enseñar habilidades cognitivas de nivel superior incluyen actividades cooperativas de resolución de problemas y de construcción de significados. Lo curioso es que se llegó a esta inclusión más por ensayo y error pedagógico que por un análisis teórico. El papel de la participación social en el desarrollo de habilidades es el de modelar estrategias de pensamiento efectivas al asimilar las formas deseables de atacar los problemas, analizar textos o construir argumentos que muestran los pensadores expertos (frecuentemente el docente, pero también los compañeros alumnos más avanzados) Asimismo es posible que se produzca una acción sinérgica en el desempeño de los alumnos; el trabajo cooperativo, en el que cada uno asume parte de la tarea, conduce a la resolución de problemas que individualmente no podrían alcanzar. Por otro lado, propicia el ejercicio de refinamiento de los conocimientos o habilidades individuales frente a la crítica mutua. (Resnick, L. y Kopfler, L., 2001)

Quizá el aporte más meritorio de la participación de los alumnos en comunidades sociales de este tipo es que les ayuda a comprometerse con el pensamiento, a valorar todos los elementos del pensamiento crítico, como interpretación, interrogación, ensayo de posibilidades, búsqueda de justificaciones racionales. Con el transcurrir del tiempo, esta participación puede producir disposiciones intelectuales deseables en los alumnos que llegarían a concebirse a sí mismos como pensadores capaces y comprometidos en análisis críticos y en resolución de problemas (Resnick, L. y Kopfler, L., 2001)

- *El conocimiento y la práctica contextualizada*

A partir de los resultados de investigaciones, autores como Resnick, L. y Kopfler, L. (2001) (También Díaz - Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G., 2002 citan a Derry, Levin y Schauble, 1995) promueven la disposición de ambientes apropiados para el aprendizaje que, mediante un trabajo intelectual ordenado a las condiciones reales del problema, proporcione a los alumnos verdaderas experiencias, al modo en que se enseñaban los oficios antes de que existiera la escuela. Son prácticas auténticas en el sentido de que tienen relevancia cultural y con procesos de interacción social similares a los de la comunidad a la cual los alumnos se integrarán como profesionales y ciudadanos.

Este aprendizaje artesanal en el que se inspiran tenía lugar en el contexto real de trabajo y no planteaba dificultades sobre cómo aplicar habilidades abstractas o cómo relacionar los estudios teóricos con las actividades prácticas, ni existía la tentación de sustituir la experiencia en el uso real de las habilidades por una disertación acerca de ellas.

Esta idea demanda un replanteo de los docentes: más que el problema de cómo construir lecciones que enseñen habilidades o conocimientos específicos, interesa cómo crear ambientes de trabajo intelectual disciplinado y productivo. Es necesario proporcionar muchas oportunidades de observar a otros haciendo el tipo de trabajo que se propone efectuar al alumno, para que aprenda a hacerlo; para ello, se deben hacer manifiesto las normas de desempeño eficiente tanto en la destreza manual en las técnicas y operaciones básicas como en la resolución de problemas, toma de decisiones, elaboración de informes, diseño experimental y otras, que les permitan evaluar su propio desempeño.

Investigaciones de J. Minstrell

Como modelo de procedimiento de investigación en la enseñanza empleando el enfoque constructivista, se citan algunos detalles y conclusiones de las investigaciones de James A. Minstrell.

Este autor ha estudiado cómo mejorar la enseñanza de la Física en la escuela secundaria apoyándose en un enfoque cognitivo. Minstrell asume desde el primer día de clase que sus estudiantes tienen algunos conocimientos de Física y que tienen habilidades de razonamiento adecuadas. Le denomina

“facetas” a las piezas de conocimiento que se usan en el razonamiento físico; son esquemas o partes de esquemas que se usan para razonar sobre el mundo físico y que fueron creados desde la experiencia que da la vida diaria. De estas facetas, Minstrell sostiene que es importante identificar las que son coherentes con el pensamiento científico y luego construir sobre ellas: “*algunas facetas son anclas para la enseñanza; otras son metas de cambio*” (Minstrell, citado por Bruer, 1995) Cuando comienza sus clases, los alumnos pasan por un test de diagnóstico para valorar no el razonamiento físico cuantitativo sino el cualitativo y así detecta cuáles son las facetas predominantes. Luego, instrumenta clases “cota”, al principio de una unidad, normalmente, que buscan ayudar a los alumnos a cambiar sus razonamientos. En suma, Minstrell no explica, expone o “enseña” en el sentido tradicional; lo que hace es identificar las intuiciones iniciales de los alumnos, hacer explícitos sus razonamientos exponiendo y debatiendo sus posturas, proporcionando efectivas experiencias cota que ayudan a generar el cambio conceptual y les anima a reflexionar sobre estas experiencias. En una palabra, enseña Física desde una perspectiva cognitiva.

En esta misma línea se inscribe el proceso seguido en el diseño de actividades prácticas para la enseñanza de la Química Inorgánica.

III.- ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS PROPUESTAS ACADÉMICAS

III.1.- Introducción

El modelo didáctico actual es el producto de un largo proceso de reflexión sobre la labor docente desarrollada a lo largo de más de veinte años a cargo de la cátedra Química Inorgánica, donde sucedieron cambios de orden epistemológico, metodológico y curricular.

Es necesario examinar este proceso a la luz de los presupuestos epistemológicos subyacentes en el modelo de ciencia y de conocimiento que los docentes sostienen y tratan de inculcar a sus alumnos. La apreciación de los docentes hacia el trabajo de laboratorio ha sido y es altamente positiva. Se considera que es un ámbito ineluctable tanto para una práctica contextualizada de los alumnos como por su carácter instrumental para estimular la comprensión en ellos.

Tiempo atrás, y quizá muy influenciados por la bibliografía clásica en Química, los docentes sostenían un modelo de ciencia semejante a la del inductivismo ingenuo: la observación como primer paso hacia el conocimiento científico y como el objetivo máximo a desarrollar en la enseñanza de laboratorio. La evolución epistemológica condujo a reconocer que las ideas y teorías subyacentes guían la observación y también la experimentación. A partir de allí, se presta más atención a cómo la experiencia personal cotidiana de cada uno actúa en las apreciaciones efectuadas, y se trata de reconducirla y enseñar a ver de un modo experto lo que ocurre en los tubos de ensayo; poco a poco y en sucesivas sesiones de trabajo se busca revelar ante los alumnos un rico y vasto panorama de fenómenos físicos que le signifiquen cambios producidos en las sustancias que a su vez son originados por sus características particulares (que es, en definitiva, el quid de la enseñanza)

Además, se reconoce la gran importancia que los fundamentos históricos y epistemológicos tienen para comprender los contenidos disciplinarios de un modo no dogmático, y promover el desarrollo y la creatividad de los alumnos, e inculcando esta visión de la ciencia como un proceso relativo a sus condiciones históricas y de los científicos como seres humanos inmersos en formas y estilos de construcción definidos, vinculados de alguna forma de regímenes de verdad y de poder.

A través del análisis de las planificaciones de actividades de enseñanza y de aprendizaje que se han propuesto a lo largo de la práctica docente en la cátedra Química Inorgánica, se patentiza esta evolución y sus diferentes perspectivas según el paradigma de la enseñanza imperante en cada momento.

Tal como afirman Barberá, O. y Valdés, P. (1996), se considera que “el trabajo práctico y, en particular, la actividad de laboratorio constituye un hecho diferencial propio de la enseñanza de las ciencias. (...) (Desde hace mucho tiempo) se ha mantenido una fe inamovible en la tradición que asume la gran importancia del trabajo práctico para la enseñanza de las ciencias”.

Es esta creencia la que ha nutrido los esfuerzos por mejorar la efectividad de los Trabajos Prácticos de la asignatura Química Inorgánica, introduciendo cambios en el diseño curricular de los mismos con el transcurso del tiempo, y en confluencia con la “evolución” epistemológica de los docentes.

III.2.- Las planificaciones de actividades

- Paradigma de la enseñanza por transmisión

En el inicio de la actividad docente, se repicó el modelo de enseñanza adquirido en la etapa de estudiante universitario. La propuesta educativa estaba asentada en el modelo de ciencia lineal, como acumulación de hechos y datos, donde aprender consistía en asimilar los conocimientos científicos tal y como la ciencia los ha formulado.

Las características de este estilo eran las del modelo enciclopedista, sustentado por docentes y alumnos: la actitud pasiva de éstos ante la información que el docente volcaba en las clases, la pulida presentación de los saberes de carácter incuestionable enunciados por aquellos o por los textos de estudio, la evaluación centrada en el grado de similitud con que el alumno lograba reproducir ese conocimiento, la escisión teoría – práctica, el estudio descriptivo de las propiedades físicas y químicas de las sustancias, la práctica como corroboración de lo transmitido en la teoría, el afán por “terminar el programa” y por brindar la mayor cantidad de conocimientos para que los alumnos “conozcan más”. Una buena medida de esta situación es la gran cantidad de Trabajos Prácticos y de experimentos que se efectuaban.

Los objetivos de los Trabajos Prácticos y de las actividades en el laboratorio estaban enmarcadas por este modelo de enseñanza por transmisión; el objetivo fundamental del trabajo en el laboratorio era corroborar en los experimentos las propiedades físicas y químicas de las sustancias inorgánicas que se habían desarrollado durante las clases teóricas. Las guías de Trabajo Práctico estaban parceladas en varios experimentos (“experiencias”) que se enlistaban sin una evidente relación entre ellos o con los de otros Trabajos Prácticos, existía una correspondencia unívoca de los experimentos con las propiedades descritas así como de los Trabajos Prácticos con las unidades del Programa de la asignatura (a cada unidad, su Trabajo Práctico)...

A favor diremos que, una vez transcurridos los primeros tiempos de la práctica docente, hubo cambios a nivel curricular: se dejó el enfoque descriptivo de las propiedades de los elementos y sus compuestos que era el

predominante hasta entonces, y se pasó a otro sistemático, con el propósito de mejorar la comprensión mediante el establecimiento de relaciones en dichas propiedades, articulándolas en torno a la clasificación periódica. Las primeras Planificaciones de Cátedra (año 1985) proponían como objetivos de aprendizaje:

“brindar las bases de los conocimientos científicos y tecnológicos del área de la Química (...), de afianzar las conductas de estudio e investigación necesarias para la carrera, y, asimismo, encauzar convenientemente al alumnos en su rol dentro de la Universidad, concientizándolo de su responsabilidad, guiándolo hacia un estudio independiente, y fomentando su espíritu crítico.”

En la metodología de enseñanza, se postulaba que en el Trabajo Práctico se *demostrarían* (siempre todas las veces que fuese posible) lo que se expusiera durante el dictado de la cátedra; además, se *comprobarían*

“los conocimientos y habilidades adquiridas”

efectuando en cada Trabajo Práctico un interrogatorio *escrito* sobre el mismo y la *supervisión* del desempeño del alumno durante el Trabajo Práctico. Además, se agrega que:

“para asegurar un mejor cumplimiento de los objetivos, se plantearán y *resolverán problemas, en lo posible aplicados a situaciones reales concretas*”.

En el “Programa de Trabajos Prácticos”, se declara que:

“el trabajo en el laboratorio tendrá carácter *informativo* y formativo en las principales *operaciones y habilidades* a emplear luego”

que se enumeran a continuación: descripción, reconocimiento y manejo del material de laboratorio; adiestramiento de la capacidad de *observación e interpretación* de los fenómenos químicos; y la incentivación de la inclinación *natural* por la investigación, mediante la realización de diversas *experiencias* para favorecer la adquisición y la *fijación* de conocimientos y para lograr el objetivo común de *relacionarlos*. Y sigue:

“Posteriormente, los *Trabajos Prácticos sobre los contenidos de las distintas unidades* conducirán al alumno a *experimentar* sus aspectos fundamentales.”

Con esto queda patentizado el papel del Trabajo Práctico como herramienta de enseñanza destinada fundamentalmente a convalidar lo que el docente exponía en las clases “teóricas”. De hecho, aparece en el “Programa de Trabajos Prácticos” manifiestamente en dos enunciados.

Si bien se desprende de los objetivos que el alumno debería tener un rol participativo en su aprendizaje, se queda en una expresión de deseo ya que no se planifican las actividades de enseñanza necesarias y adecuadas. La forma de evaluar al alumno y el papel del docente como supervisor son otras características de este modelo; el planteo de problemas resueltos con el profesor, también; las “situaciones reales concretas” están más relacionadas con el componente profesional que con poner en juego habilidades cognitivas del alumno.

Los contenidos de los Trabajos Prácticos son principalmente procedimentales (rigurosamente, de “entrenamiento técnico”, según Pozo, 1999) Se proclama la incentivación a la investigación (que aparece en el material de cátedra como “iniciativa personal” y dando por hecho que es “natural” en el alumno; pero no se instrumenta un contexto apropiado para canalizarla.

De alguna forma, el interés por el adiestramiento de la capacidad de observación e interpretación de fenómenos químicos es el que ha persistido hasta el presente, aunque con diferentes matices y finalidades.

- Paradigma del descubrimiento orientado

Años después, en 1990, y cursos de perfeccionamiento docente y actualización bibliográfica mediante, en la planificación de cátedra es evidente la influencia del modelo didáctico de aprendizaje por descubrimiento orientado. Los fines específicos de la enseñanza de la Química Inorgánica son el de “lograr que el alumno adquiera los *elementos* y habilidades necesarios para el *procesamiento de la información* que se le brinda, esto es, los contenidos; paralelamente, el *carácter científico* de la Química requiere la *estimulación de conductas* que sean realmente *valiosas y representativas del quehacer científico*”; y entre los objetivos a lograr se coloca, en primer lugar, que el alumno

“conozca y comprenda: la **unidad** estructural de la Química”
(con negritas en el original)

y, en segundo lugar:

“el **método científico** en la Química y su importancia”

Más adelante aparece otra vez la visión del conocimiento como sistema, cuando se menciona también:

“la preeminencia de la **configuración electrónica** del átomo como base del entendimiento de la Química Inorgánica; las **relaciones, tendencias y similitudes** en el **comportamiento químico** de los elementos y sus compuestos en base a la configuración electrónica de sus átomos; el **valor de la Tabla**

Periódica como sistema organizador de relaciones entre los elementos”

Respecto al papel de los Trabajos Prácticos, se asigna mayor énfasis a los procesos y procedimientos de la ciencia, propio de una concepción de ciencia como “conocimientos pulcramente organizados (...), con recetas seguras para resolver todos los problemas del mundo” (Sanjurjo, L. y Vera, M., 1986) y obtenidos a partir del cumplimiento de la serie de pasos consecutivos que conforman el *método científico*. Así, por ejemplo, el alumno debería ser

“capaz de **reconocer** y **utilizar** los principios fundamentales en un experimento; **predecir** el comportamiento químico de un determinado elemento en base a la tendencia general; **verificar** las predicciones por medio de la experiencia, **planteando** experimentos o pasos nuevos al efecto; **efectuar observaciones** precisas, **describir** las características de un proceso químico; **interpretar** los resultados obtenidos y **extraer conclusiones** aceptables a partir de ellos; **aplicar** los principios observados en las experiencias a nuevas cuestiones.”

Para estos objetivos, se proponía que los contenidos de las clases teóricas (persistencia de la división teoría – práctica) estuviesen organizados

“... tomando en cuenta el **concepto de periodicidad de las propiedades atómicas** (...) Se comienza por inscribir a la Química Inorgánica dentro de la Química y se ha destacado su carácter experimental y el método científico, por el que se rige.”

En cuanto a la práctica, los contenidos se organizarían

“... en torno al concepto de **método**, en el sentido del trabajo experimental que se desarrolla en un laboratorio químico.”

Y se planteaba como temario de clases prácticas el siguiente:

- “1.- MÉTODO DE EXPERIMENTACIÓN EN EL LABORATORIO
- 1.1.- Propósito del trabajo en el Laboratorio Químico
- 1.2.- Técnicas y operaciones básicas
- 1.3.- Material de laboratorio y productos químicos de uso más común
- 1.4.- Propósito del Trabajo Práctico en el Laboratorio Químico
- 1.5.- Buenos hábitos en el trabajo en el Laboratorio Químico
- 1.5.1- Orden
- 1.5.2.- Limpieza
- 1.5.3.- Método
- 1.6.- Observación y descripción en la experimentación
- 1.7.- Registro de datos
- 1.8.- Conclusiones
- 1.9.- La iniciativa propia en la experimentación”

Como dato anecdótico, este temario de clases prácticas suscitó la preocupación del Jurado de Concurso que evaluó a esta docente, que le preguntó si se iban a efectuar trabajos prácticos de hidrógeno, oxígeno, etc. que es como tradicionalmente se lo presenta. Claro que la preocupación no surgía por una disyuntiva epistemológica acerca de que el método científico no es una receta y que la ciencia no es sólo experimentar...

Es fácil reconocer la relación entre la bibliografía básica sobre la Química en cada uno de estos momentos y su influencia en las concepciones de los docentes sobre ciencia, enseñanza y aprendizaje: se trata de una transición desde Babor e Ibarz Aznárez con su *Química General Moderna. Una Introducción a la Química Física y a la Química descriptiva superior (Inorgánica, Orgánica y Bioquímica)* – con el cual estudiamos la asignatura siendo alumnos – a Brescia, Arents, Meislich, Turk y Weiner con *Fundamentos de Química. Métodos de Laboratorio Químico*, el Chemical Education Material Study (CHEM) con su *Química. Una ciencia experimental* o al Kleinberg, Argersinger y Griswold con *Química Inorgánica*. Vale decir: una evolución desde un modelo descriptivo, lineal, de conocimientos establecidos, firmes e irrefutables, comprobables en los Trabajos Prácticos, a un modelo más centrado en el *hacer ciencia* respetando su *método de trabajo* y otorgándole a la ciencia un atractivo especial por su carácter *experimental*: el Trabajo Práctico supone la mejor forma de *aprender Química*.

Como puede apreciarse, la trayectoria seguida en la cátedra, en cuanto a metodología para la enseñanza y el aprendizaje, había pasado de un modelo basado en el paradigma de la enseñanza por transmisión a otro que se apoya fundamentalmente en el paradigma del descubrimiento orientado y algo en el de la ciencia como proceso. Existe un claro paralelismo entre ella y la evolución histórica de las funciones atribuidas a los Trabajos Prácticos (Caamaño, 1992).

No obstante, como ya se ha apuntado, a la luz de investigaciones efectuadas, el paradigma del descubrimiento orientado ha sido criticado por su visión inductivista y por ser psicológicamente erróneo (Driver 1975, Strike 1975, Atkinson y Delamont 1976, Stevens 1978 y Selley 1989, en cita de Hodson, D., 1994; también Barberá, O. y Valdés, P., 1996). De acuerdo a ello, nuestros mejores alumnos no estaban tan equivocados al resistirse a esta forma de enseñanza.

- Modelo constructivista de aprendizaje

Paralelamente, los cursos y carreras de perfeccionamiento docente dieron una nueva perspectiva al trabajo docente: se trataba de mejorarlo a través de conocimientos más acabados y actualizados sobre cómo se aprende y, por ello, cómo debe enseñarse. En suma, se buscaba alejarse del modelo tradicional de enseñanza y sondear nuevas técnicas didácticas que fueran superadoras.

El rumbo se encaminó hacia lograr la asimilación y el desarrollo de conceptos y proposiciones en la línea de Ausubel tomando en cuenta la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, según la cual más que *descubrir* las actividades prácticas deben servir para *construir* conocimientos a partir de la reflexión y las interacciones de las ideas propias con las de los demás y con la experiencia, teniendo en cuenta que la interpretación de esta experiencia se realizará a través de un filtro teórico constituido por las propias concepciones y expectativas (Caamaño, 1992) La fase de discusión en la predicción y la interpretación de los fenómenos observados y de los resultados de los experimentos cobra especial interés por este motivo.

En esta línea, se planteó el presente trabajo, que surge justamente como una necesidad de revisar y corregir el modelo didáctico utilizado hasta entonces. Este es un proceso de construcción en que se busca configurar un modelo de enseñanza – aprendizaje que potencie las actividades prácticas en la consecución de los objetivos de la cátedra. A partir de una reflexión desde la perspectiva constructivista y comprensiva del aprendizaje se procedió a estudiar las características que presentan y reconvertirlos para conformar un diseño curricular que permita alcanzar esos objetivos, atravesando diversas etapas.

III.3.- Análisis de las características de los trabajos prácticos

Se realizó un análisis de las características de las actividades planteadas en los Trabajos Prácticos de la Cátedra Química Inorgánica, tomando como dimensiones de análisis el nivel de indagación y la utilización de las habilidades de indagación específicas, así como las dimensiones consideradas en el trabajo práctico, tal como plantean en su investigación Tamir y García Rovira (1992)

El instrumento de evaluación propuesto por Herron (1971) y conocido como ILI (The Inquiry Level Index, nivel de indagación en trabajo de laboratorio), reveló que nuestros Trabajos Prácticos eran de un bajo nivel de indagación. Este instrumento califica en cuatro niveles de indagación al trabajo práctico, según las tareas que los alumnos deben efectuar en él, desde un nivel cero de indagación cuando se les da la pregunta, el método y la respuesta a la pregunta, hasta un nivel tres de indagación, en el caso de que se le muestre un fenómeno y el estudiante deba formular una buena pregunta, elegir el método y encontrar la respuesta.

El segundo instrumento de evaluación utilizado es el de Tamir y Lunetta (1978) denominado LAI (Laboratory Assesment Inventory, Inventario de Habilidades para evaluar las actividades de laboratorio), que consta de cuatro categorías principales: planificación, realización, análisis y aplicación, y dentro de ellas, habilidades específicas tales como la formulación de preguntas por

parte de los alumnos, la predicción, la formulación de hipótesis, el diseño de las observaciones, y la aplicación de los resultados experimentales a un nuevo contexto. En tanto que el tercer instrumento es el de Tamir y García Rovira (1992) llamado LDI (Laboratory Dimensions Inventory, Inventario de Dimensiones), que consiste en ocho dimensiones: social, conocimientos previos, relación con la teoría, obtención de datos, complejidad de los instrumentos, análisis de los datos, tiempo y aprendizaje de conceptos.

El análisis de las características de las actividades experimentales planteadas en los trabajos prácticos de la cátedra Química Inorgánica se basó en un estudio del contenido de dichas actividades, abarcando desde el nivel de indagación (ILI: The Inquiry Level Index, nivel de indagación en trabajo de laboratorio); la utilización de las habilidades de indagación específicas por parte de los alumnos (LAI: Laboratory Assesment Inventory, Inventario de Habilidades para evaluar las actividades de laboratorio), y las dimensiones en el trabajo práctico (LDI: Laboratory Dimensions Inventory, Inventario de Dimensiones) LDI (Laboratory Dimensions Inventory, Inventario de Dimensiones) Se ha adoptado la metodología del trabajo de Tamir y García Rovira (1992), un análisis de los contenidos que están implícitos en las actividades prácticas y su adecuación al aprendizaje de las ciencias, mediante la determinación de las características de los ejercicios de laboratorio propuestos en libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña y el resto de España.

Se consideraron las guías de trabajos prácticos de los ciclos lectivos 1997 á 2001. Es decir, desde que se introdujeron los últimos cambios metodológicos, superadores del modelo de transmisión del conocimiento. Estas Guías son bastante semejantes entre sí en cuanto a objetivos y metodología de trabajo, ya que son contestes con el producto del nuevo modelo adoptado en ese entonces; por ello, se las analiza conjuntamente.

III.3.1.- Características de los Trabajos Prácticos en cuanto a su nivel de indagación

De los cuatro niveles de indagación propuestos por Herron (1971) en base a las tareas que los alumnos deben realizar, a saber: desde aquella situación en la que el alumno debe seguir instrucciones y obtener resultados indicados por el texto o los docentes, proporcionándosele la pregunta, el método y la respuesta, y que constituye una práctica de verificación o confirmación de principios teóricos (*nivel de indagación cero*), pasando por un contexto de descubrimiento en la que el alumno recibe la pregunta y el método y él debe encontrar la respuesta (*nivel de indagación uno*), otro donde debe encontrar la respuesta y el método (*nivel de indagación dos*), hasta la situación en que se le indica al alumno un fenómeno y él tiene que formular la pregunta, diseñar una estrategia para buscar la solución y hallarla (*nivel de indagación tres*)

Los trabajos prácticos planteados en la cátedra *tenían un nivel de indagación uno*, dado que en la Guía figuran consignas y procedimientos y el alumno debe obtener los resultados de los experimentos, que no han sido adelantados.

III.3.2.- Características de los Trabajos Prácticos en cuanto a habilidades de indagación específicas requeridas

Para evaluar las habilidades de indagación específicas que se requieren en la realización de los trabajos prácticos, se consideran cuatro categorías principales: *planificación, realización, análisis y aplicación*, cada una de las cuales abarca habilidades características – veintiocho, 28, en total –, consignando “SÍ” cuando la habilidad debe ser utilizada y “NO” cuando no se la requiere explícitamente.

Registro de las características de los Trabajos Prácticos en cuanto a habilidades de indagación específicas requeridas

	TP1	TP2	TP3
NIVEL DE INDAGACIÓN	1	1	1
1.- PLANIFICACIÓN El alumno:	0	0	0
1.1.- Formula una pregunta			
1.2.- Predice resultados experimentales	0	0	0
1.3.- Formula hipótesis	0	0	0
1.4.- Diseña observaciones / procedimientos	0	0	0
1.5.- Diseña un experimento	0	0	0
2.- REALIZACIÓN El alumno:	23	12	7
2.1.a.- Realiza observaciones			
2.1.b.- Realiza medidas	1	1	5
2.2.- Utiliza material de laboratorio	6	6	8
2.3.- Anota resultados	6	6	8
2.4.- Hace cálculos numéricos	0	0	0
2.5.- Explica procedimientos	0	2	5
2.6.- Trabaja según su propio diseño	0	0	0
3.- ANÁLISIS El alumno:			

3.1.a.- Representa los datos en una ecuación química	0	29	21
3.1.b.- Interpreta los datos	0	29	21
3.1.c.- Realiza dibujos basados en sus propias observaciones	1	2	2
3.2.- Extrae interrelaciones y / o conclusiones	0	13	16
3.3.- Determina la exactitud de los resultados experimentales	0	0	0
3.4.- Define las limitaciones y los supuestos inherentes al experimento	1	2	5
3.5.- Formula generalizaciones	0	3	1
3.6.- Explica interrelaciones	0	4	6
3.7.- Formula nuevas preguntas	0	0	0
4.- APLICACIÓN El alumno:	2	3	3
4.1.- Hace predicciones basadas en los resultados experimentales			
4.2.- Formula hipótesis basadas en los resultados experimentales	0	0	0
4.3.- Aplica las técnicas experimentales a un nuevo problema	0	0	0
4.4.- Aplica los resultados experimentales a un nuevo contexto	0	1	2

- *Realizar observaciones [2.1.- a)] se contabilizó las veces que aparece explícitamente indicado en la Guía de Trabajo la consigna: “Observar lo que ocurre”, o: “Apreciar las características del metal”. Otro tanto con las mediciones [2.1.- b]): “Tomar el pH”, o: “Medir los volúmenes ...”*

No es un buen criterio para comparar la cantidad de observaciones que se realizan en los distintos Trabajos Prácticos, dado que está relacionado más con el estilo de la redacción que con lo que ocurre en el desarrollo de la experimentación; sin embargo, se lo adoptó para evitar especulaciones que tergiversaran el análisis. Por esta razón, el Trabajo Práctico N° 7 aparece con un número mayor de observaciones que el resto. El caso del Trabajo Práctico N° 1 se explica por tener, justamente, el fin de adiestrar en la observación de fenómenos físicos asociados a las reacciones químicas.

- En *Utilización del material de Laboratorio (2.2.-)* y *anotar resultados (2.3.-)* se tomó la cantidad de experimentos propuestos como medida de las veces que los alumnos emplearon material de laboratorio, aplicaron técnicas y operaciones básicas, y tomaron nota de los resultados. De nuevo, la contabilización depende de la estructura interna de la Guía y, así, en el Trabajo Práctico Nº 6 aparece como más prolífico en esta habilidad cuando, en realidad, se trata de una disposición más desplegada del procedimiento de los experimentos respecto a otros Trabajos.
- *Efectuar cálculos numéricos (2.4.-)* no es una actividad que se registre en los Trabajos Prácticos de Química Inorgánica, ya que son de naturaleza es eminentemente cualitativa: se prueban características que demuestren la periodicidad del comportamiento físico y químico de los elementos y sus compuestos y iones.
- En cuanto a la *explicación de procedimientos (2.5.-)*, a excepción del Trabajo Práctico Nº 1 – que constituye el comienzo del aprendizaje del trabajo en el laboratorio – y el Trabajo Práctico Nº 8 – que por ser el último ya se lo considera un “saber implícito” (Stevenson y Palmer, 1994, citado por Pozo, 1999) – se incluyen en el cuestionario de la Guía algunas cuestiones destinadas a reflexionar sobre el procedimiento seguido para obtener los resultados, a fin de que los alumnos reparen en cómo se hace el experimento y por qué se lo hace así.
- Para el apartado 3.1.- *Transformación de los resultados*, la *Representación de los datos en una ecuación química (en una Tabla*, en el original de Tamir y García Rovira) (3.1.a.) y la *Interpretación de los datos (Representación de los datos gráficamente*, en el original de Tamir y García Rovira) (3.1.b.), se considera la trasposición simbólica de los datos y resultados de las pruebas realizadas en cada experimento; se propone lograr que los alumnos se concentren en el cambio físico producido a través de la variación de las características de las sustancias reaccionantes al formar los productos, así como en la relación de todo ello con las propiedades del ión, identificándolos en la ecuación química; esto último, consiste en especificar las características físicas de cada una de las sustancias, con su nombre y estado físico.

El número de reacciones en el Trabajo Práctico Nº 8 es llamativamente alto. Una razón es la estructura de la Guía: en este práctico se trabaja con todos los elementos del bloque d (elementos de transición), mientras que los elementos del bloque p se estudiaron en tres Trabajos Prácticos (Nº 5, 6 y 7), debido a que sus propiedades no son homogéneas (metálicas, no metálicas y semimetálicas, correspondientemente) Este criterio no se aplicó a los elementos de transición, que son más semejantes entre sí. Pero también es probable que sólo sea un resabio de concepciones epistemológicas de los docentes que diseñaron las actividades prácticas de enseñanza y aprendizaje.

- La *Realización de dibujos basados en las observaciones (3.1.c.)* cuando se trabaja con aparatos especiales como el voltámetro de Hofmann, o con dispositivos contruidos al efecto como diferentes pilas, o se efectúan observaciones microscópicas de cristales de las sustancias, se puntualiza en la Guía que deben realizarse. A veces, no están indicados e igualmente se hacen; por ejemplo, en el Trabajo Práctico N° 5 se hace un experimento que simula el funcionamiento de una unidad del acumulador de plomo (“batería”), que si bien no se indica en la Guía que deba esquematizarse, los alumnos lo hacen.

De todas maneras, las características de estos elementos reúnen el valor de sintetizar e integrar las de los elementos restantes, desarrolladas precedentemente en los Trabajos Prácticos. Visto de este modo, se justificaría el tratamiento del bloque d completo en un solo Trabajo Práctico.

- En cuanto a *Extraer interrelaciones y / o conclusiones (3.2.)*, se evaluó en base a las preguntas que están planteadas en las Guías de Trabajo Práctico.
- El ítem 3.3. *Determinar la exactitud de los resultados experimentales* no se evaluó por tratarse de experimentos cualitativos.
- Otro tanto puede afirmarse respecto a *Definir limitaciones y supuestos inherentes al experimento (3.4.)* Además de las preguntas, se contabilizaron las veces en que aparecen en el Procedimiento indicaciones sobre realizar ciertas acciones como “acidificar”, “alcalinizar”, y similares, que implica conocer y dominar las condiciones de reacción necesarias para que ésta se verifique: para saber si el medio de reacción ya está efectivamente acidificado, por caso, se necesita medir su pH.
- Para ejercitar la *Formulación de generalizaciones (3.5.)* en la Guía de Trabajo Práctico se formulan preguntas a fin de sistematizar el estudio del comportamiento de los elementos, y / o se requiere representar varios procesos químicos semejantes en una ecuación general.

Se destaca el número de veces en que aparece el ejercicio de esta habilidad en el Trabajo Práctico N° 6, en primer lugar, y en el Trabajo Práctico N° 8 y 4, en menor proporción. Es coincidente con el nivel de dificultad que estos Trabajos Prácticos presentan en su aprendizaje para los alumnos

- En el Trabajo Práctico N° 4, la *formulación de generalizaciones (3.5.-)* aparece en las preguntas 3) y 5) de la Guía de Trabajo que tienden a

establecer la reactividad diferencial de los metales, uno alcalino (sodio) y el otro alcalino térreo (magnesio), frente al dioxígeno y su producto frente al agua, para obtener la tendencia general del bloque (dentro de él y de él en relación al resto de los elementos de la Clasificación Periódica)

- En relación con las *aplicaciones de los resultados experimentales a un nuevo contexto* (4.4.-), se formulan preguntas como la 6): “¿Qué importancia tiene la reacción x...?”, para que los alumnos reflexionen sobre la aplicación de la reacción a la identificación del ión en cuestión en el Análisis Químico, Toxicológico, Bromatológico, Bioquímico, etc.
- También, las preguntas como la 16): “¿En qué otra experiencia (o Trabajo Práctico) pudo observarse...?”, están orientadas a señalar aplicaciones, ya que se aprovechan conocimientos anteriores a los fines del experimento presente. Esta destreza no está explícitamente analizado en el LAI y se considera adecuado incluirlo en este ítem.
- *Explicaciones de interrelaciones* (3.6.-) se privilegiaron las preguntas que llevan “¿por qué?”, aunque no exclusivamente: “¿Qué otros cationes se comportan semejantemente...?” Una vez más, en el Trabajo Práctico N° 4 se formulan un mayor número de preguntas para ejercitar esta habilidad: explicación de las interrelaciones.
- En cuanto a *Formular nuevas preguntas* (3.7.-), estrictamente hablando, en la Guía de Trabajo Práctico, no existe un ejercicio para practicar esta habilidad; no obstante ello, no se descarta que el del trabajo práctico – en cuanto proceso – lo propicie.
- Para el ítem *Formular predicciones basadas en los resultados* (4.1.-) se tomó en cuenta las preguntas que plantean cómo variarían los resultados obtenidos en situaciones o condiciones de reacción diferentes a las indicadas en el experimento. O, también, qué otras sustancias darían los mismos resultados en idéntica situación o condiciones de reacción.
- Sin embargo, no se *formulan hipótesis basadas en los resultados experimentales* (4.2.-), ni se *aplican las técnicas experimentales a un nuevo problema* (4.3.-) dado que las actividades prácticas basadas en experimentos no fueron planificadas para ejercitar estas habilidades.
- Las *aplicaciones de los resultados a un nuevo contexto* (4.4.-) que se consideraron están seleccionadas de las preguntas que persiguen el establecimiento de relaciones entre las reacciones y las aplicaciones de sus resultados, tanto a nivel tecnológico como analítico, bromatológico, toxicológico, etc., y que son las que relacionan conclusiones o resultados a

otros experimentos del mismo o de otro Trabajo Práctico. Por ejemplo, en el Trabajo Práctico N° 4 aparecen preguntas como la 6): “¿Qué importancia tiene la reacción...?”; también, en las preguntas como la 16): “¿En qué otra experiencia (o trabajo práctico) puedo observarse...?”, o sea, utilizan conocimientos anteriores en este nuevo experimento. Esta destreza no está explícitamente analizado en el LAI y, por ello, se consideró adecuado incluirlo en este ítem.

III.3.3.- Características de los Trabajos Prácticos en cuanto a sus dimensiones

En este caso, se valoran las ocho dimensiones: *social, conocimientos previos, relación con la teoría, obtención de datos, complejidad de los instrumentos, análisis de los datos, tiempo y aprendizaje de conceptos*, las que se evalúan respondiendo a interrogantes al efecto, también, “SÍ” o “NO”.

➤ *Dimensión social:*

- *¿Los estudiantes trabajan en forma individual o en pequeños grupos?* Los alumnos conforman grupos pequeños (seis a ocho integrantes) en cada mesada; hay cuatro de estos grupos de trabajo por Comisión (turno) Los grupos se *conforman* espontáneamente entre los alumnos, no por decisión de los docentes.
- *¿Han de realizar todos la misma investigación o, por el contrario, cada grupo investiga un aspecto distinto y luego se ponen los resultados en común?* Realizan todos los mismos experimentos; dentro del grupo los integrantes se turnan en el trabajo.
- *¿Se les pide una discusión de los resultados después de la práctica?* Sí, y también durante la experimentación se va reflexionando sobre ellos. En la Guía de Trabajos Prácticos, aparecen preguntas para ayudar a los alumnos en este cometido.
- *¿Se establece alguna relación con aplicaciones sociales o tecnológicas?* Sí, fundamentalmente en el ámbito del ejercicio de la profesión (química, bioquímica, toxicología y análisis de los alimentos)

➤ *Conocimientos previos*

- *¿Qué conocimientos previos se necesitan para realizar adecuadamente el trabajo de laboratorio?* En cada trabajo, se deben adquirir conocimientos conceptuales y procedimentales pertinentes al tema específico, así como los principios generales (estructurantes) de la química para poder aprovechar los resultados de los experimentos.
- *¿Han adquirido los estudiantes las habilidades técnicas necesarias para su realización?* Sí, los trabajos prácticos se van regulando para que los alumnos adquieran paulatinamente destrezas en las técnicas

y operaciones básicas y entrenamiento en destrezas cognitivas necesarias para observar, describir y analizar resultados.

➤ *Relación con la teoría*

- *¿Se considera que la teoría es básica para la investigación?* Sí, está planteada antes del trabajo en el laboratorio.
- *¿Se pide a los alumnos que relacionen sus resultados y conclusiones con la teoría?* Sí; se emplean para esto las preguntas de la Guía de Trabajo Práctico, las que se formulan oralmente durante el desarrollo del trabajo, y en clases: a través de una discusión guiada, Informes y evaluaciones objetivas. La cuidado y la atención de los docentes a esos fines es constante.

➤ *Obtención de los datos*

- *¿Cómo se obtienen los datos?* Por observación directa y de fuentes bibliográficas.

➤ *Complejidad de los instrumentos*

- *¿Es adecuada a la finalidad que se persigue?* Sí; consiste en material volumétrico sencillo (pipetas, vasos de precipitado, probetas) e indicador universal de pH.

➤ *Análisis de los datos*

- *¿Qué tipos de análisis se piden en la Guía de Trabajo Práctico?* Se espera que el alumno realice un análisis cualitativo de los resultados obtenidos en los experimentos; las preguntas que se formulan en la Guía ayudan en este análisis.
- *¿Son adecuados?* Sí, se considera que son adecuados.
- *¿Se ayuda a los alumnos a encontrar la forma más idónea de expresar, preguntar y comunicar los datos?* Aunque no figura explícitamente en el Procedimiento, sí en la Metodología enunciada en el encabezado de cada Guía de Trabajo Práctico. Además, durante la experimentación se acompaña al alumno en la elaboración de sus anotaciones para el Informe y, una vez elaborado éste, se va moldeando la presentación de los resultados.

➤ *Tiempo*

- *¿Se sugiere en la Guía de Trabajo Práctico la duración del mismo?*
No
- *El tiempo necesario para su realización ¿es compatible con la distribución del horario de clases?* Sí. Los experimentos de cada Guía de Trabajo Práctico se estructuran en bloques independientes, lo que permitió que se efectuaran en una, dos o hasta tres sesiones, de acuerdo al tiempo disponible y el ritmo de trabajo de los alumnos.
- *¿Se puede plantear una utilización más efectiva del tiempo como, por ejemplo, investigar mediante simulaciones con computadoras?* No, en química, así como en bromatología en particular, el tiempo empleado en la familiarización de los alumnos con elementos, prácticas y actitudes relevantes para su formación como

profesionales y como actores sociales son irremplazables. El laboratorio es parte del contexto real de trabajo en que el alumno se desempeñará en el futuro. La simulación podría apoyar la explicitación de modelos teóricos de estructuras de las sustancias, por ejemplo.

➤ *Aprendizaje de conceptos*

- *¿Está pensado el trabajo de laboratorio para enseñar un concepto importante?* Sí; cada experimento está relacionado con contenidos conceptuales y procedimentales propuestos por la cátedra a los fines del aprendizaje de la química inorgánica. Además, cada experimento es paradigmático, sirve para relacionar y generalizar los conceptos y acceder así a los principios estructurantes de la química. (Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A., 1998)
- *Las actividades sugeridas ¿ayudan a cambiar las “ideas previas” y a adoptar los conceptos científicos adecuados?* Sí; la orientación de las actividades experimentales y la forma en que se van desarrollando permite advertir, controlar y ajustar los conocimientos previos de los alumnos.

III.3.4.- Análisis de las características de las evaluaciones de los trabajos prácticos

El análisis de los trabajos prácticos no sería completo si no incluyera las características de la evaluación correspondiente. En cada unidad didáctica, luego de completar las actividades prácticas, su integración, explicación, formulación de conclusiones y enunciación de tendencias generales, se efectúan actividades de evaluación. Generalmente, esta evaluación se basa en los resultados de una prueba escrita, ampliada a veces en forma oral.

Utilizando el LAI como instrumento, se analizará cada Trabajo Práctico, vigentes desde el ciclo lectivo 1997 al 2001.

- Trabajo Práctico N° 1: El trabajo en el laboratorio químico: los que siguen, son los cuatro modelos o grupos de cuestionarios empleados en la evaluación del primer Trabajo Práctico.

TRABAJO PRÁCTICO N°1

Trabajo en el laboratorio químico

a) En un esquema de la llama del mechero Bunsen, ubicar: A- cono oxidante, B- cono reductor, c- zona de fusión y d- base de la llama.

b) ¿Qué color tiene cada cono de la llama a simple vista? c) ¿Cómo comprobamos experimentalmente que uno de ellos es oxidante y el otro reductor?

d) ¿Cuál es la zona más caliente y cuál la más fría? ¿por qué? e) ¿Cómo puede comprobarse experimentalmente?

f) ¿Para qué se utiliza la zona de fusión?

g) ¿Para qué se utiliza la base de la llama?

h) ¿Para qué se utilizan los conos oxidante y reductor?

TRABAJO PRÁCTICO N°1

Trabajo en el laboratorio químico

a) En el calentamiento de líquidos en tubo de ensayo, ¿cuál es la forma correcta de operar?

b) ¿Qué es lo correcto: calentar cuando el líquido ocupa a pleno la capacidad del tubo de ensayo o cuando está ocupando un tercio de la capacidad de éste?

TRABAJO PRÁCTICO N°1

Trabajo en el laboratorio químico

¿Qué cambios físicos pueden observarse a consecuencia de una reacción química? Ejemplos.

TRABAJO PRÁCTICO N°1

Trabajo en el laboratorio químico

a) En la medición de líquidos, ¿qué material volumétrico empleamos?

b) ¿Cuál es la posición correcta del menisco formado por el líquido y la del observador para efectuar la lectura de volumen (enrase)?

- Se observa que los tres primeros grupos se ocupan del procedimiento experimental en las técnicas y operaciones básicas (2.5.-). Se insta al alumno a que grafique sus observaciones sobre las zonas de la llama del mechero, la posición del observador cuando está midiendo líquidos, la manipulación de los tubos de ensayo durante el calentamiento de líquidos, etc. [3.1.c.)] No hay ecuaciones químicas debido a que recién se comienza con la enseñanza y el aprendizaje del simbolismo químico.
 - Hay conclusiones y supuestos implícitos al experimento (3.4.): entrada de aire del mechero en posición abierta, cuál es la zona de la llama más caliente y por qué, entre otros. También se incluyen aplicaciones a nuevos contextos (4.4.): “¿para qué se utiliza la zona...?”
 - El cuarto grupo simplemente inquiriere sobre conclusiones (3.2.); es la que más dificultades presentaba a los alumnos. A partir de 1999, este Trabajo Práctico se evaluó en forma diferente: las técnicas y operaciones básicas se valoraron a partir del desempeño de los alumnos durante el desarrollo de la experimentación y a lo largo de todo el año, cuando eran practicadas formalmente; en tanto, los cambios físicos asociados a las reacciones químicas, que resultaban más interesantes desde el punto de vista de los aprendizajes, se ensamblaron en la prueba de igualación de ecuaciones redox: el alumno debe identificar el o los cambios físicos observados en la reacción a igualar, a partir de los datos aportados por el docente acerca de sus características físicas (color, estado físico, olor, etc.) (3.2.)
- Trabajo Práctico N° 2: Hidrógeno: se transcriben a continuación los modelos de interrogatorio en la prueba escrita, del ciclo 2001.

TRABAJO PRÁCTICO N°2

Hidrógeno

- ¿Cómo se efectúa experimentalmente la electrólisis del $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$?
- ¿Qué productos se generan?
- ¿Cómo se reconocen estos productos?
- ¿En qué se fundamenta cada reconocimiento?

Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con igualación rédox y estados físicos, nombres y características de las sustancias.

- Los productos generados en la electrólisis del $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ son solubles en H_2O ?
- ¿qué relación tiene esto con la utilización de la cuba neumática?

TRABAJO PRÁCTICO N°2

Hidrógeno

- ¿Cómo se efectúa experimentalmente la obtención de $\text{H}_{2(g)}$ a partir de metales por ataque con ácidos?

- ¿Qué metales y con qué ácidos producen $\text{H}_{2(g)}$?
- ¿En qué se fundamenta esta obtención?
- ¿Qué productos se generan? e) ¿cuáles son sus características?

Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con igualación rédox y estados físicos, nombres y características de las sustancias.

- ¿Qué se observaría si la reacción entre el $\text{Zn}_{(s)}$ y $\text{H}_2\text{SO}_{4(ac)}$ se realiza en presencia de azul de metileno? ¿por qué?

TRABAJO PRÁCTICO N°2

Hidrógeno

- ¿Cómo se efectúa experimentalmente la obtención de $\text{H}_{2(g)}$ a partir de los metales por reacción con el H_2O ?

- ¿Qué metales producen $\text{H}_{2(g)}$ con el H_2O ?
- ¿En qué se fundamenta esta obtención?
- ¿Qué productos se generan? e) ¿cuáles son sus características?

Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con igualación rédox y estados físicos, nombres y características de las sustancias.

- ¿Qué precauciones deben tomarse para la conservación y manipulación de los metales que reaccionan con H_2O ?
- ¿qué relación tiene esto con su reactividad frente al H_2O ?

TRABAJO PRÁCTICO N°2

Hidrógeno

- ¿Cómo se efectúa experimentalmente la obtención de $\text{H}_{2(g)}$ a partir de los metales por ataque con hidróxidos?

- ¿Qué metales y con qué hidróxidos producen $\text{H}_{2(g)}$?
- ¿En qué se fundamenta esta obtención?
- ¿Qué productos se generan? e) ¿cuáles son sus características?

Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con igualación rédox y estados físicos, nombres y características de las sustancias.

- ¿Qué sucedería si el $\text{H}_{2(g)}$ generado en alguna de estas reacciones se hace burbujear en un tubo de ensayo conteniendo azul de metileno? ¿por qué?

- Se distinguen cuatro modelos (o “grupos”) de interrogatorio. En todos ellos, se comienza con un tipo de pregunta, como: “a) *¿Cómo se efectúa experimentalmente...?*”; estas preguntas implican destrezas como la *explicación de procedimientos* (2.5.-).
- A partir de la pregunta “b)”, los modelos se diferencian entre sí; en uno de ellos, por ejemplo, se pregunta: “b) *¿Qué productos se generan?*; c) *¿Cómo se reconocen estos productos?*; d) *¿en qué se fundamenta cada reconocimiento?*” En los otros tres modelos, se continúa así: “*¿Qué metales y con qué ácidos (u otro reactivo) producen H_{2(g)}?*; c) *¿En qué se fundamenta esta obtención?*; d) *¿Qué productos se generan?* e) *¿cuáles son sus características?*”
- En general, estos puntos enfocan los mismos conocimientos y destrezas: 3.1.- *Transformación de los resultados*, la *Representación de los datos en una ecuación química* (3.1.a.) y la *Interpretación de los datos* (3.1.b.), así como también una relación entre las propiedades de la sustancia dihidrógeno, H_{2(g)}, y la forma de detectarlo (*Extraer interrelaciones y / o conclusiones* (3.2.)), o una generalización del método de obtención (*Formulación de generalizaciones* (3.5.))
- El último punto en todos los modelos de evaluación es una predicción (*Formular predicciones basadas en los resultados* (4.1.-) o una aplicación (*Aplicaciones de los resultados a un nuevo contexto* (4.4.-), basadas en las propiedades de los reaccionantes o productos sobre los cuales giran las preguntas anteriores; o bien una explicación de la relación entre las propiedades de los reaccionantes empleados en el experimento en cuestión y algunas propiedades del H_{2(g)} (*Explicaciones de interrelaciones* (3.6.-))
- También, los últimos ítems del interrogatorio están en relación con el procedimiento seguido o el fundamento teórico del experimento; un ejemplo son los puntos e) y f) del modelo citado en primer lugar: “e) *¿Los productos generados ... son solubles en H₂O?* f) *¿qué relación tiene esto con la utilización de la cuba neumática?*” Es decir, indagan sobre las propiedades de los productos, en relación al procedimiento seguido en el experimento.
- Mientras tanto, el segundo modelo de prueba escrita, plantea la pregunta: “f) *¿Qué se observaría si la reacción entre el Zn_(s) y H₂SO_{4(ac)} se realiza en presencia de azul de metileno? ¿por qué?*” que constituye una predicción basada en la reacción del protón del ácido a hidrógeno atómico, antes de que se forme hidrógeno molecular y que puede reducir el azul de metileno (*Formular predicciones basadas en los resultados* (4.1.)) El cuarto modelo es similar a éste: el punto f) requiere explicar la falta de reacción del hidrógeno molecular.
- En el caso del tercer modelo, las preguntas f) y g) se refieren directamente a la influencia de las propiedades de los reaccionantes en las condiciones del experimento: cómo manipularlos y conservarlos.

- Trabajo Práctico N° 3: Oxígeno: se reproducen seguidamente los modelos de interrogatorio en la prueba escrita, del ciclo 2001.

TRABAJO PRÁCTICO N°3

Oxígeno

En sendos microtubos de ensayo se colocan HgO , BaO_2 y KMnO_4 : a) ¿qué características físicas tiene cada uno?; se los calienta a cada uno: b) ¿qué se observa en cada caso?; c) ¿cómo se reconocen los productos de reacción? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, igualación rédox, estados físicos y nombres de las sustancias.

TRABAJO PRÁCTICO N°3

Oxígeno

En un tubo de ensayo se colocan KClO_3 y MnO_2 : a) ¿qué características físicas tiene cada uno?; se calienta la mezcla: b) ¿qué se observa? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, igualación rédox, estados físicos y nombres de las sustancias.

En otro tubo de ensayo se colocan H_2O_2 y MnO_2 : a) ¿qué características físicas tiene cada uno?; b) ¿qué se observa al mezclarlos? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, igualación rédox, estados físicos y nombres de las sustancias.

¿Cómo actúa el MnO_2 en cada caso?

TRABAJO PRÁCTICO N°3

Oxígeno

En un microtubo de ensayo **A** se coloca $\text{KI}_{(\text{ac})}$ y en otro microtubo de ensayo **B** se coloca $\text{KMnO}_{4(\text{ac})}$: a) ¿qué características físicas tiene cada uno? Se acidifican ambas soluciones y luego se le agrega $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{ac})}$ a cada uno: b) ¿qué se observa en cada caso? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, igualación rédox, estados físicos y nombres de las sustancias.

¿Qué propiedades rédox tiene el $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{ac})}$? ¿por qué?

TRABAJO PRÁCTICO N°3

Oxígeno

En un microtubo de ensayo **A** se coloca $\text{CrCl}_{3(\text{ac})}$ y en otro microtubo de ensayo **B** se coloca $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{(\text{ac})}$: a) ¿qué características físicas tiene cada uno? Se alcalinizan ambas soluciones y luego se le agrega $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{ac})}$ a cada uno: b) ¿qué se observa en cada caso? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, igualación rédox, estados físicos y nombres de las sustancias.

¿Qué propiedades rédox tiene el $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{ac})}$? ¿por qué?

- En los cuatro modelos, las preguntas apuntan a que el alumno plantee ecuaciones químicas completas – en este sentido, es idéntico a la evaluación del Trabajo Práctico N° 2 anterior – sobre dos o tres reacciones [3.1.a) y b)] y una conclusión derivada del experimento (3.2.)

- o En ciclos lectivos anteriores, 1997 á 1999, se preguntaba, además, sobre el procedimiento experimental (2.5.): “a) ¿Cómo se... (hace) experimentalmente?”, aplicaciones (4.4): “e) ¿qué otro ensayo se basa en esta misma reacción?”, predicciones (4.1.): “f) ¿Dónde se encontrará el $O_{2(g)}$ generado: se acumulará o escapará...?” En definitiva, la evaluación era más semejante a la del Trabajo Práctico N° 2. Se cambió por diferentes causas, principalmente porque se eliminaron experimentos de un ciclo lectivo a otro, además de haber resuelto contemplar menos conceptos.

- Trabajo Práctico N° 4: Elementos del bloque s: estos son los cuatro modelos de cuestionario para la evaluación de este Trabajo:

<p>TRABAJO PRÁCTICO N°4</p> <p>Elementos del bloque s</p> <p>a) Se tiene $Sr(NO_3)_{2(s)}$ ¿qué aspecto tiene?</p> <p>b) ¿Cómo se efectúa experimentalmente un ensayo de coloración a la llama con esta sustancia? c) ¿Qué coloración se observa?</p> <p>d) Se disuelve el $Sr(NO_3)_{2(s)}$ en agua, ¿qué coloración tiene la solución obtenida?</p> <p>e) ¿Cómo se puede identificar el catión Sr(II) disuelto mediante una reacción de precipitación?</p> <p>f) Si se tuviera $Ba(NO_3)_2$ ¿en qué propiedades se distinguiría del $Sr(NO_3)_2$? [evaluar para los puntos a), c), d) y e)].</p> <p>Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, estados físicos, nombres y características de las sustancias.</p>
<p>TRABAJO PRÁCTICO N°4</p> <p>Elementos del bloque s</p> <p>a) Se tiene $KNO_3(s)$ ¿qué aspecto tiene?</p> <p>b) ¿Cómo se efectúa experimentalmente un ensayo de coloración a la llama con esta sustancia? c) ¿Qué coloración se observa?</p> <p>d) Se disuelve el $KNO_3(s)$ en agua, ¿qué coloración tiene la solución obtenida?</p> <p>e) ¿Cómo puede identificarse el catión K(I) disuelto mediante una reacción de precipitación?</p> <p>f) Si se tuviera $NaNO_3$ ¿en qué propiedades se distinguiría del KNO_3? [evaluar para los puntos a), c), d) y e)].</p> <p>Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, estados físicos, nombres y características de las sustancias.</p>
<p>TRABAJO PRÁCTICO N°4</p> <p>Elementos del bloque s</p> <p>a) Se tiene $MgSO_4(s)$, ¿qué aspecto tiene?</p> <p>b) Se lo disuelve en $H_2O(l)$, ¿qué coloración tiene la solución obtenida?</p> <p>c) ¿Cómo puede identificarse el catión Mg(II) disuelto mediante una reacción de precipitación? d) ¿Para qué se observa al microscopio el precipitado formado?</p> <p>e) Si se tuviera $CaCl_2$ ¿se distinguiría del $MgSO_4$ en las características del estado sólido o disuelto?</p> <p>f) ¿Cómo se identifica el catión Ca(II) disuelto mediante una reacción de precipitación? g) ¿Qué otro ensayo puede hacerse con el $CaCl_{2(s)}$ que lo distinguiría del $MgSO_{4(s)}$?</p>

Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, estados físicos, nombres y características de las sustancias.

TRABAJO PRÁCTICO N°4

Elementos del bloque s

a) ¿Cómo se realiza experimentalmente la oxidación directa del $\text{Na}_{(s)}$ y del $\text{Mg}_{(s)}$?

b) ¿Qué se observa durante la oxidación directa de cada uno de estos metales?

c) ¿Qué productos se forman? d) ¿cómo se reconocen los productos formados?

e) ¿Qué sucede al agregar $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ a cada producto formado? f) ¿qué característica ácido-base tiene cada producto?

Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con igualación redox y estados físicos, nombres y características de las sustancias.

g) ¿Qué cuidados requieren en su conservación el $\text{Na}_{(s)}$ y el $\text{Mg}_{(s)}$ de acuerdo a su reaccionabilidad con el $\text{O}_{2(g)}$ del aire?

- En todos los grupo, el planteo de las preguntas es distinto a los Trabajos Prácticos anteriores; se redactan como situaciones simuladas: “a) Se tiene... (tal sal de elemento s), ¿qué aspecto tiene?” y de ahí en más se trata de reproducir secuencialmente lo que ocurriría en el trabajo experimental, para facilitar la comprensión de la pregunta al alumno. Muchas veces el fracaso en las evaluaciones de este tipo se debe más a dificultades en la interpretación de la cuestión que a problemas reales de aprendizaje de los alumnos; así, por ejemplo, la pregunta “¿cómo se efectúa experimentalmente?” fue una de las más difíciles de entender y, por tanto, la que menos frecuentemente era contestada.
- Los tres primeros modelos de interrogatorio difieren del cuarto. Mientras los primeros se relacionan con reacciones que sirven a la identificación de las sustancias implicadas, en el último tiene que ver articulados con la manera en que se manipula y conserva a esas sustancias en condiciones reales; en este sentido, esta pregunta es semejante a las de los Trabajos Prácticos anteriormente considerados.
- En los tres primeros grupos, se indaga sobre procedimiento experimental (2.5.) en las preguntas “b)” o “d)”, características físicas, espectroscópicas y reacciones químicas de las sustancias [3.1.a) y b)]: preguntas “a)”, “b)”, “c)” y “d)”. Luego, se evalúa cómo distinguiría la en cuestión de otra sustancia en particular, para lo cual se le indica al alumno qué puntos debe tomar para comparar las propiedades de una y otra sustancia. También debe trabajar con conclusiones y generalizaciones (3.2. y 3.5.), además de aplicaciones (4.4.)
- En el cuarto grupo, se pregunta sobre el procedimiento experimental (2.5.): “a) ¿Cómo se realiza experimentalmente la oxidación directa del $\text{Na}_{(s)}$ y del $\text{Mg}_{(s)}$?”, registro de observaciones [3.1.a) y b)]: “b) ¿Qué se observa durante la oxidación directa de cada uno de estos metales?”, comparación de las propiedades de los productos (3.2. y

3.5.):“c) ¿Qué productos se forman? d) ¿cómo se reconocen los productos formados?” y aplicación de los resultados (4.4.): “g) ¿Qué cuidados requieren en su conservación el $\text{Na}_{(s)}$ y el $\text{Mg}_{(s)}$ de acuerdo a su reaccionabilidad con el $\text{O}_{2(g)}$ del aire?

➤ Trabajo Práctico N° 5: Elementos metálicos del bloque p: se consideran los siguientes cinco grupos de cuestionarios:

TPN°5: METALES DEL BLOQUE p

En sendos microtubos, se colocan 0,50 ml de una solución de Bi(III): a) ¿de qué color es la solución; b) ¿qué pH (ácido, básico o neutro) tiene la solución?

A uno de los microtubos se le adiciona, gota a gota, $\text{NaOH}_{(ac)}$: c) ¿qué se observa? Luego se agrega un exceso de $\text{NaOH}_{(ac)}$: d) ¿qué se observa?

Con el otro microtubo se procede igual, usando $\text{NH}_{3(ac)}$: e) ¿qué se observa?

f) ¿Cómo se reconoce el catión Bi(III)? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, igualación rédox, estados físicos, características y nombres de las sustancias.

TPN°5: METALES DEL BLOQUE p

En sendos microtubos, se colocan 0,50 ml de una solución de Pb(II): a) ¿de qué color es la solución; b) ¿qué pH (ácido, básico o neutro) tiene la solución?

A uno de los microtubos se le adiciona, gota a gota, $\text{NaOH}_{(ac)}$: c) ¿qué se observa? Luego se agrega un exceso de $\text{NaOH}_{(ac)}$: d) ¿qué se observa?

Con el otro microtubo se procede igual, usando $\text{NH}_{3(ac)}$: e) ¿qué se observa?

f) ¿Cómo se reconoce el catión Pb(II)?

Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con estados físicos, características y nombres de las sustancias.

TPN°5: METALES DEL BLOQUE p

En sendos microtubos, se colocan 0,50 ml de una solución de Sn(II): a) ¿de qué color es la solución; b) ¿qué pH (ácido, básico o neutro) tiene la solución?

A uno de los microtubos se le adiciona, gota a gota, $\text{NaOH}_{(ac)}$: c) ¿qué se observa? Luego se agrega un exceso de $\text{NaOH}_{(ac)}$: d) ¿qué se observa?

Con el otro microtubo se procede igual, usando $\text{NH}_{3(ac)}$: e) ¿qué se observa?

f) ¿Cómo se reconoce el catión Sn(II)?

Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con estados físicos, características y nombres de las sustancias.

TPN°5: METALES DEL BLOQUE p

En sendos microtubos, se colocan 0,50 ml de una solución de Al(III): a) ¿de qué color es la solución; b) ¿qué pH (ácido, básico o neutro) tiene la solución?

A uno de los microtubos se le adiciona, gota a gota, $\text{NaOH}_{(ac)}$: c) ¿qué se observa? Luego se agrega un exceso de $\text{NaOH}_{(ac)}$: d) ¿qué se observa?

Con el otro microtubo se procede igual, usando $\text{NH}_3(\text{ac})$: e) ¿qué se observa?
f) ¿Cómo se reconoce el catión $\text{Al}(\text{III})$?
Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con estados físicos, características y nombres de las sustancias.

TPNº5: METALES DEL BLOQUE p

5.1) ¿En qué propiedad del $\text{Al}(\text{III})$ se basa su utilización en la clarificación del agua? Plantear la ecuación química correspondiente, con estados de agregación, características y nombres de las sustancias.

5.2) En sendos microtubos, se colocan 0,50 ml de una solución de $\text{Sn}(\text{IV})$: a) ¿de qué color es la solución; b) ¿qué pH (ácido, básico o neutro) tiene la solución?

A uno de los microtubos se le adiciona, gota a gota, $\text{NaOH}(\text{ac})$: c) ¿qué se observa? Luego se agrega un exceso de $\text{NaOH}(\text{ac})$: d) ¿qué se observa?

Con el otro microtubo se procede igual, usando $\text{NH}_3(\text{ac})$: e) ¿qué se observa?
Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con estados físicos, características y nombres de las sustancias.

- Como puede apreciarse, en cuatro de los cinco modelos se requiere el manejo de habilidades en el registro de observaciones [3.1.a) y b)], y aplicación de los resultados (4.4.).
- En el quinto modelo, se demanda el empleo de aplicación de resultados anteriores (4.4.) al referirse a la clarificación del agua natural con la sal de aluminio y la base apropiadas, según reacciones efectuadas previamente; también el registro de observaciones [3.1.a) y b)]. Sin embargo, a diferencia de los restantes cuatro, no se pregunta sobre el procedimiento experimental (2.5.), ni se extraen interrelaciones y / o conclusiones (3.2.), tampoco se definen las limitaciones y los supuestos inherentes al experimento (3.4.), ni se formulan generalizaciones o proponen modelos (3.5.), ni se explican interrelaciones (3.6.)
- En ciclos lectivos anteriores, las preguntas apuntaban a que el alumno explicara algunas conclusiones de los experimentos: “¿Por qué (un metal) se *disuelve* en (tal ácido) y (otro metal) *no lo hace*?”, por ejemplo. Por tanto, aquí sí se exigía establecer una interrelación entre un comportamiento y otro (3.6.)

➤ Trabajo Práctico N° 6: Elementos No Metálicos del bloque p: Halógenos. Se distinguen dos cuatro modelos de interrogatorio, que se muestran a continuación.

6.1.- ¿Cómo se pueden preparar los X_2 en el laboratorio? Plantear la ecuación química general y las correspondientes a las obtenciones de Cl_2 y de I_2 , con igualación rédox, características, nombres y estados de agregación de las sustancias que intervienen.

¿Qué otros X_2 se pueden obtener mediante el mismo proceso químico?
¿Cuáles no? ¿por qué?

6.2.- ¿Qué comportamiento ácido-base poseen el $\text{Cl}_{2(\text{g})}$ y el $\text{I}_{2(\text{s})}$ al disolverse

en agua? ¿Cómo puede comprobarse? ¿Qué otro tipo de reacción se verifica en dicho proceso de disolución? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con igualación rédox y características, nombres y estados de agregación de las sustancias que intervienen.

6.1.- ¿En qué se fundamenta la identificación del I_2 con almidón? ¿Qué características tiene el producto formado?

6.2.- ¿Qué se deduce de las pruebas de solubilización del $I_{2(s)}$ en agua, en solventes orgánicos y en $I^-_{(ac)}$? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con características, nombres y estados de agregación de las sustancias intervinientes.

6.3.- ¿Qué propiedades rédox presenta el $Cl_{2(g)}$? ¿y el $Cl_{2(ac)}$? ¿por qué? ¿Cómo pueden comprobarse experimentalmente? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con igualación rédox y características, nombres y estados de agregación de las sustancias que intervienen.

¿Podría el Cl_2 desplazar el F^- a F_2 ? ¿por qué?

6.1.- ¿Cómo se pueden preparar los HX en el laboratorio? Plantear la ecuación química general y las correspondientes a las obtenciones de cada HX, con características, nombres y estados de agregación de las sustancias que intervienen.

¿En qué difieren la obtención de HF y de HCl con la del HBr y HI? ¿por qué?

6.2.- ¿Qué comportamiento ácido-base muestran los $HX_{(g)}$, producidos experimentalmente, al disolverse en agua? ¿Cómo se comprueba este comportamiento? ¿Hay diferencias en las propiedades ácido-base entre los distintos HX? ¿por qué? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con características, nombres y estados de agregación de las sustancias.

6.1.- ¿Cómo se pueden reconocer los HX producidos experimentalmente? ¿y los aniones $X^-_{(ac)}$? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con características, nombres y estados de agregación de las sustancias que intervienen.

6.2.- ¿En qué se fundamenta la disolución de los $AgX_{(s)}$ formados por la reacción entre $X^-_{(ac)}$ y $Ag^+_{(ac)}$? ¿Con qué reactivos? Plantear las ecuaciones químicas correspondientes, con características, nombres y estados de agregación de las sustancias intervinientes.

¿Cómo podría solubilizarse el $CaF_{2(s)}$? ¿por qué?

- En todos los modelos, hay un fuerte acento en evaluar la destreza en diversos procedimientos: procedimiento experimental (2.5), ecuaciones química completas [3.1.a) y b)], generalizaciones (3.5.), conclusiones (3.2) y su explicación (3.6), y aplicaciones de los resultados de los experimentos (4.4) Por ello, en comparación con las otras evaluaciones, se reúne un número mayor de ítems del LAI.

➤ Trabajo Práctico N° 7: Elementos restantes del bloque p. Se han utilizado los siguientes ocho grupos de interrogatorios, que en realidad son variaciones de dos modelos distintos.

TRABAJO PRÁCTICO N°7 : RESTO ELEMENTOS DEL BLOQUE p

- a)** ¿Es estable en medio ácido el anión SO_4^{-2} ? ¿por qué?
b) ¿Cómo puede comprobarse experimentalmente dicha estabilidad?
c) ¿Cómo se reconoce el anión SO_4^{-2} en medio acuoso?
d) ¿Qué tipo de reacción (ácido-base, precipitación, complejación o rédox) es la que se emplea en el reconocimiento?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con nombres, estados físicos y características de las sustancias que intervienen.

TRABAJO PRÁCTICO N°7 : RESTO ELEMENTOS DEL BLOQUE p

- a)** ¿Es estable en medio ácido el anión NO_2^- ? ¿por qué?
b) ¿Cómo puede comprobarse experimentalmente dicha estabilidad?
c) ¿Cómo se reconoce el anión NO_2^- en medio acuoso?
d) ¿Qué tipo de reacción (ácido-base, precipitación, complejación o rédox) es la que se emplea en el reconocimiento?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con nombres, estados físicos y características de las sustancias que intervienen.

TRABAJO PRÁCTICO N°7 : RESTO ELEMENTOS DEL BLOQUE p

1.a.) ¿Qué formas alotrópicas del S se observaron en el laboratorio? Describir sus características físicas.

b) ¿Cómo se explican los cambios físicos (color, fluidez, etc.) que experimenta el $\text{S}_{(l)}$?

2.a) ¿Cómo se reconoce el anión HAsO_4^{-2} en medio acuoso?

b) ¿Qué tipo de reacción (ácido-base, precipitación, complejación o rédox) es la que se emplea en el reconocimiento?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con nombres, estados físicos y características de las sustancias que intervienen.

TRABAJO PRÁCTICO N°7 : RESTO ELEMENTOS DEL BLOQUE p

- a)** ¿Es estable en medio ácido el anión SO_3^{-2} ? ¿por qué?
b) ¿Cómo puede comprobarse experimentalmente dicha estabilidad?
c) ¿Cómo se reconoce el anión SO_3^{-2} en medio acuoso?
d) ¿Qué tipo de reacción (ácido-base, precipitación, complejación o rédox) es la que se emplea en el reconocimiento?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con nombres, estados físicos y características de las sustancias que intervienen.

TRABAJO PRÁCTICO N°7 : RESTO ELEMENTOS DEL BLOQUE p

- a)** ¿Es estable en medio ácido el anión NO_3^- ? ¿por qué?
b) ¿Cómo puede comprobarse experimentalmente dicha estabilidad?
c) ¿Cómo se reconoce el anión NO_3^- en medio acuoso?
d) ¿Qué tipo de reacción (ácido-base, precipitación, complejación o rédox) es la que se emplea en el reconocimiento?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con nombres, estados físicos y características de las sustancias que intervienen.

TRABAJO PRÁCTICO N°7 : RESTO ELEMENTOS DEL BLOQUE p

- a)** ¿Es estable en medio ácido el anión $\text{S}_2\text{O}_3^{-2}$? ¿por qué?
b) ¿Cómo puede comprobarse experimentalmente dicha estabilidad?
c) ¿Cómo se reconoce el anión $\text{S}_2\text{O}_3^{-2}$ en medio acuoso?

d) ¿Qué tipo de reacción (ácido-base, precipitación, complejación o rédox) es la que se emplea en el reconocimiento?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con nombres, estados físicos y características de las sustancias que intervienen.

TRABAJO PRÁCTICO N°7 : RESTO ELEMENTOS DEL BLOQUE p

1.a.) ¿Qué formas alotrópicas del C se observaron en el laboratorio? Describir sus características físicas.

b) ¿Qué propiedades químicas posee el $C_{(s)}$ grafito?

2.a) ¿Cómo se reconoce el anión HPO_4^{-2} en medio acuoso?

b) ¿Qué tipo de reacción (ácido-base, precipitación, complejación o rédox) es la que se emplea en el reconocimiento?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con nombres, estados físicos y características de las sustancias que intervienen.

TRABAJO PRÁCTICO N°7 : RESTO ELEMENTOS DEL BLOQUE p

a) ¿Es estable en medio ácido el anión CO_3^{-2} ? ¿por qué?

b) ¿Cómo puede comprobarse experimentalmente dicha estabilidad?

c) ¿Cómo se reconoce el anión CO_3^{-2} en medio acuoso?

d) ¿Qué tipo de reacción (ácido-base, precipitación, complejación o rédox) es la que se emplea en el reconocimiento?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con nombres, estados físicos y características de las sustancias que intervienen.

- Se contemplan varias destrezas a evaluar en estas preguntas, en cualquiera de los dos modelos y sus variantes: procedimiento experimental (2.5), ecuaciones química completas [3.1.a) y b)], generalizaciones (3.5.), conclusiones (3.2) y su explicación (3.6), y aplicaciones de los resultados de los experimentos (4.4) También, en comparación con las otras evaluaciones, incluye un número mayor de ítems del LAI.

➤ Trabajo Práctico N° 8: Elementos del bloque **d**. En este caso, se tienen ocho variantes de un mismo modelo de interrogatorio, como se muestra a continuación.

TRABAJO PRÁCTICO N°8: ELEMENTOS DEL BLOQUE d

¿Qué ión de transición está presente en una solución, si:

- * la solución es incolora y ácida;
- * con $NaOH_{(ac)}$ forma un precipitado amarillo, insoluble en exceso;
- * con $NH_3_{(ac)}$ forma un precipitado blanco, insoluble en exceso;
- * con $Na_2S_{(ac)}$ forma un precipitado negro?

¿Cómo se confirma este ión?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con características físicas, nombres y estados físicos de las sustancias.

TRABAJO PRÁCTICO N°8: ELEMENTOS DEL BLOQUE d

¿Qué ión de transición está presente en una solución, si:

- * la solución es incolora y ácida;
- * con $NaOH_{(ac)}$ forma un precipitado blanco coloidal, que se disuelve en

exceso de álcali dando solución incolora;

* con $\text{NH}_3(\text{ac})$ forma un precipitado blanco coloidal, que se disuelve en exceso dando solución incolora;

* con $\text{Na}_2\text{S}(\text{ac})$ forma un precipitado blanco coloidal?

¿Cómo se confirma este ión?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con características físicas, nombres y estados físicos de las sustancias.

TRABAJO PRÁCTICO Nº8: ELEMENTOS DEL BLOQUE d

¿Qué ión de transición está presente en una solución, si:

* la solución es incolora y ácida;

* con $\text{NaOH}(\text{ac})$ forma un precipitado marrón grisáceo, insoluble en exceso;

* con $\text{NH}_3(\text{ac})$ forma un precipitado marrón grisáceo, soluble en exceso de amoníaco dando solución incolora;

* con $\text{Na}_2\text{S}(\text{ac})$ forma precipitado negro?

¿Cómo se confirma este ión?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con características físicas, nombres y estados físicos de las sustancias.

TRABAJO PRÁCTICO Nº8: ELEMENTOS DEL BLOQUE d

¿Qué ión de transición está presente en una solución, si:

* la solución es incolora y ácida;

* con $\text{NaOH}(\text{ac})$ forma un precipitado blanco, insoluble en exceso;

* con $\text{NH}_3(\text{ac})$ forma un precipitado blanco, soluble en exceso de amoníaco dando solución incolora;

* con $\text{Na}_2\text{S}(\text{ac})$ forma precipitado amarillo?

¿Cómo se confirma este ión?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con características físicas, nombres y estados físicos de las sustancias.

TRABAJO PRÁCTICO Nº8: ELEMENTOS DEL BLOQUE d

¿Qué ión de transición está presente en una solución, si:

* la solución es verde y ácida;

* con $\text{NaOH}(\text{ac})$ forma un precipitado verde, insoluble en exceso;

* con $\text{NH}_3(\text{ac})$ forma un precipitado verde, soluble en exceso de amoníaco dando solución celeste;

* con $\text{Na}_2\text{S}(\text{ac})$ forma precipitado negro?

¿Cómo se confirma este ión?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con características físicas, nombres y estados físicos de las sustancias.

TRABAJO PRÁCTICO Nº8: ELEMENTOS DEL BLOQUE d

¿Qué ión de transición está presente en una solución, si:

* la solución es naranja y ácida;

* con $\text{NaOH}(\text{ac})$ forma un precipitado marrón rojizo, insoluble en exceso;

* con $\text{NH}_3(\text{ac})$ forma un precipitado marrón rojizo, insoluble en exceso;

* con $\text{Na}_2\text{S}(\text{ac})$ forma precipitado negro?

¿Cómo se confirma este ión?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con características físicas, nombres y estados físicos de las sustancias.

TRABAJO PRÁCTICO Nº8: ELEMENTOS DEL BLOQUE d

¿Qué ión de transición está presente en una solución, si:

- * la solución es violeta en cualquier pH;
- * en medio ácido, con $\text{C}_2\text{O}_4^{-2}$ forma una solución incolora y burbujeo;
- * en medio básico, con SO_3^{-2} forma un precipitado marrón;

¿Cómo actúa el ión de transición desde el punto de vista rédox?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con características físicas, nombres y estados físicos de las sustancias.

TRABAJO PRÁCTICO Nº8: ELEMENTOS DEL BLOQUE d

¿Qué ión de transición está presente en una solución, si:

- * la solución es naranja en medio ácido y amarilla en medio básico;
- * en medio ácido, con H_2O_2 forma una solución azul en fase orgánica y verde en fase acuosa, con burbujeo;
- * en medio básico, con H_2O_2 no hay reacción;

¿Cómo actúa el ión de transición desde el punto de vista rédox?

Plantear las ecuaciones químicas igualadas correspondientes, con características físicas, nombres y estados físicos de las sustancias.

- A diferencia de los demás Trabajos, en éste se evalúa casi exclusivamente la aplicación de los resultados a los fines analíticos (4.4); también, el registro de observaciones [3.1.a) y b)]. En algunos, se contempla, además, el procedimiento experimental (2.5): “¿Cómo se confirma?!”

Cabe señalar que las respuestas se valoran cualitativamente, a partir de una apreciación global del desempeño del alumno en el plano cognoscitivo, procedimental, valoral y actitudinal.

IV.- PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS EN QUÍMICA INORGÁNICA

IV.1.- Introducción

Del análisis de las características de las actividades propuestas en las Guías de Trabajo para el laboratorio en la enseñanza de la Química Inorgánica así como de las evaluaciones correspondientes a las mismas fue evidente la necesidad de elaborar un nuevo plan de actividades que permitiesen potenciar la labor experimental en beneficio de los objetivos de enseñanza, tendiendo a mejorar, complementar y / o reformular completamente las vigentes en ese momento. Fundamentalmente, se aumentó el nivel de indagación y la cantidad de habilidades requeridas para el trabajo experimental e intelectual; en cuanto a las dimensiones en que se desarrolla este trabajo se consideró que eran las adecuadas y se mantuvieron las vigentes al momento.

Así, simplemente el tomar en consideración esas características del trabajo experimental representó el primer síntoma de un cambio en la actitud como docentes hacia lo que se enseña, cómo se enseña y cómo se evalúa el aprendizaje. El análisis crítico y la reflexión sobre las características de las actividades prácticas no fue la única fuerza generatriz de este cambio: también el trabajo de investigación de dificultades de aprendizaje que se desarrolló casi simultáneamente con él (Kindsvater y otros, 2003) contribuyó y permitió alcanzar un mejor conocimiento sobre las características de las dificultades que se presentan en las operaciones cognitivas y en las estrategias de aprendizaje y sus relaciones con el diseño de actividades de enseñanza. Este conocimiento, a su vez, demandó a los docentes la adopción de una nueva configuración de las estrategias de enseñanza de los docentes, para facilitar la adquisición, organización, elaboración y recuperación de los conocimientos de los alumnos en estas ciencias experimentales.

Se buscó interpretar y responder de la mejor forma a los requerimientos derivados de la evaluación proveniente de ambas fuentes. Como resultado, se fue construyendo una nueva didáctica en la cátedra que aún hoy sigue, producto del análisis de los diferentes aspectos involucrados en las estrategias utilizadas y los resultados cosechados.

En lo que sigue a continuación, se hace explícito la postura sobre lo que deberían sustentar las actividades de enseñanza y, en particular, los Trabajos Prácticos. Para mostrar el proceso de construcción del diseño, se comentan algunas experiencias en forma cronológica; en primer lugar, las desarrolladas en el ciclo lectivo 2002: "Hidrógeno", "Oxígeno" y "Bloque s"; seguidamente, lo acontecido en los ciclos lectivos siguientes, respecto a la puesta en escena de nuevos ensayos para mejorar el diseño. Todos estos elementos, que constituyen la esencia del diseño, son evaluados en cuanto a sus características y a sus raíces, analizando los pasos seguidos en su gestión, los resultados de los aprendizajes y las argumentaciones de los alumnos cuando efectúan las actividades de enseñanza.

IV.2.- El diseño de un modelo de enseñanza basado en el constructivismo

La motivación para generar un diseño más efectivo desde el punto de vista de la enseñanza de la Química Inorgánica estuvo basada siempre en la convicción de que los Trabajos Prácticos deben constituirse en experiencias cruciales que ayuden a los alumnos a otorgar un sentido a las cuestiones químicas, integrando sus propias creencias y concepciones primigenias con la nueva información, a fin de que las ideas nuevas perfeccionen las ya existentes; tal como Minstrell (2001) enuncia: “entretejerlas en una tela de comprensión más compleja”. En la medida en que el diseño de los Trabajos Prácticos vaya ciñéndose a esta finalidad las ideas de los alumnos evolucionarán.

Al momento de esta investigación, en el año 2002, las convicciones de los docentes había evolucionado hacia una posición más constructivista del aprendizaje y de la enseñanza. Ello se refleja en las Planificaciones de este tiempo que a continuación se exponen: los objetivos de enseñanza y de aprendizaje, los contenidos, las estrategias metodológicas, y los criterios de evaluación están revestidos de esa concepción.

IV.2.1.- Actividades de enseñanza

En el desarrollo de las unidades didácticas de Química Inorgánica, se han efectuado tareas por parte de los docentes y los alumnos, a las que denominamos “actividades de enseñanza” (Cañal Del León, P, 2000; Rubinstein, J., 2003) Las tareas por parte de los docentes tratan de organizar, regular y orientar las de los alumnos, para impulsar y facilitar los aprendizajes perseguidos. Dichas tareas poseen una secuencia que constituye la matriz organizativa que regula y orienta la dinámica de la clase.

Para que las actividades de enseñanza puedan ser consideradas apropiadas (“de calidad”, en términos de Rubinstein, 2003) deberían reunir las siguientes características generales:

- Estar centradas en el aprendizaje de contenidos de relevancia para la Química.
- Crear el clima apropiado para fomentar el desarrollo de la comprensión, estimulando el cuestionamiento por parte de los alumnos.
- Promover en los alumnos la reflexión y la puesta en juego de procesos intelectuales en la resolución de problemas y situaciones en contextos variados
- Estimular la participación activa de los alumnos en sus propios aprendizajes, y el trabajo conjunto entre docentes y alumnos y de los alumnos entre sí para el desarrollo de sus producciones, atendiendo a las experiencias previas y los puntos de vista de cada uno.
- Tomar en cuenta el entorno cultural de los alumnos, proporcionándoles

herramientas que les permitan ampliar su campo de experiencias y continuar aprendiendo.

- Aceptar diferentes niveles de logro, considerando la diversidad de estilos de aprendizaje y de nivel de desarrollo inicial de los alumnos.
- Promover hábitos de organización, sistematización y autoevaluación de la propia tarea y la internalización de valores y actitudes considerados positivos por la comunidad en su conjunto.
- Plantear situaciones lo más afines posible con las de la vida cotidiana.
- Estimular la articulación de los aprendizajes correspondientes a diferentes campos del conocimiento.
- Asignar una función medular a la utilización y al tratamiento de información, y a su procesamiento a los fines que requiera su utilización.

IV.2.2.- La selección de los contenidos de Química Inorgánica

En principio, y en conformidad con las premisas de la concepción constructivista antes comentadas, la enseñanza de las ciencias pretende desarrollar una amplia variedad de capacidades, como las que señalan Jiménez y Sanmartí (1997): aprendizaje de conceptos y construcción de modelos, desarrollo de destrezas cognitivas y el razonamiento científico, de destrezas experimentales y la resolución de problemas, de actitudes y valores y de una imagen adecuada de la ciencia. En todo lo expuesto, queda claro que el aprendizaje escolar no debe restringirse a la adquisición de “bases de datos”. (Díaz Barriga, F. y Hernández Rojas, G., 2002)

En consecuencia, la enseñanza de la Química Inorgánica se ha centrado en el desarrollo de diversas capacidades en los alumnos, para que puedan:

- Entender conceptos y construir modelos de comportamiento químico
- Desarrollar el pensamiento crítico, reflexivo y creativo para razonar y argumentar
- Manejar con destreza el material y los reactivos de laboratorio y ejecutar las operaciones básicas del análisis químico
- Aplicar los conceptos, métodos y relaciones a la resolución de problemas
- Desarrollar conductas éticas y de compromiso social en pos de un mejoramiento de la calidad de vida de la población.
- Inculcar desde la práctica docente la responsabilidad y el compromiso que como constructores de un futuro país les corresponde, e incentivar el mejoramiento permanente en lo personal y en lo social, político y económico.

(Basado en un original de Kindsvater, N. M. (2001) *PROPUESTA*

ACADÉMICA, Inserción de las asignaturas QUÍMICA INORGÁNICA y QUÍMICA ANALÍTICA GENERAL en la Licenciatura en Bromatología, documento inédito)

En Química Inorgánica, el principio estructurante de la enseñanza es la periodicidad de las propiedades físicas y químicas de los elementos y sus compuestos, el cual puede ser asimilado por los alumnos a través de la comprensión de las regularidades que presentan esas propiedades en los distintos conjuntos de elementos (“bloques”) y que constituyen los conceptos específicos de la asignatura (Pozo y Gómez Crespo, 1998)

En asociación con estos contenidos conceptuales, es interesante diseñar actividades de enseñanza que apunten a la consecución de procedimientos, valores y actitudes en los alumnos. Se requiere el desarrollo de capacidades básicas como la observación, deducción, medición, clasificación, además de comunicación y toma de decisiones (Rubinstein) Estas habilidades cognitivas son necesarias para la resolución de problemas y están vinculadas con el procesamiento de los datos proporcionados por una fuente confiable, o bien los obtenidos durante la experimentación efectuada por los mismos alumnos. El desarrollo de estas habilidades en el alumno queda evidenciado cuando ejecuta determinados procedimientos (Monereo, 1994; Pro Bueno, 1998) Es deseable que los alumnos aprendan a buscar, procesar e incluso generar información en forma eficaz; para ello necesita distinguir datos objetivos de juicios de valor, opiniones o prejuicios; lo propio, también, con las conclusiones que se pueden fundamentar en la información disponible de aquéllas que son inferencias que trascienden dicha información. En la generación de conclusiones parciales, los alumnos necesitan aprender a contrastarlas con modelos o teorías explicativas más amplias (Rubinstein, 2003)

Se aspira a que el alumno aprenda a utilizar los procedimientos de un modo estratégico; esto es: aplicándolos en forma controlada dentro de un plan diseñado para conseguir una meta, sea ésta la resolución de un problema, la toma de una decisión o la argumentación que fundamenta una acción, lo que encierra una forma más compleja de utilizar los procedimientos. En una primera fase, el ejercicio de los procedimientos debería conducir a un dominio técnico de los procedimientos, para realizarlos en forma rápida, eficaz y sin demanda atencional; posteriormente, se aplicarían estos procedimientos en forma estratégica, de un modo flexible, adaptado a las características y las necesidades de la situación, y al fin que se persigue (Pozo, J. I., 1996) Además, la toma de conciencia sobre el conocimiento procedimental y el uso de estas estrategias contribuye positivamente al éxito académico (Duschl, 1995) Junto con el conocimiento específico, hacen la diferencia entre un experto y un novato.

Respecto a valores y actitudes a desarrollar en los alumnos, es pública la intención de la institución en lograr “que sus estudiantes alcancen una formación integral, ética y ciudadana, con espíritu crítico y capacidad de

adecuarse en forma flexible a los cambios de la sociedad actual y futura como agente de transformación social” (Facultad de Bromatología, Universidad Nacional de Entre Ríos, 2000, “Declaración de Principios”, en *Informe y Propuesta Institucional*) Tales propósitos requieren planificar actividades y experiencias para desarrollarlos y evaluarlos en los alumnos. El respeto mutuo entre compañeros y entre alumnos y docentes, trabajar con una genuina predisposición a la apertura y en un ambiente de cordialidad y de confianza entre unos y otros, valorar los resultados experimentales propios y ajenos, la capacidad de admitir equivocaciones y de permitir correcciones de otros, el compromiso para con los demás y en especial con la salud de la población, son actitudes que deberían internalizarse en el alumno de primer Curso.

IV.2.3.- La planificación de las actividades de enseñanza y aprendizaje en Química Inorgánica

La comprensión plena de los conceptos estructurantes es uno de los objetivos esenciales, pues atraviesan todos los otros contenidos de la asignatura. Se los utiliza para vincular, interpretar y explicar los conocimientos específicos de manera que se favorezca su aprendizaje. Esto es necesario porque son conceptos altamente abstractos y pueden interpretarse de distintas formas según el contexto en que se analizan. (Rubinstein, 2003; Resnick y Kopfler, 2001)

Para un aprendizaje eficaz, la enseñanza está orientada a que los alumnos reflexionen sobre los datos que muestran la característica variación de las propiedades, aprehendiendo los rasgos más significativos, relacionándolos e integrándolos, para que así lleguen a conceptualizar la organización de la Tabla Periódica de los Elementos y la apliquen sistemáticamente a nuevas situaciones (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Sanjurjo y Vera, 1986) Se presenta una perspectiva histórica en los diferentes temas, mostrando cómo y quién ha desarrollado la química inorgánica, a fin de lograr que los alumnos aprecien el esfuerzo de siglos de esfuerzos humanos. Además, de ser un recurso para promover actitudes deseadas, resulta útil para apoyar a otros contenidos.

En el tratamiento de las propiedades de las sustancias se refuerzan los conceptos aprendidos en QUÍMICA GENERAL, algunos de los cuales son comunes con la QUÍMICA INORGÁNICA como enlaces, estructura molecular, equilibrios ácido base, rédox, de precipitación, de acomplejamiento / complejación, termoquímica, principio de singularidad, efecto del par inerte, para lograr una mayor integración y mostrar su utilidad al momento de justificar dichas propiedades. (Kindsvater, 2001, Propuesta Académica)

La organización y el diseño de las actividades de enseñanza están perfiladas por el protagonismo de los alumnos en sus propios aprendizajes; cada uno de ellos le da sentido a lo que se les enseña, construyen sus aprendizajes, y lo hacen en forma cooperativa con los demás compañeros y el

profesor; éste es quien los acompaña y les allana el camino para lograrlo, fomenta la reflexión, cooperación y participación de todos (Jiménez Aleixandre, 2000) Para comprobar la reestructuración y asimilación de principios, conceptos y destrezas, se extrae información tanto durante la ejecución de las tareas áulicas y experimentales como de las actividades de evaluación diseñadas al efecto (Pozo, 1996; Jorba y Sanmartí, 1997; Gelli, 2000)

Se ha priorizado más la discusión de menos conceptos pero profundizándolos que lo contrario; también el trabajo en grupos de discusión y análisis de temáticas propuestas por los docentes y los propios alumnos, así como la labor experimental semiestructurada, y la realización de ejercicios prácticos de resolución de problemas consistentes con el campo de conocimientos. (Kindsvater, 2001, Propuesta Académica)

En correspondencia con los postulados enunciados como objetivos de enseñanza y con la postura sostenida, se ha considerado al aula y el laboratorio ámbitos propicios para colocar a los alumnos en posición de “bromatólogos” y “ciudadanos”; indudablemente, dentro de la Universidad es donde comienza a gestarse y se moldea. No sólo se habla, se discute y se reflexiona sobre ciencia, también sobre el rol como profesional y como agente de cambio social (Kindsvater, 2001, Propuesta Académica)

En otro orden, las características de esta actividad educativa, orgánica, dinámica e interactiva, con una constante ida y vuelta entre el pensamiento y la acción, van impulsando y configurando estrategias de enseñanza y de aprendizaje que contribuyen al cumplimiento de los fines establecidos. Por un lado, esto se realiza a nivel interno en la cátedra, a partir de las características de los alumnos (modos de comprensión, dificultades, desconocimientos, aptitudes y actitudes), de la revisión, ajuste, diseño e implementación de las actividades a efectuar con ellos y de la calidad de los resultados obtenidos luego, en un proceso continuo y cíclico (Kindsvater, 2001, Propuesta Académica)

En esa línea, la evaluación se concibe como fuente de información de los aprendizajes de los estudiantes, pero también de la calidad de la propuesta de enseñanza; vale decir: de los resultados obtenidos se valora lo que han aprendido y también se recapacita sobre la propia práctica docente para mejorarla. Por ejemplo, se han ido redimensionando los temas de manera de abordarlos desde diferentes niveles progresivamente más complejos y acordes a las competencias que demuestran consolidar.

En esta dinámica de los procesos de enseñanza y de aprendizaje se requiere una reflexión de los docentes sobre cómo mejorar estas estrategias de enseñanza, y de qué manera instrumentarlas para que se establezcan las condiciones favorables para el aprendizaje de los alumnos.

IV.2.4.- Objetivos de las actividades prácticas

Los denominados “Trabajos Prácticos” son actividades de distinta índole, pero que involucran esencialmente la realización de experimentos ilustrativos en el laboratorio químico. Tales actividades debieran ayudar a los alumnos a comprender mejor y más efectivamente los conceptos científicos primordiales y las proposiciones de la Química Inorgánica; además, deberían favorecer la adquisición de una imagen adecuada de la ciencia y del quehacer científico. Según Hodson (1994), la práctica de la ciencia proporciona el estímulo adecuado al estudiante para estos tres tipos de aprendizaje, considerándolas orientaciones diferentes de una misma actividad constructivista, reflexiva e interactiva para lograr que los alumnos reconozcan y comprendan su interrelación.

La asimilación y el desarrollo de conceptos y proposiciones en la línea de Ausubel es posible mediante la cuidadosa planificación de las actividades prácticas a fin de que sirvan a los estudiantes para *construir* sus conocimientos a partir de la reflexión y las interacciones de las ideas propias con las de los demás y con la experiencia, teniendo en cuenta que la interpretación de esta experiencia se realizará a través de un filtro teórico constituido por las propias concepciones y expectativas (Caamaño, 1992) La fase de discusión en la predicción y la interpretación de los fenómenos observados y de los resultados de los experimentos cobra especial interés por este motivo.

En orden a todas estas reflexiones y argumentaciones, se comenzó en el 2002 a desarrollar un nuevo diseño curricular destinado a mejorar las actividades prácticas planteadas en los Trabajos Prácticos de la cátedra Química Inorgánica que, como se verá a partir de la relación, condujo a un nuevo perfil de enseñanza y de aprendizaje de modo integral.

IV.3.- Diseño de actividades prácticas en 2002

Básicamente, en el transcurso del ciclo lectivo se comienza a perfilar una reconversión de las actividades prácticas: se implementan tanto experimentos ilustrativos como aquéllos que contrastan hipótesis, e incluso pequeñas investigaciones (Caamaño, 1992). Ello permitió mejorar la motivación y la implicación personal de los estudiantes.

Los experimentos cambian en su nivel de indagación y en las habilidades de investigación que promueven. Un indicador de este cambio es el hecho que, como ya se mencionó, los alumnos antes recibían de los docentes una Guía de Trabajos Prácticos donde ya se pautaba qué experimentos se realizarían, cómo los harían en la descripción del Procedimiento correspondiente, y para qué los efectuarían enunciado en el título de cada experimento. En lugar de ello, ahora los experimentos se conciertan en el momento previo al trabajo experimental, en el aula, y ahí se les solicita que hagan predicciones sobre los resultados a obtener. Esto moviliza el interés de los alumnos a la par que expone y esclarece sus ideas previas, las que luego pondrá a prueba al efectuar las tareas en el laboratorio. A su vez, esto conduce a la reestructuración

conceptual, cuando los alumnos confrontan sus predicciones con los resultados realmente obtenidos: al buscar, identificar y resolver las incoherencias entre ellos dos, es cuando se da esa reestructuración.

Además, la integración realizada con posterioridad a la experimentación adquiere un papel más destacado que antiguamente. Los resultados obtenidos y el fundamento teórico conceptual junto a la experiencia acumulada se conjugan en una estructura que relacione y dé sentido a los conceptos estudiados: las características físicas y químicas de las sustancias en el contexto de la periodicidad química y en relación con las estrategias de trabajo en el laboratorio para estudiarlas. Aunque en el soporte teórico brindado antes de la experimentación estos conceptos ya estuvieron presentes, el conocimiento adquirido por los alumnos en la realización de las actividades prácticas permite un tratamiento más enriquecido de los mismos. Asimismo, es posible ahora la identificación de los ejes estructurantes o conceptos centrales, y el establecimiento de una categoría de mayor nivel de abstracción, ofreciendo un nuevo sentido a la relación que establecen (Litwin, 2006)

IV.3.1.- Diseño de experiencias para el tema “HIDRÓGENO”

El objetivo principal de las actividades que se desarrollaron fue que el alumno redactara el procedimiento experimental para comprobar, a continuación, las propiedades físicas y químicas de los elementos y compuestos en el laboratorio.

Para ello, se trabajó en sesiones plenarias y en el laboratorio de manera cíclica (*currículum en espiral*, al modo de Bruner) sobre la redacción del procedimiento experimental; su implementación en el laboratorio, y su profundización teórica: qué productos se forman, por qué se forman, cómo identificarlos, entre otros.

Al comienzo del segundo trabajo práctico, la cuestión planteada a los alumnos fue: ¿cómo procederías para probar qué metales son atacados por el ácido clorhídrico, HCl? Describe la técnica (procedimiento), materiales y reactivos necesarios (¡concentración de los ácidos y bases!)

La cuestión tuvo como “pretexto” disparador el haber encontrado casualmente en el laboratorio un frasco conteniendo HCl con la tapa (podría ser de aluminio, Al) parcialmente destruida.

Este hecho guarda semejanza con el descubrimiento del hidrógeno molecular, H₂, a partir de cinc metálico, Zn, y HCl ó ácido sulfúrico, H₂SO₄.

El compromiso de los alumnos fue diseñar esta experiencia en forma grupal para presentarla en el próximo plenario. Dado la poca o nula preparación para esto, era probable que tal actividad debiera realizarse a) en plenario, o bien b) tutorando a pequeños grupos de discusión y luego intercambiando información de los diseños elaborados por los distintos grupos para autoevaluarse.

Tanto si surgía de la discusión o no, el interés de los docentes estaba en que los alumnos llegasen a cuestionarse:

- Qué productos se forman cuando hay reacción entre los metales y el ácido.
- Qué otros ácidos podrían hacer lo mismo,
- ¿formarán el mismo tipo de productos?,
- ¿reaccionarán con metales que no lo hicieron con HCl?
- ¿y con las bases?
- ¿Cómo identificar los productos formados?
- ¿Qué implicancias prácticas tienen todas estas reacciones?

Para apoyar las respuestas a estas cuestiones, era necesario explicitar el fundamento teórico:

- Los metales no son todos iguales de reactivos, lo que daba pie para desarrollar la noción de potenciales normales de reducción.
- Propiedades físicas y químicas del H₂.

En la primera sesión plenaria, ningún grupo de alumnos presentó el procedimiento a seguir en la experimentación, como trabajo elaborado previamente por ellos solos. Las razones esgrimidas fueron que no se entendió la consigna. Tampoco hubo disposición para trabajarlo en grupo durante la clase; se puntualizaron cuestiones de interés para investigar en el laboratorio, en base a una discusión en el plenario (aunque la mitad de los alumnos, sentados desde la mitad del aula para atrás, sólo anotaron, sin participar demasiado)

Se propusieron los siguientes puntos a investigar:

- Metales a probar que son atacados por el HCl: Na, Mg, Sn, Pb, Fe, Al, Zn, Ag, Hg, Cu (luego, se excluyó la Ag por no existir en el laboratorio y se incluyó al Sb)
- Con ácido diluido y concentrado
- En frío y en caliente
- Con el metal finamente dividido y en trozo (bloque)
- Además, con agua, ácido nítrico (HNO₃), ácido sulfúrico (H₂SO₄), ácido acético (C₂O₂H₄) y ácido cítrico (que después no se probó)
- Observación de fenómenos físicos asociados a las reacciones químicas.

En esa misma sesión plenaria, se expuso sobre las propiedades físicas en cada bloque de elementos (s, p, d y f), con los datos de las constantes físicas en mano, relacionándolas con la posición en la Tabla Periódica y su configuración electrónica por lo tanto. De la misma manera, se explicó el principio de singularidad, semejanza en diagonal y efecto del par inerte (y su relación con los números de oxidación más probables); en suma, los principios teóricos que sustentan la singularidad del hidrógeno, aunque sin mencionar explícitamente esto, ya que los alumnos no conocían de antemano qué productos formarían los metales con los ácidos.

Posteriormente, se efectuaron los ensayos experimentales en el laboratorio por parte de las Comisiones de Alumnos. En esta instancia, se presentaron Guías de Trabajo elaboradas por ellos, lo que alentó a los docentes que habían decidido implementar esta metodología de enseñanza. No obstante que dichas Guías se basaron en el modelo presentado por la Cátedra en el Trabajo Práctico N°1, los alumnos se esmeraron por consignar no solamente el procedimiento sino también los objetivos y la metodología de estudio (¡!), y algunos grupos elaboraron tablas para volcar los resultados de los experimentos.

Algunos grupos de alumnos no trajeron la guía elaborada; en el momento de la ejecución de los experimentos, tomaron decisiones sobre la forma de trabajar, con la ayuda de lo que otros sí habían presentado (copiaron el procedimiento) Se les requirió que constara el procedimiento en el Informe Grupal entregado al final de la Sesión experimental, junto con los resultados.

Lógicamente, no se alcanzó a probar todo lo que se planteó en la clase anterior: cada Grupo de Trabajo seleccionó qué pruebas hacer y cuáles no. Ejemplo: varios metales con un solo tipo de ácido, en caliente y en frío; o: pocos metales (unos cuatro) con un mismo ácido, concentrado y diluido, en caliente y en frío; o: pocos metales con dos o tres ácidos distintos todos concentrados, en caliente y en frío; o: pocos metales con dos o tres ácidos distintos todos concentrados, con el metal finamente dividido y en bloque.

Fue surgiendo espontáneamente la necesidad de conocer la identidad química de los productos formados. “El metal ¿se fue (se liberó) junto con los gases o se quedó en la solución?”; “¿qué es ese gas marrón anaranjado?”; “¿por qué la solución toma ese color?”; “¿qué es ese gas que explota?” Ante esto, se respondió qué productos se formaban: dióxido de nitrógeno, dihidrógeno, sal del catión del metal disuelto, dióxido de azufre; los alumnos no anotaron, aunque ninguno (hasta donde se pudo apreciar) intentó armar la ecuación química correspondiente a cada transferencia; se propuso este paso en el encuentro siguiente, en el aula, donde se indagó sobre la interpretación personal de lo ocurrido en los experimentos; en forma anónima, se pidió que cada alumno contestara:

- Cuando hubo ataque de un ácido sobre un metal ¿en qué se transformó el metal?, ¿de qué sustancia se formaron los gases desprendidos? ¿qué era químicamente lo que se formó sobre la superficie de un trozo de metal?
- ¿Cómo interpretas el hecho de que algunos metales reaccionan y otros no con el mismo ácido? ¿y que algunos reaccionan a temperatura ambiente y otros en caliente?
- ¿Hay semejanzas de productos formados en el caso de que varios metales reaccionaron con el mismo ácido o que el mismo metal reaccione con distintos ácidos?
- ¿Qué te interesó más del trabajo experimental?
- ¿Cómo o qué te parece que debe hacerse en la próxima sesión de laboratorio?

En comparación con la forma tradicional en que se desarrollaba el tema Hidrógeno en los Trabajos Prácticos, se observó no sólo las características del dihidrógeno gaseoso sino también la de otros productos que da el ataque de ácidos (o el agua) sobre diferentes metales en condiciones diversas (temperatura, concentración del atacante, grado de división del metal, etc.) Esto amplía el estudio de estas reacciones: se toma en cuenta no sólo qué metales con qué atacantes dan reacción positiva para la obtención del dihidrógeno gaseoso, sino también en general cómo reaccionan distintos metales con distintos reactivos.

Esto podría comprobarse sondeando los aprendizajes de los alumnos, a través de la encuesta.

En la primera parte de la primer pregunta de la encuesta (la transformación del metal en la reacción con el ácido), la mayoría de los alumnos (68,6% de un total de treinta y seis, 36, alumnos) mostró que percibían el cambio físico experimentado por el metal ante el ataque químico del ácido, pero tienden a asimilar esto al cambio químico; así, algunas respuestas fueron: se transformó físicamente a) en un gas, b) cambió de color, c) se hizo espuma, se desprendía un gas o se ve una ebullición, d) pasa a estado líquido, e) se evaporó, f) se disolvió. Ello indicaría que los alumnos no distinguen apropiadamente los cambios físico y químico entre sí, o que – al menos a esta altura de la cursada – no son capaces de comprender la naturaleza misma de la transformación química.

Una pequeña proporción de los alumnos (7,8%) consideran que el metal no se transformó, lo cual es más grave que la confusión anteriormente señalada. En un solo caso se manifiesta que no sabe. Finalmente, en una escasa cantidad (21,6%), las respuestas son aceptables.

Cuando se pregunta por el origen de los gases desprendidos, las respuestas de los alumnos están más distribuidas. Un 44,4% conoce que los gases provienen de la conversión química del ácido. En tanto que dos alumnos (5,6%) consideran que es el metal o, en un caso solamente que son ambos, metal y ácido, los que dan lugar al desprendimiento de gases. Tres alumnos no saben o no contestan esta cuestión. Lo notable es el surgimiento de respuestas no categorizables, porque los alumnos (38,9%) no especifican si los gases provienen del ácido o del metal, y se plantea en forma general que es un producto de la reacción. Algunos consideran que proviene del ácido pero como resultado de un proceso físico (“se evaporó del ácido”); otros confunden la naturaleza del ácido con su origen (“se debe al dihidrógeno desprendido”), si bien plantean la ecuación química correspondiente. Otra variante es la respuesta errónea, que considera que los gases provienen de la liberación de oxígeno y / o nitrógeno. Finalmente, algunos alumnos sostienen que los gases eliminados en la reacción provienen de “una sustancia formada por el ácido y el metal”, que en apariencia es una respuesta correcta; se vale de esta sustancia como intermediaria para explicar cómo se forman los gases, lo cual es incorrecto. ¿Son sólo problemas de expresión, de argumentación en términos aceptables? ¿O se trata de conceptualizaciones incorrectas o incompletas? A

pesar de que la pregunta no requiere conocimientos tan especializados como la primera parte, las interpretaciones de los alumnos resultan incompletas.

En la tercera parte de la pregunta, cuando se indaga la percepción de los alumnos acerca de la capa que se forma durante la reacción de ciertos metales, como el plomo con el ácido sulfúrico o el clorhídrico, que químicamente son sales insolubles producidas por la reacción entre ambos, un considerable porcentaje de alumnos (40,5%) no contesta o no sabe. Otros (16,2%) no lo observaron, por eso no saben qué contestar. Un alumno contesta que es el gas que se desprendió (¿?) Para otros, (29,7%) es un cambio químico, aunque lo explican de diversas maneras: es un producto de la oxidación del metal (lo consideran químicamente un óxido, no una sal), es una sal, “lo que da la reacción entre el metal y el ácido” sin especificar qué naturaleza química tiene, entre otras. Un solo alumno (2,7%) le atribuye un carácter físico al cambio (“cambio físico de precipitación y condensación”)

Por su parte, la mayoría de las respuestas (67,6%) a la cuestión de por qué algunos metales reaccionan y otros no frente al mismo ácido, así como que las condiciones de reacción sean distintas para estos metales, se refiere a las características químicas de los metales; si bien, lo plantean de diferentes formas: por su configuración electrónica, por la velocidad de la reacción, por la fuerza de unión química, por la “composición química”, por la facilidad para perder electrones. En forma opuesta, algunos alumnos (16,2%) lo atribuye a propiedades físicas del metal, generalmente lo relacionan con su densidad. Un pequeño número (10,8%) afirma que se debe a las propiedades química de los ácidos: son más corrosivos a mayor temperatura, “porque poseen más ácido” (¿concentración?) Dos alumnos (5,4%) no contestan o no saben.

En cuanto a la tercer pregunta, que trata de relacionar los productos obtenidos con igual ácido o igual metal, algunos (32,4%) contestan afirmativamente, para el caso de distintos metales con igual ácido (señalan que en todos los casos la solución tiene la misma apariencia, o el gas desprendido es el mismo, por ejemplo) En igual cantidad (32,4%), un grupo de alumnos no sabe o no contesta. Algunos pocos (10,8%) afirman que hay semejanzas, pero cuando reacciona el mismo metal con distintos ácidos. Y el resto (24,3%) contesta que no hay ninguna semejanza, sin fundamentarlo.

A continuación, se continuó la parte experimental, y luego, en sesión plenaria se propuso una estructura básica para que los alumnos redactasen el Informe Grupal del Trabajo realizado en el laboratorio:

- Objeto de estudio: ¿Qué se fue a probar en el laboratorio?
- Metodología: ¿Cómo se procedió a probarlo? Descripción del procedimiento, tablas para anotar resultados, material de laboratorio empleado.
- Resultados: ¿Qué reacciones se verificaron? Planteo de ecuaciones químicas, con nombres, estado físico y características de las sustancias; igualación de las ecuaciones; cambios físicos observados.
- Discusión de los resultados: ¿Cómo se explican los resultados?

Desarrollar los por qué de lo observado en los experimentos.

Para esta discusión de resultados, se plantearon algunas cuestiones orientadoras para comparar resultados, establecer relaciones y generalizaciones, así como para profundizar los conocimientos inherentes a los experimentos efectuados:

- ❖ ¿Hay diferencias entre las reacciones si se realizan en caliente y a temperatura ambiente?
- ❖ ¿Hay diferencias en la reactividad de los metales? ¿Por qué?
- ❖ ¿Hay diferencias entre las reacciones si el metal está finamente dividido que si está en bloque? ¿Por qué?
- ❖ ¿Hay diferencias entre los productos formados entre un mismo metal y los diferentes ácidos? ¿Por qué?
- ❖ ¿Hay diferencias entre los productos formados entre un mismo ácido y los diferentes metales? ¿Por qué?
- ❖ ¿Hay diferencias entre los productos formados por un mismo metal con los ácidos y con las bases? ¿Y con agua? ¿Por qué, en cada caso?
- ❖ ¿Hay diferencias entre los productos formados entre cada metal y los diferentes ácidos si éstos están diluidos que si están concentrados? ¿Por qué?

Asimismo, se orientó a los alumnos para sustentar las explicaciones requeridas en dicho Informe; los puntos clave fueron: la teoría de la colisión y cinética química, relacionadas con la mayor reactividad en caliente de las sustancias así como con el área superficial efectiva de las sustancias; la reactividad diferencial de los metales probados en el laboratorio y el carácter oxidante de los ácidos sulfúrico y nítrico frente al no oxidante de los ácidos clorhídrico y acético, para lo cual se trató el tema de los potenciales de reducción; y el anfoterismo de los metales para explicar la solubilización en ácidos y en bases simultáneamente. Ello se realizó mediante explicaciones de los docentes a los Grupos de trabajo y la búsqueda bibliográfica necesaria, según el requerimiento de los alumnos.

Los Informes presentados por los alumnos difieren de un grupo a otro. Así, el Grupo “COV” presenta la Guía del Trabajo Práctico y un resumen de los resultados en forma de tabla de doble entrada: cada metal, en estado de bloque y en estado finamente dividido frente a los diferentes ácidos, a temperatura ambiente y en caliente. Plantean las ecuaciones, pero sin formular los productos, e incluyen los cambios físicos observados.

El Grupo “BAK” no presenta Guía de Trabajo, aunque sí describen el procedimiento de los experimentos en forma general: cada metal con los ácidos, a temperatura ambiente y en caliente, en bloque y en estado dividido. Las reacciones se describen con palabras, no con ecuaciones (“...formando acetato de plomo...”)

En cambio, el Grupo “AVE” no presenta ni Guía ni el procedimiento empleado, sólo los resultados obtenidos en la experimentación. En algunos de

estos resultados, faltan detalles, como el grado de división de los metales y otras condiciones experimentales de la reacción como la temperatura en que se verifica. La descripción química del proceso es vago: cuando el magnesio metálico reacciona con el ácido clorhídrico, por ejemplo, hay “desprendimiento de gas (H₂)” y “reacción = cloruro de Mg”; especifican que es una reacción exotérmica, etc. Algo parecido ocurre con el Grupo “IND”: no presentan Guía ni procedimiento, sólo resultados; describen el estado de división del metal y los cambios físicos observados, pero sólo esbozan las ecuaciones (“producción de gas, H₂”)

En estos Informes se puntualizaron las cuestiones que merecían una corrección, profundización o complementación por parte de los alumnos; se les entregó para que ellos trabajaran esas cuestiones y los devolvieran a los docentes para un nuevo visado. Al cabo de este ciclo (y de otros, cuando fue preciso), los Informes debían contener los resultados y la información necesaria para concluir y generalizar las propiedades de los metales, los ácidos y otras sustancias intervinientes en las reacciones, como el hidrógeno molecular. Este trabajo de pulido del Informe es importante porque constituye el ejercicio básico preparatorio para la evaluación correspondiente, y como tal se les subraya a los alumnos que deberían considerarlo. A continuación, se llevó a cabo la evaluación de esta unidad didáctica.

IV.3.2.- Diseño de experiencias para el tema “OXÍGENO”

La segunda unidad didáctica desarrollada en este ciclo lectivo 2002 se planteó iniciar las actividades de acuerdo a propuestas surgidas de los alumnos con la guía de los docentes. Así, quedó diseñado el segundo Trabajo Práctico, relativo al elemento oxígeno:

- Probar sustancias elementales que reaccionen con dioxígeno del aire: sodio, magnesio, aluminio, hierro, estaño, plomo, cinc, cobre, dióxido de azufre, fósforo (rojo), y carbono (grafito)
- Probar la naturaleza ácido – base de los productos formados en cada caso, haciéndolo reaccionar con agua y, si no es soluble en ella, con ácidos y bases.
- Probar qué sustancias liberan dioxígeno por descomposición térmica (faltó por vía húmeda; aunque habrá ejemplos que serán registrados en el transcurso de estas reacciones, como el dioxígeno liberado cuando el peróxido de sodio se disuelve en agua y el peróxido de hidrógeno que se forma con esta reacción se descompone luego)

En el laboratorio, se practicó sobre estas cuestiones; durante esta actividad y a posteriori, en el aula, se apoyan los resultados obtenidos con la bibliografía de base y la orientación de los docentes, principalmente en las características químicas de los productos de reacción frente al agua. Así, es importante caracterizarlos e identificarlos minuciosamente, dado las posibilidades que poseen estos elementos para formar varios tipos de óxidos, así como que éstos presenten diferentes variantes de propiedades ácido – base y rédox, entre otras.

También se trataron las propiedades físicas (densidad y solubilidad en agua, principalmente) y químicas (tipo de enlace químico en la molécula, obtención, capacidad de combinación, entre otros) en sucesivas sesiones de trabajo grupal con asistencia teórica de los docentes. Se dejaron planteadas cuestiones como la relación entre el carácter ácido – base de los óxidos con el tipo de enlace entre el elemento implicado y el oxígeno, así como con la posición de dicho elemento en el Sistema Periódico; se intentaba, de esta manera, ayudar a los alumnos a encontrar las conexiones entre todas estas características y así comprender el fundamento de estas relaciones. Como ejercicio de afianzamiento de estas destrezas, se propuso que predijeran el comportamiento ácido – base de tres óxidos en particular.

El estudio de las propiedades físicas y químicas del oxígeno y de los óxidos, al igual que de las sustancias simples que se eligieron como modelos de comportamiento en oxidación directa, se ha encarado desde una perspectiva innovadora para la cátedra, aunque no lo sea tanto desde el punto de vista de la organización de contenidos en los textos de estudio, por ejemplo. En ellos, es común comenzar a tratar las propiedades del dioxígeno y, a continuación, las propiedades de los óxidos según el tipo de elemento que se une al oxígeno (metal, no metal y semimetales, con todos sus matices intermedios) en lo relativo a su comportamiento ácido – base, rédox, solubilidad, coloración, etc. lo que permite hilvanar las regularidades en las propiedades de la totalidad de los elementos. Tradicionalmente, en la cátedra, este estudio de los óxidos se encaraba como otra más de las propiedades de los elementos, en oportunidad del tratamiento de un grupo de elementos dentro del bloque (elementos metálicos del bloque p, por ejemplo); en otras palabras: se aprendía la reacción del sodio y el magnesio con dioxígeno del aire por un lado, la del aluminio, estaño y plomo por otro, del azufre y el carbono por otro, y así siguiendo. Esta modificación propiciaría una visión más generalizada sobre las propiedades de los óxidos que, consecuentemente, redundaría en la apropiación de conceptos particulares que conducirían a otros más generales, en un proceso inductivo tal como postulaba Bruner en *Hacia una teoría de la instrucción*, 1972.

Una vez desarrollada la unidad didáctica hasta este punto, se pasó a estudiar a los compuestos del oxígeno, y dentro de ellos al peróxido de hidrógeno en especial. Se abarcaron sus propiedades interesantes en sesiones experimentales y de escritorio: características rédox, descomposición y reconocimiento, fundamentándolas y empleándolas para profundizar la química del elemento oxígeno. Por ejemplo, las características rédox condujeron a formular las maneras en que puede obtenerse el peróxido de hidrógeno en el laboratorio, así como para explicar su acción como agente oxidante o reductor y su relación con la acidez del medio. En el transcurso de estas experiencias, se refuerzan conocimientos anteriormente tratados, como el reconocimiento de dioxígeno formado en algunas de estas reacciones y el papel del dióxido de manganeso como catalizador en la descomposición del peróxido de hidrógeno y que representara igual papel en la obtención del dioxígeno. Al mismo tiempo, se proyectan los resultados obtenidos a otros futuros, por ejemplo: anticipando

a los alumnos que hay otro ensayo que se basa en la misma reacción que se utilizó para reconocer al peróxido de hidrógeno. En el experimento del reconocimiento de peróxido de hidrógeno en solución acuosa se hace hincapié en el orden de agregado y la jerarquía de los reactivos, para que reparen en la influencia estas variables y su dominio para que la reacción transcurra normalmente.

IV.3.3.- Diseño de experiencias para el tema “METALES DEL BLOQUE s”

Esta unidad didáctica da inicio al estudio de las propiedades de los iones en solución acuosa: color, pH y reacciones de precipitación, complejación, ácido – base y rédox. Para comenzar, se incentivó a los alumnos a averiguar las propiedades de las soluciones obtenidas al atacar los metales con ácidos y bases, en el tema “Hidrógeno”.

Se reflexiona con los alumnos acerca del comportamiento global de las sustancias frente al agua: algunas se disuelven y se obtienen así las soluciones acuosas correspondientes; otras, no se disuelven y a ellas les decimos “precipitados” cuando se forma por medio de una reacción entre uno de los iones constituyentes de esas sales insolubles presente en solución acuosa y el otro ión, agregado ex profeso. Esto último es utilizado corrientemente para identificar a cualquiera de los iones que forman la sustancia insoluble, de ahí la importancia de su conocimiento.

En el Trabajo Práctico, se plantea a los alumnos realizar los siguientes experimentos para estudiar las propiedades de los elementos, en su número de oxidación cero: a) Oxidación directa de sodio y magnesio, para establecer un estudio de la reactividad química comparada de los elementos alcalinos (a partir del sodio, como sustancia modelo) y alcalino-térreos (en este caso, representado por el magnesio); b) reacción de los metales sodio y magnesio frente al H₂O y el etanol; c) reacción de magnesio frente a ácidos y bases.

A continuación se plantea a los alumnos que la actividad consiste en realizar cada experimento observando el cambio físico y químico asociado, representar el cambio químico mediante la ecuación correspondiente, nombrar cada sustancia, su estado físico y características, plantear el cambio físico observado correspondiente, comparar los resultados experimentales y deducir el comportamiento de todos los elementos del bloque.

También se le sugieren preguntas para fomentar la reflexión sobre los resultados de los experimentos, a fin de elaborar conclusiones sobre el comportamiento de los metales ensayados y extrapolar los resultados al resto de los elementos del bloque:

1. ¿En qué condiciones experimentales se produce la oxidación directa de estos metales? ¿Hay diferencia?, ¿por qué?
2. ¿Qué cuidados requieren el Na_(s) y el Mg_(s) en su manipulación? ¿por

- qué?
3. ¿Qué sucede si el $\text{Na}_{(s)}$ y el $\text{Mg}_{(s)}$ se dejan en contacto con la atmósfera? ¿por qué?
 4. ¿Qué productos se forman cuando el $\text{Na}_{(s)}$ y el $\text{Mg}_{(s)}$ se encienden en el aire? ¿Son del mismo tipo?, ¿por qué?
 5. ¿Qué aspecto tiene la llama en cada caso?
 6. ¿Qué ocurre en cada caso cuando se le agrega H_2O a los productos formados en la oxidación directa? ¿qué productos se forman en cada caso? ¿Qué propiedades ácido-base tienen?, ¿son diferentes?
 7. ¿Qué comportamiento químico tendrían los restantes metales del bloque s? ¿qué regularidad existe con respecto a la reactividad?
 8. ¿Qué metales reaccionan con el H_2O y por qué? ¿En qué condiciones experimentales?
 9. ¿Qué metales reaccionan con el $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ y por qué? ¿En qué condiciones experimentales?
 10. ¿Estos mismos metales reaccionarían con ácidos y bases? ¿por qué?
 11. ¿Cómo se reconoce el gas que se desprende? ¿en qué propiedad se basa?
 12. ¿Qué cuidados especiales requieren en su manipulación los metales que reaccionan con el H_2O ?
 13. ¿Qué comportamiento químico tendrían los restantes metales del bloque s? ¿qué regularidad existe con respecto a la reactividad?
 14. ¿Cómo se comporta químicamente el $\text{Mg}_{(s)}$ frente a ácidos y bases?, ¿por qué? ¿En qué condiciones experimentales?
 15. ¿Cómo se hubiese comportado el $\text{Na}_{(s)}$? ¿por qué?
 16. ¿Qué comportamiento químico tendrían los restantes metales del bloque s? ¿qué regularidad existe con respecto a la reactividad?

Se acuerdan los experimentos a realizar, pero el procedimiento y su correspondiente material y sustancias, principalmente, ya no se registran en las Guías de Trabajo, con la intención de que el alumno incorpore las técnicas y procedimientos básicos, se conduzca en el laboratorio de forma natural y sin depender de instrucciones escritas.

Previo a su trabajo en el laboratorio, se busca anticipar los resultados sobre la base de los conocimientos actuales; el alumno utiliza la información obtenida de la bibliografía para la predicción (¿qué va a suceder?) y la posible explicación (¿por qué va a suceder eso?) de los resultados de las experiencias propuestas. Este ejercicio permite que los alumnos construyan el marco teórico apropiado y necesario para saber dónde, qué y cómo mirar al efectuar las observaciones o para interpretar lo que ven o miden; a la par, permite que analicen las acciones posibles y planifiquen estratégicamente el trabajo, de manera que éste sea provechoso.

Ya en el laboratorio, cada grupo efectúa los experimentos anotando las observaciones en el momento, bajo la supervisión de un integrante de la cátedra. Éste vigila que el trabajo del grupo sea satisfactorio en cuanto al logro de resultados y a su desempeño procedimental y actitudinal e interviene en la

comprensión de los sucesos mediante preguntas orales.

A continuación, se realiza la instancia integradora entre docentes y alumnos: los datos recogidos en el laboratorio por los distintos grupos se discuten y se *interpretan* en lenguaje químico (ecuación química, incluyendo los nombres y características físicas diferenciales), al mismo tiempo que se trabaja con el cuestionario de la Guía. A medida que avanza su formación, esta interpretación la realiza durante el experimento. Como ya se adelantó, se reflexiona sobre los resultados obtenidos, se interpretan y *explican*, ayudados por los docentes y apoyados en la bibliografía recomendada. Finalmente, se *formulan las conclusiones generales* con la expresa finalidad de establecer la *explicación de la tendencia* en el comportamiento físico y químico de las sustancias estudiadas.

A continuación, se evalúa a los alumnos. Junto con el conocimiento conceptual, cada alumno es evaluado en lo procedimental y actitudinal, tanto en su trabajo experimental como en una prueba objetiva que reúne las preguntas de reflexión enunciadas antes, presentadas como sigue:

- “¿Qué diferencias a simple vista tienen el sodio y el magnesio?”
- ¿Qué se observa en la oxidación directa del sodio y del magnesio? Plantea las ecuaciones químicas correspondientes, con nombres, estado físico y aspecto de las sustancias intervinientes, igualándolas por el método del ión – electrón.
- ¿Cómo se efectúan experimentalmente las oxidaciones anteriores?
- ¿Cómo se reconocen los productos formados?
- ¿Cómo explicas los resultados obtenidos?
- ¿Qué relación hay entre el comportamiento químico de estos metales y la manera en que se conservan y manipulan?
- ¿Existirá el sodio libre en la naturaleza? ¿Podrá emplearse el magnesio en el envasado de alimentos?
- ¿Qué se observa en la reacción del sodio y el magnesio frente al agua? Plantea las ecuaciones químicas correspondientes, con nombres, estado físico y aspecto de las sustancias intervinientes, igualándolas por el método del ión – electrón.
- ¿Qué se observa en la reacción del sodio y el magnesio frente al etanol? Plantea las ecuaciones químicas correspondientes, con nombres, estado físico y aspecto de las sustancias intervinientes, igualándolas por el método del ión – electrón.
- ¿Qué se observa en la reacción del sodio y el magnesio frente a los ácidos? Plantea las ecuaciones químicas correspondientes, con nombres, estado físico y aspecto de las sustancias intervinientes, igualándolas por el método del ión – electrón.

- ¿Qué se observa en la reacción del sodio y el magnesio frente a las bases? Plantea las ecuaciones químicas correspondientes, con nombres, estado físico y aspecto de las sustancias intervinientes, igualándolas por el método del ión – electrón.
- ¿Cómo se efectúan experimentalmente las reacciones anteriores?
- ¿Qué relación hay entre el comportamiento químico de estos metales y la forma en que son atacados con el agua, etanol, ácidos y bases?”

IV.3.4.- Evaluación final de los Trabajos Prácticos en 2002

Hacia el final del ciclo lectivo se efectuó una última actividad, que se utilizó a los fines de la investigación exploratoria de las dificultades de aprendizaje (Kindsvater y otros, 2003) y para la evaluación del diseño implementado durante todo el ciclo lectivo 2002. Para los alumnos, constituyó una instancia de evaluación para obtener la regularidad de la asignatura. En la misma, el acento estuvo puesto en evaluar cómo los alumnos procesan la información puesta a su disposición y no tanto en cuánta información han retenido.

Se trabajó con cuarenta y dos alumnos, divididos en ocho grupos (“grupos de trabajo”), en dos sesiones consecutivas. Se le planteó a cada grupo de trabajo una actividad consistente en la resolución de un problema, aplicando varios contenidos procedimentales; se trataba de averiguar qué ión contenía una solución, y se sugería que, antes de actuar, se planificara un procedimiento experimental adecuado, en principio para solucionar una situación simplificada y luego otra más compleja; la planificación se discutía en grupo y luego cada integrante ponía en práctica el plan cuando investigaba su ión.

1. “Supongamos que tenemos tres tubos de ensayo sin etiquetar. Se sabe que uno de ellos contiene una sal de sodio(I), otro de catión Hierro(III) y el tercero de estaño(II). ¿Cómo procederían para averiguar en qué tubo está cada catión?
2. ¿Cómo procederían, en general, para averiguar qué catión contiene una solución incógnita? Plantear un esquema de trabajo.
3. Con el esquema propuesto, averigua qué catión contiene el tubo que te hemos proporcionado. Plantea todas las ecuaciones que correspondan.”

Tanto el diseño de la estrategia de acción como el trabajo experimental individual debían informarse por escrito; el desarrollo de la tarea grupal fue grabado.

En esta actividad, los docentes pretendían que los alumnos elaboraran cooperativamente un procedimiento esquemático para el primer punto que, para un experto, era sencillo: consistía en discriminar primero al ión coloreado [hierro (III)] y luego, de los dos iones restantes, incoloros ambos, al que tenía pH neutro [sodio (I)], quedando el tercero por descarte [Sn (II), que es ácido]; vale decir, aplicando la estrategia de utilizar las variables color y pH podían resolverlo. En el siguiente punto, se inducía a emplear una estrategia similar: proceder a clasificar por color, luego por pH y, a igualdad de esas condiciones,

examinar otras características como su reaccionabilidad con reactivos generales (por ejemplo, para los cationes, las bases fuertes y débiles, diferenciando anfóteros de los no anfóteros, y con cianuro para los no anfóteros, por el color de su complejo cianurado)

Esta secuencia de tareas buscaba generar una estrategia básica, en la que se apoyase la siguiente y con todo ello se tendía a facilitar el último punto de la actividad. Cabe acotar que los alumnos contaban con los datos correspondientes a cada ión en lo que atañe a esas características y que los procedimientos les eran conocidos porque fueron practicados en el laboratorio durante toda la cursada, en los distintos experimentos; no así su empleo en una estrategia: para los alumnos fue una situación novedosa. Algunos de ellos lograron elaborar esta estrategia; otros no intentaron generar conocimiento a partir de los datos disponibles, que los ayudara a entender cómo podían utilizar el color y el pH, al menos, para distinguir los iones. En casos intermedios, se notó que los alumnos no estaban seguros de si habían comprendido y dominado esa información (metacognición) (Bransford, J. D. y Vye, N. J. (2001) "Una perspectiva sobre la investigación cognitiva y sus implicancias para la enseñanza". En Resnick y Kopfler)

Con los informes escritos de los alumnos, se categorizaron las dificultades en base a la cantidad de los contenidos procedimentales empleados.

La entrevista a los alumnos se preparó tomando en consideración las categorías de dificultades encontradas, a fin de que la información a obtener permitiese precisar las dificultades que se presentan. Se delinearon cuestiones que propendían a indagar sobre la percepción y valoración de las propias habilidades para encarar y resolver el problema, las estrategias utilizadas para el trabajo grupal e individual en esta actividad puntual y en otras desarrolladas durante la cursada, y la aplicación o no de los procedimientos requeridos en esta actividad.

Tales procedimientos fueron la *observación* (¿Percibe las características diferenciales de las sustancias que intervienen en la experiencia?), el *diseño de la experimentación* (¿Aplica el plan de trabajo elaborado grupalmente y realiza una serie de pruebas y registros adecuados?), la *comunicación* (¿Describe clara y completamente lo que hizo y lo que observó? ¿Incluye las ecuaciones químicas correspondientes?), la *interpretación de los datos* (¿Relaciona correctamente los resultados de las pruebas con las propiedades del ión? ¿Lo identifica en la ecuación química?), la *identificación y el control de las variables en juego en la experimentación* (¿Conoce y emplea las condiciones adecuadas y ejecuta correctamente las técnicas básicas para que la reacción se produzca?), la *clasificación* (¿Establece categorías de iones según criterios adecuados que le permitan sistematizar la deducción del ión?) y la *predicción* (¿Efectúa una suposición sobre uno o varios iones posibles antes de efectuar las pruebas de confirmación, o justifica por qué realiza tal prueba de confirmación y no otra?)

Sólo tres alumnos de un total de cuarenta y dos demostraron que sabían emplear todos los contenidos procedimentales necesarios para la resolución

del problema: *observación, diseño experimental, comunicación, interpretación de datos, identificación y control de variables, clasificación y predicción*. El grueso de los alumnos mostró manejar entre seis y tres contenidos procedimentales. La *clasificación* y la *predicción* son los procedimientos que preponderantemente fallaron. Sin embargo, la deducción que hicieron estos alumnos fue acertada; este hecho y lo que pudo constatarse más tarde en la entrevista permitiría concluir que emplearon la predicción, aunque no lo explicitaran en su informe. Respecto a la *clasificación* debe afirmarse lo contrario: en la mayoría de los casos, los alumnos hicieron uso de una tabulación, donde a cada íon le correspondían determinadas características físicas y químicas, y comparaban sus resultados experimentales con estos datos. Como consecuencia, procedían más bien por ensayo y error.

En ciertos alumnos, además de la predicción y clasificación, fallaron otros procedimientos: *identificación y control de variables* y, principalmente, *comunicación*. La importancia de conocer y manejar las condiciones adecuadas para la reacción radica en que, al fallar estas condiciones, se obtenga un resultado negativo en la prueba experimental y, en consecuencia, la conclusión puede ser errada; durante la entrevista, se confirmó esta dificultad. En cuanto a la *comunicación*, las conclusiones extraídas del análisis de los informes y de la entrevista, fueron que se relaciona con una actitud de desentendimiento y despreocupación del alumno por relatar su labor experimental, más que con una deficiencia o dificultad para hacerlo; la “excusa” recurrente fue la falta de tiempo, o que no se le “ocurrió” que era necesario escribir.

En la última categoría, además, falla la *interpretación de datos*: ver en los resultados experimentales lo que se desea observar, en consonancia con una hipótesis sobre el íon posible, o no analizar todos los resultados en conjunto, sino en forma parcial. En realidad, aquí no se trata de una sumatoria de falencias independientes entre sí; al contrario: la ausencia de una organización de los datos y de criterios de clasificación, junto al desconocimiento de las condiciones de reacción, conduce a una interpretación de resultados equívoca.

En otro orden, pudo establecerse una relación entre la producción grupal y la individual; así, el alumno que participó activamente en la elaboración del plan de trabajo para resolver el problema, logró averiguar qué íon tenía su solución en forma efectiva, rápida y segura. Al grupo de trabajo 3 de cationes, por ejemplo, le resultó más bien fácil elaborar la propuesta de trabajo, y fueron los que terminaron primero las tareas 1 y 2; fue notorio su interés por comprobar si la estrategia propuesta funcionaba, ya que, a la media hora, aproximadamente, cada uno empezó a desarrollar la tarea 3, ajustando su plan de trabajo durante la ejecución. En el polo opuesto, el grupo de trabajo 4 de cationes trabajó bastante mal; en el tiempo asignado, no concluyeron la tarea 1 y la 2 no la efectuaron; de cinco integrantes, tres tienen muchas dificultades, y dos no llegaron a concluir aunque sus resultados experimentales fueron impecables; les faltó la estrategia necesaria para interpretarlos, organizarlos y deducir la conclusión.

También se comprobó la estrecha relación entre esta categorización de dificultades y el control de estrategias de aprendizaje por parte de los alumnos.

Del análisis de las entrevistas con los alumnos, se constata la gran influencia de factores personales (autoconcepto y autoestima) en la utilización de estrategias de aprendizaje (Monereo, 1994) Así, los que tienen una percepción y valoración de sí mismos positivas, tuvieron una conducta estratégica eficaz en la resolución del problema (Kindsvater y otros, 2003)

IV.3.5.- Sugerencias para el Examen Final

A modo de cierre de esta experiencia en el ciclo lectivo 2002, se propuso a los alumnos algunas sugerencias para el Examen Final, de carácter teórico – práctico, a fin de mostrar el grado de consecución de sus capacidades. Lo que sigue forma parte de las “PROPUESTAS PARA EL EXAMEN FINAL” del ciclo lectivo 2002. Se trata de que expongan “un trabajo original y personal sobre algo de lo desarrollado en los Trabajos Prácticos:

- ❖ ataque de metales con ácidos y bases,
- ❖ oxidación directa de elementos (metales, azufre, carbono, fósforo, con dióxigeno del aire), obtención de dióxigeno y reacciones del peróxido de hidrógeno,
- ❖ propiedades de los cationes del bloque s, bloque p y bloque d, y
- ❖ propiedades de los aniones del bloque p y bloque d.

Plantear qué es lo que se demostró en cada experimento y cómo puede explicarse ese comportamiento (aspectos teóricos de lo practicado experimentalmente)

Para ello, se recomienda seguir las siguientes instrucciones:

- ❖ Ubicar el/los elemento/s en la Tabla Periódica; plantear su/s configuración electrónica y sus propiedades periódicas (tamaño, electronegatividad, energía de ionización, puntos de fusión y de ebullición, densidad, dureza, entre otras)
- ❖ Apoyar en la periodicidad de las propiedades toda afirmación que se formule sobre las cuestiones que se exponen. Es decir, cómo se pueden justificar las propiedades químicas y físicas de los elementos en su estado elemental (sustancia pura simple) y/o en sus compuestos sobre la base de su ubicación en la Tabla Periódica: números de oxidación, tipos de enlace químico y estructura, reacciones ácido – base, rédox, de complejación y de precipitación.
- ❖ Plantear qué es lo característico de este/estos elemento/s; a qué se debe. Qué otras características se podrían probar en el laboratorio y cómo. En qué pueden aprovecharse o qué problemas ocasionan esas características del/los elemento/s (en la industria en general, en la industria alimentaria en particular, función biológica, problemas ambientales y toxicológicos, por ejemplo)”

IV.4.1.- Características principales del diseño en 2002

A partir de estos relatos sobre los procesos que fueron sucediéndose en el ciclo lectivo 2002, se analiza a continuación algunas características de la propuesta curricular implementada, que tuvieron gran significación en su efectividad en los aprendizajes por parte de los alumnos.

Se destaca la consecución de un objetivo relevante para la cátedra: el trabajo ordenado y sistemático logrado por los alumnos para acceder a un tratamiento estratégico de la información recogida en el trabajo experimental. Así, se observó que con el ejercicio de destrezas de manipulación del material de laboratorio y de ejecución de técnicas y operaciones básicas del trabajo químico durante las sesiones experimentales, los alumnos fueron progresando paulatinamente y se tornaron cada vez más independientes de las instrucciones escritas (“Guía de Trabajo Práctico”), uno de los objetivos de enseñanza de la cátedra. La planificación del trabajo experimental se fue trasladando cada vez más al alumno.

Cada grupo de alumnos alcanzó mayor funcionalidad en su trabajo por haber estado mejor organizado: trabajo cooperativo, donde cada uno de sus miembros asume parte de la tarea; distribución de sus roles, para arribar a buenos resultados; trazado de tácticas, para mejorar el rendimiento del grupo; buenos hábitos de trabajo en el laboratorio; objetividad en el registro de datos. Respecto a esto último, es constante la duda que invade a algunos alumnos cuando el resultado de una reacción no es el que estaba previsto; entonces, pregunta: “¿Anoto lo que vi o lo que tenía que dar?”, y la respuesta es siempre: “Lo que viste, lo que pasó; también lo que debía dar y no dio. Luego, averiguaremos por qué no nos dio”.

Respecto a los procesos mediante los cuales aprenden, se observa que se pusieron en juego varios procedimientos cognitivos. En la experimentación y posterior integración de los resultados del bloque s, por ejemplo, se pusieron en juego los siguientes procedimientos: *observación* de datos de las propiedades químicas del sodio y magnesio (cambios físicos asociados a las reacciones químicas); *comparación* de la manera en que el sodio y el magnesio se conservan y manipulan, de su dureza, de las condiciones experimentales en que ocurren las reacciones, del tipo de compuesto que cada uno forma por oxidación, de las características ácido – base de esos compuestos formados, de la reaccionabilidad del sodio y magnesio frente al agua, etanol, ácidos y bases; *clasificación* de estos elementos como metales, por sus características físicas, y como reductores y muy reactivos, por su comportamiento químico; *identificación y control de variables* en lo atinente a las condiciones adecuadas y forma de ejecución de las técnicas básicas para detectar productos gaseosos de las reacciones (hidrógeno molecular), para calentar los tubos de ensayo en donde transcurren las reacciones, para tomar pH; *comunicación* en la descripción clara y completa de lo que observa y opera en la experimentación, verbal y por escrito (Informe), así como en el manejo del vocabulario apropiado; *interpretación* de datos cuando se establecen relaciones entre los resultados de las pruebas con las propiedades de estos metales, así como entre cada

sustancia que interviene en la reacción y las que se representan en la ecuación química.

La evaluación final en el Laboratorio fue muy fructífera por cuanto permitió sondear dificultades de aprendizaje, pero también porque constituyó el comienzo de una nueva modalidad de evaluación: se procesaron los contenidos procedimentales y actitudinales junto a los conceptuales.

En sintonía con estos diseños, los demás temas se fueron reestructurando siguiendo la misma metodología, y concertando los movimientos con los alumnos. Las actividades de enseñanza y de aprendizaje fueron adaptándose a los requerimientos del momento y en diferentes formatos respecto al vigente hasta los años anteriores. Por su novedad, involucraron efectivamente a los docentes y a los alumnos. Ciertamente, el desafío que representó para la creatividad, junto con el atractivo dado por la posibilidad de trabajar codo a codo los docentes con los alumnos y la perspectiva de otorgar un nuevo sentido (literalmente) a los saberes contribuyó a mejorar la relación entre todos, a poner mayor esfuerzo en el aprendizaje y la enseñanza, y sin dudas contribuyó al éxito de su desarrollo.

Por otra parte, los contenidos fueron los mismos que están vigentes durante todo este tiempo pasado, pero formateados de otra manera. Esencialmente, lo que cambiaron fueron las actividades en el laboratorio, que impulsaron los engranajes del cambio metodológico y epistemológico de la clase en el aula: la enseñanza de los contenidos fue más fluida y enriquecedora, porque surgió en forma natural y paulatinamente, en respuesta a la necesidad de explicar lo que los alumnos iban desarrollando en la parte experimental. Además, cambió el orden de los contenidos: se establecieron nuevas relaciones entre conceptos de distintas unidades temáticas, integrándolos de forma distinta a lo que tradicionalmente se sustentaba desde el Programa de Contenidos, y se los adecuó a los requerimientos actuales de los alumnos.

En cuanto a la instancia de evaluación mediante la preparación de una temática elegida por el alumno al final de la cursada fue innovadora, aunque no cosechó buenos resultados: el modelo tradicional de enseñanza y aprendizaje está demasiado arraigado en nuestros alumnos y estas experiencias innovadoras son temidas; además, en el I Curso la experiencia personal de los alumnos necesaria para desenvolverse satisfactoriamente en la esgrima de un Examen Final en la Universidad es pobre. Así que la mayoría de los alumnos se presentó a Examen Final de la mano de una unidad temática, o parte de ella, siguiendo el "guión" del Programa de Contenidos de la asignatura y que no coincide punto por punto con la estructura enunciada más arriba. Sí se trató en el transcurso del Examen los diferentes temas y su experimentación, así como la evaluación final, con un rendimiento satisfactorio.

IV.4.2.- Argumentaciones de los alumnos durante la resolución del problema

Durante la ejecución de las directivas del problema, los alumnos fueron grabados para estudiar sus argumentaciones mientras planificaban la experimentación a realizar para la resolución del mismo; los alumnos van efectuando *predicciones* de resultados, formulan *hipótesis*, *diseñan observaciones* y también *experimentos*.

Mediante dicho estudio puede evaluarse la calidad de la propuesta, en lo referente al grado de efectividad en el aprendizaje de las ciencias experimentales por parte de los alumnos en función de los objetivos a alcanzar, ya que descubre en parte los procesos mediante los cuales ellos aprenden. Resultan sumamente valiosos por cuanto permiten apreciar cómo construyen o reconstruyen el conocimiento (Jiménez Aleixandre, 1998), lo que en definitiva es la argumentación para Toulmin (1958)

Así, mientras van resolviendo el problema, los alumnos aportan datos sobre qué grado de destreza han alcanzado. No basta con disponer de los datos sobre el comportamiento de las sustancias involucradas frente a diferentes reactivos así como sus características físicas (color, pH, solubilidad); el alumno debe seleccionar entre ellos los que son relevantes para resolver el problema, lo que lleva articulado una hipótesis o una teoría sobre el particular, lo que constituye de por sí una construcción de los datos (Latour y Woolgan, 1995, citados por Díaz de Bustamante, J. y Jiménez Aleixandre, M. P. en “Resolución de problemas en el laboratorio de Biología”)

Los que se citan a continuación son alumnos de un grupo de trabajo en el laboratorio, al que se le planteó el problema comentado antes (véase **IV.3.4.- Evaluación final de los Trabajos Prácticos en 2002**, página 88) Están discutiendo cómo resolver el primer punto, esto es: cómo averiguar cuál es la sal de sodio (I), cuál la del catión hierro (III) y cuál la del estaño (II); el primero es un catión incoloro y neutro, el segundo es de color amarillo a anaranjado y de pH ácido y el tercero es incoloro pero ácido. Los alumnos ya han planteado la *hipótesis* de que el sodio, por ejemplo, pueden descubrirlo mediante la coloración a la llama, en el mechero de Bunsen, *prediciendo* que si está, dará el color amarillo característico del ión sodio. A la par, algunos plantean también descubrirlo a partir de la *descripción* de sus características físicas de la sal, por ejemplo, su color.

“Patri- Lo probamos al mechero, y si da una coloración...

Aldo- Primero tenemos que ver si es una sal blanca.

Patri- Le hago la prueba a la llama y si da color amarillo...

Sol- Es blanca; cuando la mirás, es blanca. Cuando la ponés a la llama, va dar un color amarillento. Eso es lo que estamos haciendo.

Patri- Sí”

Están empleando los datos disponibles para dar la *explicación teórica* de cómo solucionar una parte del problema. Más adelante, Pedro introduce otra *predicción*: la reacción de identificación del catión sodio (I), que no es

imprescindible para trabajar en esta consigna. Y también plantea el *diseño del experimento*.

“Pedro- Cloruro de sodio. Se le agrega acetato de uranilo y cinc y se seca, y se ve al microscopio, y se identifica según la forma de la sal: tetraédrica, octaédrica. Bueno; se le agrega agua,... No, el acetato de uranilo y cinc, y etanol; no, eso es para...”

Patri- ¿Y si lo escribimos a eso?... al microscopio se ven los cristales amarillos

Pedro- No; se ve la forma si es octaédrica”

En este punto, no pueden discriminar cuál de todos los datos presentados son los realmente importantes a los fines de diferenciar entre sí a los tres cationes. Como ya se planteó, los docentes pretendían un resultado más sencillo: tan sólo el color de la solución y su pH son suficientes para afirmar cuál es cada catión. Por tanto, estos alumnos no poseen aún destrezas para diseñar una estrategia de trabajo útil y simple.

Más adelante, los alumnos consiguen diferenciar de los demás al hierro (III), empleando un argumento válido como es el color del mismo.

“Pedro- La sal de sodio es blanca; ¿y el otro cual era?”

José- La de estaño

Pedro- ¿De qué color era?

José- Blanca.

Pedro- Blanca. Anota eso: son iguales, y entonces el único que se puede diferenciar es el hierro”

También, Sol y Pedro se dan cuenta de las diferencias en el pH y los comparan.

“Sol- Claro, pero...”

Pedro- Y los pH

Sol- Y los pH van hacer ácidos

José- El estaño y sodio; el sodio es neutro y el estaño es ácido

Sol- Y el hierro

Pedro- Bueno, pero el hierro ya lo identificaste por el color amarillo

Patri- El hierro lo diferencié por el color y a los otros dos los diferencié por el pH”

En este punto del diálogo, Pedro emplea el término “identificar” por diferenciar (por color y pH); María se da cuenta que no es lo mismo y plantea que sólo han hablado de la identificación del sodio hasta ahora.

“María- Pero todavía no identificaron. Ahí identificaron uno

Patri- Los otros dos que tienen el mismo pH

Pedro- El hierro

Pedro- No; los otros dos no tienen el mismo pH

José- No; el sodio es del bloque s; tiene pH neutro; y el del

bloque d tiene pH ácido
Pedro- Y ahí se diferencian los tres”

Repárese en la *relación de identidad* que Pedro establece entre el pH y las propiedades de todos los elementos del bloque s.

Cuando llegan a este punto de la discusión, recurren a Lorena, una docente, para concertar con ella si lo que están realizando hasta el momento es lo conveniente y lo que se espera que ellos hagan en la resolución del problema.

“José- Hay que fijarse. Con eso ¿ya está, o hay que hacer la identificación?”

Lorena- ¿Con eso ustedes podrían estar seguros de que identificaron los tres bien?

Pedro- Uno seguro, por el color; y los otros, por el pH

Aldo- Y bueno; ya los identificamos: el del hierro por el color, el sodio por el pH neutro y el estaño por el pH ácido

Pedro- Ya están identificados

Aldo- No; no la convencimos”

Lorena- No. Los que se tienen que convencer son ustedes; si ustedes creen que con eso ya pudieron identificar, separar bien cada catión, está bien; por eso te digo que los que se tienen que convencer son todos ustedes”

Nótese la expresión del alumno frente a la reacción de la docente y cómo con su intuición detecta que les falta madurar la idea para arribar al resultado final deseado por el docente. Cabe señalar que ella no debía dar pistas por un sí o por un no, y trata de ayudarlos sin traicionarse. Esta especie de recurso táctico de los alumnos, este sondeo al docente para asegurarse “cómo va” en el desarrollo de un trabajo cualquiera es típico; la diferencia entre llevar a cabo una tutoría y realizar la labor es muy sutil, y el juego del alumno por querer hacérsela cruzar al docente a su favor y el de éste por mantenerse en su posición de guía es cotidiano. Es interesante analizar el origen de esta tendencia; quizá, sea un resabio de los años de estricta vigilancia conductista sobre el quehacer de los alumnos durante el proceso de su aprendizaje: el alumno está acostumbrado a hacer todo lo que el docente diga, eso es lo correcto, lo que “está bien hecho”, lo que “convence” al docente en palabras de Aldo.

Después, tratan de mejorar su propuesta, integrando otros datos y pasando en limpio todo lo que han venido conversando hasta acá. En el camino, su diálogo evidencia un conocimiento deficitario de las propiedades de los cationes involucrados y del procedimiento básico para analizar sus propiedades frente a diversos reactivos: confunden reactivos generales con los de identificación (o reconocimiento, como se los denomina en otro momento del diálogo), y les da lo mismo utilizar unos u otros para identificarlos, o el carácter anfótero (ácido base) con la reactividad frente a sulfuro de sodio, por ejemplo. Además, citan al cloruro de plata para hacerlo reaccionar con el catión estaño (II), cuando en realidad se utiliza cloruro mercúrico: están

confundiendo sus respectivos símbolos químicos.

*“José- Y yo, por las dudas, haría una identificación
Aldo- Podríamos hacer eso, y después ir al reconocimiento
José- Yo tengo que es amarilla; pero la solución es amarilla. Es lo mismo la solución que la sal... Cation hierro (III)
Patri- Sí; pero ahí está diferenciado. (...) ¿cuál es cuál?; hacelo reaccionar con algo que lo separe
Y claro, el sodio ya lo hicimos con coloración a la llama, y el hierro con tiocianato de potasio, y el estaño con cloruro de plata; y para el sodio... Porque es una sal sólida, ¿no?
José- Éste es el pH
Aldo- Y para el sodio: ¿porque es una sal sólida?
Sol- Y sí, porque puede ser que dé un pH y un color, y no sea esto
José- ¿Y si es anfótero? También podría (ser); las del bloque s, por ejemplo, no precipitan los sulfuros, los sulfuros; y las del bloque d sí precipitan los sulfuros
Sol- Estas reacciones yo no las encuentro (entre las anotaciones)...
Pedro- Bueno ¿cómo es?... las del bloque s...
José- El sodio no precipita con los sulfuros, y los del bloque d sí, que creo que eran todos negros
Sol- Sí, daba negro
Pedro- Y el hierro, el sulfuro de hierro. Y el sulfuro de estaño...
Aldo- El de estaño también
Patri- Sí; me parece que sí. Y el estaño, no sé
Sol- Lo podés hacer reaccionar con amoníaco también; porque con el sulfuro solo...
José- También puede ser
Pedro- Y con el amoníaco, ¿qué da, si lo haces reaccionar?
Sol- Verde
Pedro- ¡Qué diferencia!
Sol- Un precipitado verde
Pedro- Y el otro, el hierro
Sol- Y con el sulfuro da un precipitado negro y, con el hidróxido de sodio, un precipitado verde, verde más claro; y en exceso, te va a dar una solución amarilla
Pedro- En los otros...
Sol- ¡Ah! Pará, pará; ya está. Porque...
Aldo- Para mí, ya está; con el tema del color, ya está; porque, supuestamente, te dan tres tubos y nos dicen qué tienen, ¿o no?”*

Otra vez confunden reacciones: el precipitado verde es obtenido por reacción del catión hierro (II) con hidróxido de sodio o con amoníaco, no del catión hierro (III) El conocimiento específico deficitario interfiere definitivamente en el despliegue de destrezas procedimentales: no pueden desconectarse una de la otra.

“Patri- Claro. Por eso, nos damos cuenta que es hierro, que es

estaño y que es sodio. Con el color, ya está. Si no nos dan el nombre, no nos daríamos cuenta qué es; o sea, para mí tendríamos que hacer otro procedimiento si no tuviese nombre

Aldo- Claro; los diferenciamos. Si no tuviéramos el nombre,...

Bueno, eso es lo que estamos haciendo. Es más: para el 2...

Pedro- Ya, al tener el nombre, sabés cuáles son

Aldo- Eso, que decía él, es más para el 2, que ahí nos dan una solución que no tiene nada

Pedro- Entonces ya está

Aldo- Y eso que dice

Sol- Hablas mucho pero...

José- Nos dan una solución, y tenés que decir qué catión tiene

Pedro- Entonces, hay que hacer el reconocimiento...

Aldo- ...Para asegurarte mejor que estás en presencia...

Pedro- Vamos a sacar una hoja y anotamos

Sol- Sí; porque, si vos le hacés el reconocimiento al hierro con amoníaco, a... Bueno...

Aldo- Hacer el reconocimiento

Sol- Pero con otro. O sea, hay muchos que te dan precipitado negro. Ah, pero ya tenemos el nombre

Aldo- Éste es el reconocimiento del hierro...

Patri- ...Y el reconocimiento del estaño...

Aldo- Estaño

Pedro- Estaño. Lo tenías vos

Patri- Sí. Acá lo tengo

Sol- Con cloruro de plata. No, lo tenés acá

José- Pasamos al 2

Aldo- Lo pasamos esto abajo, el procedimiento; lo tenemos que hacer toda en una misma hoja. Pasemos al 2"

Llegado a este punto, los alumnos se percatan de que el punto 1 del problema es más fácil que el 2, porque tienen más "pistas": intervienen sólo estos tres iones y la cuestión principal es, entonces, hacer coincidir una identidad con cada uno. Pero, en el punto 2 están hay varios iones probables a la vez como incógnitas; por tanto, según ellos, necesitan más "pistas". En realidad, no se dan cuenta de que lo que ya diseñaron para el primer punto pueden aplicarlo en el segundo.

"Pedro- Sí; pasamos al 2. ¿Cómo se hace?

Aldo- Tenés que pensar que a vos te dan un tubo así; y ¿cómo procedés vos para saber qué catión tiene el tubo ese?

Pedro- Primero...

Sol- Primero, por el olor

Patri- Primero, por el color

Aldo- Olor, pH

Patri- Olor y pH

Pedro- Y después, según qué sea cada uno

Aldo- Olor, color, pH y reconocimiento

Patri- Si liberan gas, algo

Pedro- Si libera hidrogeno al reaccionar. ¿Y cómo hacemos de

cada posibilidad de eso?

Aldo- Forma estado acuoso (...) Y de reconocimiento. ¿O hay algún intermedio?

Sol- Color

Patri- Color, olor, pH, estado

Aldo- pH

José- Con los (reactivos) generales de cada bloque, para orientarse en qué grupo están; en el bloque s, (con) las bases no precipitan, en el bloque p...

Aldo- Reacciones generales de cada bloque...

José- Para orientarse, así, más o menos; supuestamente, hacés poquito... Sí; porque no podés hacer muchas cosas

Sol- ¿Cómo (es eso de la) reacción de cada uno?

Pedro- Reacciones. Si libera hidrogeno con ácido; con agua, si libera gas. Todo eso; según lo que hagas

José- Y hay que poner las posibilidades; por ejemplo,...No. Hay que hacer algo más teoría

Patri- Si a nosotros nos dan un tubo, y vemos el color, y todo eso, pienso yo que llegaremos a un punto en común, aunque no nos digan qué es, con sólo verlo. O sea,... porque nosotros no vemos acá, y ahí lo vamos a ver; y si tiene color, supuestamente vamos a saber qué es; o qué va a ser, más o menos; más o menos una idea...

Pedro- ¿Y qué tenés que hacer?

Patri- Aplicarle todo eso. O sea, aplicar todo eso, supuestamente, nos va a dar (resultado)”

Hasta acá, los alumnos han ido formulando *predicciones* y *diseñando* un esquema de trabajo experimental muy rudimentario, con errores conceptuales, confusiones de todo tipo y con escasa información. Ello revela que no están a la altura de las expectativas de los docentes en cuanto al grado de desarrollo de sus habilidades cognitivas y que su aprendizaje no ha sido satisfactorio. De hecho, de entre los integrantes de este grupo, sólo aprobó José.

Otro grupo, constituido por alumnas, tuvieron un mejor desempeño; trabajaron con los iones calcio (II), plomo (II) y cromo (III); el primero es incoloro y de pH neutro, el segundo es también incoloro pero de pH ácido y el cromo (III) es de color verde y ácido. El diálogo que sucede a continuación muestra un mejor dominio de las habilidades cognitivas, de la mano de un aprendizaje de conceptos sustanciales más profundo que el del grupo anterior.

Obsérvese cómo inmediatamente de comenzada la tarea son capaces de enfocar el *diseño* de la experimentación con las características del color y el pH de las sustancias. Pero también incluyen, en la *diferenciación* de las sales, su reaccionabilidad con las bases fuertes como el hidróxido de potasio.

“- Mirá: el calcio es incoloro en disolución. Sus sales son típicamente blancas, generalmente más solubles que las de los iones de los metales de transición.

- Entonces van a ser más solubles.

- Probemos también con los pH.
- Es catión neutro, los otros son van a ser ácidos. Los tres van a reaccionar con hidróxido de potasio.
- Sí, con el cromo va a quedar verde.
- Estos dos nos van a dar blanco.
- ¿Con el mismo hidróxido?
- Sí, con el mismo hidróxido, todos.”

Y escriben esto. Éste es otro punto a favor del grupo, respecto al anterior: saben *comunicar* eficientemente su diseño. A continuación, aportan otro rasgo relevante como es el comportamiento de los iones en exceso del reactivo, que sirve para *diferenciarlos*.

- “- Ahora, los dos de ahí van a formar complejos, menos el calcio.
- Claro. Estos dos forman complejos y el calcio no.
- Vos decís que el calcio va a ser neutro; si hay otro que da lo mismo, no sabés quién es quién.
- La cosa es: al calcio lo identificamos por el pH (neutro) y los otros dos puede ser que nos den (pH) ácido; pero, si los hacemos reaccionar (con hidróxido de potasio), uno me va a dar verde y otro me va dar blanco. Entonces puedo utilizar dos mecanismos:...
- Por pH, podemos identificar el calcio seguro, que va a ser el más básico; entonces nos van a quedar el plomo y el cromo.
- Le ponemos hidróxido de potasio y nos dan colores diferentes.
- Nos van a dar colores diferentes esos dos.”

Asienten las compañeras, convalidando todo lo dicho hasta acá. Pero, el docente les llama la atención en la terminología empleada: al principio, ellas habían afirmado que el ión calcio es neutro y, más adelante, en las líneas anteriores, lo cambiaron a “básico”, lo cual es incorrecto.

- “Daniel: - Puede ser. Con una pequeña diferencia: los cationes no son básicos. O es neutro, o débilmente ácido, o ácido.
- Neutro. El calcio va a ser neutro.
- (A coro)
- Daniel: - Ajá; ahí está mejor.
- ¿Si hacemos eso? Es bastante razonable.
- (Las demás asienten)
- Daniel: Puede ser.
- (...) Pero,... ¿Eso significa que a veces pensamos? No
- Daniel: - Están pensando.”

El docente las alienta, y ellas se ríen. Escriben todo en la hoja que luego entregarán a los docentes como prueba de su desempeño.

Seguidamente, vuelven a repasar todos los pasos como una forma de convalidarlo. Repárese la claridad con que se expresan.

- “- O sea que distinguimos primero por el pH, distinguimos cuál es neutro y sacamos que es el calcio. Y después, distinguimos de los

otros dos por el precipitado...

- ...Con hidróxido de sodio

- El cromo que da verde...

- Pero acordate que el cromo es anfótero. Agregale al lado que forma, que... se disuelve. Que se disuelve en exceso de reactivo. Para diferenciarlo del plomo.

- Pero ya con los colores los diferenciamos totalmente. Uno va a dar verde y el otro es blanco, salvo que sea daltónico.”

IV.5.- Diseño de experiencias en ciclos lectivos 2003 y 2004

Durante los ciclos lectivos posteriores al 2002, la metodología diseñada se fue redimensionando y transformando según los requerimientos del momento. La integración de los contenidos procedimentales para acompañar a los contenidos conceptuales, en las actividades de enseñanza y de aprendizaje, principalmente, marcó un cambio profundo en la programación de la cátedra Química Inorgánica.

Esta revalorización de los contenidos procedimentales se fue perfilando gracias a todas las experiencias recogidas anteriormente, provenientes de la exploración de dificultades de aprendizaje y de la implementación del nuevo modelo didáctico en los Trabajos Prácticos. Así, en el ejercicio de decisiones sobre qué contenidos enseñar, cómo contemplar y utilizar los conocimientos que los alumnos ya poseen y qué situaciones emplear para favorecer el aprendizaje (Pro Bueno, 1998), la consideración de la secuencia de aprendizaje de los contenidos procedimentales evaluados en el 2002 ocupó un lugar preponderante. Por citar un ejemplo, se trabajó de manera que se fueran aprendiendo la *clasificación* y el *diseño experimental* mediante sucesivos pasos: *identificación de semejanzas y diferencias, síntesis de semejanzas, aplicación estratégica de diferencias*; en tanto que, para *observación, comunicación, interpretación de datos y diseño experimental* se encaró primero la *identificación de tipos de fenómenos físicos* asociados a las reacciones químicas, la *descripción oral y escrita* mediante simbolización (ecuaciones químicas), el establecimiento de *relaciones* entre los fenómenos físicos observados y las propiedades de las sustancias, y el *uso estratégico* de todas ellas.

Por su parte, la puesta en marcha del nuevo diseño señaló los puntos críticos y las deficiencias e ineficiencias que hubo que atender más, corregir o mejorar, respectivamente. En general, se fueron puliendo detalles de procedimiento, buscando continuamente las variantes más apropiadas y fructíferas en cada caso. Se fue testeando el modelo implementado a partir de los resultados de evaluaciones periódicas y entrevistas con los alumnos acerca de su percepción sobre la marcha de las estrategias de enseñanza y de aprendizaje que junto con los docentes iban desarrollando.

No es fácil exponer cómo se fue componiendo y desplegando en

sucesivas etapas. Quizá lo más significativo sea el profundo cambio en la concepción acerca de lo que debe enseñarse y lo que debe aprenderse por parte de docentes y alumnos. Los contenidos del Programa de la asignatura fueron los mismos, pero el orden, las relaciones y el sentido particular de unos y otros, se fue adaptando a las características de cada cohorte de alumnos, año a año. Ciertos temas, como Hidrógeno y Oxígeno se incluyeron en otros (en acción de los ácidos y bases sobre los diferentes metales de los bloques s, p y d, y en la oxidación directa de sustancias elementales así como en el estudio de las propiedades de los no metales junto a los halógenos, respectivamente), de modo de mejorar su articulación con ellos y, por ende, su comprensión y asimilación.

IV.5.1.- La propuesta didáctica. Un esbozo

Para el análisis de la dinámica de enseñanza en el 2003 y 2004, se describirá una parte de una unidad didáctica de Química Inorgánica, cuya temática es la de los elementos alcalinos y alcalino térreos, que en conjunto se denominan "bloque s". Esta unidad didáctica abarca varias sesiones (de acuerdo al ritmo de aprendizaje del grupo de alumnos, puede insumir cuatro a seis sesiones), la primera de las cuales aborda la temática de los elementos en su estado de oxidación cero.

El nuevo diseño de esta propuesta didáctica ya comenzó a gestarse en el ciclo lectivo 2002. En esta sección, sólo se explicita los cambios, mejoramientos e incorporaciones posteriores a la implementada entonces.

Se comenzó por establecer los aspectos del tema que se tratarán y cómo se lo hará. Se hizo referencia a cómo estos elementos fueron conocidos y aislados en la antigüedad, detallando los experimentos y el trabajo científico que desarrollaron sus descubridores, resaltando aquellos que se conectan con los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales que siguen. Se ubicaron los elementos en la Tabla Periódica y se justificó el nombre sobre la base del hecho de que constituyen un conjunto de elementos que tienen su electrón o electrones en un orbital de valencia s. Utilizando la información disponible, se analizó su estructura electrónica, para deducir su configuración electrónica externa en común, así como las diferencias entre los restos de estructura electrónica y se planteó la incidencia que estas diferencias pueden tener en su comportamiento físico y químico. A continuación se examinaron las propiedades atómicas de estos elementos y, a partir de sus valores, se dedujeron las tendencias dentro de cada grupo y en cada período, esto es: entre un elemento alcalino y el alcalino térreo vecino. En ese momento, se tendió a relacionar y fundamentar las tendencias generales en las propiedades atómicas con sus conocimientos previos. Luego, se estableció su carácter metálico, la dependencia de este carácter metálico con la cantidad de electrones de valencia, su reactividad en el estado metálico (número de oxidación cero) y, en general, se explicó por qué es difícil su obtención como metales y por qué se encuentran en estado combinado en la naturaleza.

A partir de allí, en la segunda sesión, se estudiaron las propiedades químicas de los elementos “s”; en primer término, en el estado de oxidación cero. Se introdujo el concepto de potenciales de reducción para explicar por qué son agentes reductores y qué implica que lo sean.

Para estas sesiones, la experimentación giró en torno a demostrar el carácter metálico de estos elementos, su gran reactividad y su poder reductor. Como experimentos de base, se propuso probar sodio, uno de los metales alcalinos, y magnesio, uno de los metales alcalino – térreos, pertenecientes al mismo período, en cuanto a sus características físicas: dureza, brillo, forma de manejarlos y de conservarlos, así como algunas de sus propiedades químicas: oxidabilidad en el aire, reaccionabilidad frente al agua, etanol, ácidos fuertes (inorgánicos) y débiles (orgánicos), y bases fuertes (hidróxidos alcalinos) y débiles (amoníaco) La regularidad de las propiedades de los elementos de este bloque permite arribar a conclusiones e inferencias fácilmente con sólo probar estos dos metales.

Interesaba percibir aspectos generales de estos elementos y también particulares, como por ejemplo su potencial aplicación tecnológica en el envasado de los alimentos; de ahí las pruebas con ácidos y bases. Los resultados de esta experimentación se compararon con los de otros elementos una vez completado el esquema de trabajo de toda la cursada.

La presentación y secuenciación de la información se fue regulando según la forma en que los alumnos van avanzando en la comprensión y cuestionamiento de las ideas que surgen en la dinámica de la clase, en un clima de intercambio entre compañeros y con los docentes. Se utilizó la Tabla Periódica de los Elementos que cada alumno posee y un texto proporcionado por los docentes que consiste en revisiones bibliográficas – no apuntes – como material de trabajo básico. Para la instancia experimental, se acordó una serie de experimentos, conjuntamente con los alumnos.

Posteriormente, se evaluó el aprendizaje (a nivel conceptual y procedimental) de cada alumno mediante una prueba escrita. Se le formularon preguntas sobre alguna o algunas experiencias de laboratorio para comprobar el grado de comprensión de las propiedades químicas y físicas de las sustancias en estudio y de la tendencia general en su comportamiento, el dominio de la terminología y simbolismo químico, y su capacidad para establecer relaciones que expliquen los hechos así como las que predicen a otros. (Kindsvater, N. M., 2001) Además, se tuvo en cuenta el desempeño durante la instancia experimental, donde se constata mejor sus aprendizajes actitudinales.

IV.5.2.- Estrategias de enseñanza

Para lograr aprendizajes relevantes y efectivos, se propusieron actividades a realizar, estructuradas según pautas organizativas que los docentes planearon con antelación. No obstante, esta planificación fue flexible, y en el transcurso de las clases, aparecieron matices y variaciones que se producen por adaptaciones a las circunstancias especiales y reales de este proceso interactivo y creativo que es la enseñanza. (Cañal Del León, 2000)

El tipo de actividades fue variado, en virtud de la naturaleza diversa de los aprendizajes buscados y de las necesidades también diferentes de los alumnos (Pozo, 1996) La mitad de las clases transcurrieron en el aula y, la otra mitad, en el laboratorio, experimentando.

En la mayor parte del tiempo en el aula, docentes y alumnos participaron en una discusión guiada, donde se intercambiaron ideas sobre el tema que se estaba desarrollando. Ello permitió conocer la información previa que poseían los alumnos y compartirla con los compañeros, e introducir de manera general los nuevos contenidos de aprendizaje, plantear los objetivos; generar preguntas que orienten los aprendizajes, seleccionando, reforzando, completando y organizando los contenidos aportados por los alumnos que coincidían con las ideas que se quería enseñar; efectuar recapitulaciones sobre lo que se había dicho o hecho para ayudar a establecer relaciones y ofrecer una visión de la estructura que armonizara todas las ideas planteadas, para responder a las preguntas de los alumnos, para identificar y presentar las ideas más relevantes y efectuar las repeticiones de las necesarias. La información se acompañó con ilustraciones, diagramas y esquemas de distinto tipo, para describir, explicar y comunicar ideas, conceptos y procedimientos. Fue común también recurrir a analogías para introducir, comparar y clarificar conceptos, al tiempo que se fomentaba el razonamiento analógico en los alumnos. (Díaz – Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, 2002)

En el laboratorio, los alumnos ejecutaron experimentos sobre los temas en estudio en el momento; pequeños grupos de alumnos constituidos espontáneamente trabajaron asesorados y apoyados por los docentes. Esta actividad permitió el entrenamiento tanto en las herramientas para el procesamiento de los datos, para razonar y argumentar como en las técnicas y operaciones básicas del trabajo químico, necesarias para el desarrollo de sus futuras competencias profesionales. Además, motivó a los alumnos en el aprendizaje de los fenómenos naturales, incentivó la búsqueda de respuestas, de comparaciones, relaciones y generalización de resultados con la abstracción científica ya establecida en el aula. En todo este trayecto, el trabajo de laboratorio fue un ámbito de formación y de evaluación valiosísimo que se encaminó a modelarlos en pensar, hablar y hacer ciencia. Según Barberá, O. y Valdés, P. (1996), hacer ciencia no sólo es fuertemente dependiente de la teoría sino también de la práctica.

En principio, cada sesión comenzó con actividades dirigidas a movilizar ideas y conocimientos previos (organizadores previos de Ausubel), la atención de los alumnos y la comunicación, así como a crear una apropiada situación motivacional. Los docentes dirigieron y orientaron una conversación con los alumnos (discusión guiada) En esta unidad temática en particular, se necesitó un esfuerzo mayor por parte de los docentes porque es el primer abordaje al estudio sistemático de los elementos. (Díaz – Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, 2002)

Se orientó la búsqueda de la información en el material de estudio mediante actividades que se resolvieron en el momento y que permitieron avanzar en los tópicos antes señalados. Entre las actividades que se propusieron a los alumnos se pueden citar:

- “Representa la variación de las propiedades atómicas (constantes físicas) que figuran en la Tabla Periódica (tamaño, energía de ionización, electronegatividad, densidad, puntos de fusión y de ebullición, conductividad eléctrica y calorífica)
- Observa los valores de las constantes físicas y reflexionar sobre: ¿qué relación existe entre el número de electrones de valencia y el punto de fusión y el de ebullición? ¿cómo se explica? ¿Y la conductividad térmica y eléctrica? ¿Y entre el tamaño y la energía de ionización y la electronegatividad?”

Se buscó practicar la *observación* de datos, *comparar* los valores de las propiedades atómicas, *resumiéndolas* en una tendencia general en función del número atómico (hacia abajo en los grupos, hacia la derecha en los períodos), *graficándolas*, y la *interpretación* de la variación de ciertas propiedades con el tamaño y el número de electrones. Con todo ello, se *elaboraron las conclusiones*.

Sobre la base de las observaciones y conclusiones derivadas de los puntos anteriores, se interrogó a los alumnos sobre qué tipo de elementos son los de este bloque: ¿metales, no metales o semimetales? En el momento de precisar que estos elementos son metálicos, se exploraron conocimientos e ideas previas sobre cómo están enlazados los átomos en los metales y cómo a partir de ese modelo de enlace pueden explicarse sus propiedades características: brillo, conductividad térmica y eléctrica, maleabilidad y ductilidad.

A modo de ejercicio de integración y síntesis de lo antes visto, se propuso:

- “Completa el párrafo extraído de un texto de Química que resume las

regularidades entre las propiedades físicas de estos elementos.”

En dicho párrafo, las palabras faltantes a colocar por el alumno fueron, justamente, las que comparan los valores de las propiedades físicas y las tendencias generales. Se les hizo notar, también, que hay valores en las propiedades que no siguen exactamente esa regularidad enunciada:

- “Observa detenidamente los valores de las constantes físicas y detectarás que hay “saltos” o variaciones más pronunciadas que otras en ellos. ¿Con qué estarán relacionados los cambios bruscos en los valores de esas propiedades físicas?”

Esta advertencia se orientaba a adiestrar en el cuestionamiento y análisis crítico de los datos, por un lado, y además mostrar cómo las diferencias en las estructuras electrónicas internas guardan relación con las propiedades físicas. Más adelante, durante el estudio de las propiedades químicas, se realizó una consideración semejante.

Se observó que los alumnos, en un principio, no descubren el valor de los datos de las propiedades atómicas para corroborar el sentido de las tendencias generales que ya conocen a partir de Química General, por ejemplo. Es necesario un ejercicio constante para lograr que constate con los valores numéricos estas tendencias que han adoptado como ciertas, y viceversa: apoyar las conclusiones en los datos.

En una segunda sesión de trabajo, se plantearon las actividades a efectuar para arribar al conocimiento de las propiedades químicas de estos metales. Se introdujo el concepto de potenciales de reducción, su utilización como criterio para clasificar en reductores y oxidantes a las sustancias, convenio de signos, etc. mediante discusión guiada. Aquí es conveniente aclarar que estos conceptos son totalmente nuevos para los alumnos, ya que aún no se han desarrollado en la asignatura Química General que se cursa paralelamente a Química Inorgánica.

Se relacionó el potencial de reducción con la energía de ionización. Esto establece, por un lado, un puente entre estos conceptos, y por otro, sirve para resaltar la mayor utilidad del potencial de reducción al momento de explicar el comportamiento químico redox en solución acuosa, en comparación con la energía de ionización.

Seguidamente, se plantearon las siguientes actividades:

- “A partir de los valores de los potenciales de reducción, ¿Qué se deduce

sobre el carácter de estos metales: son reductores u oxidantes? ¿poco o mucho? ¿Serán reactivos o no?

- ¿Existirán yacimientos de estos metales en la corteza terrestre? ¿por qué?
- ¿Conoces el aspecto de algunos de estos metales, cómo se conservan en el laboratorio, cómo se manipulan, en qué se emplean? ¿por qué razón será así?”

Para esta última actividad, hay que tener en cuenta que los alumnos han conocido al sodio metálico en un trabajo experimental anterior en todos los aspectos señalados en la actividad, y por ello se trató de rescatar el recuerdo de esa experiencia y contextualizarla en el esquema general del comportamiento químico de estos metales, una vez configurados a partir de sus propiedades físicas y su configuración electrónica.

Una vez llegado a este punto, se planificó la tarea experimental a realizarse en el Laboratorio Químico. Si bien los docentes ejercieron un papel significativo en la definición de qué tareas y cómo se efectuarán en el laboratorio de acuerdo a los objetivos de enseñanza, los alumnos participaron proponiendo actividades, que canalizaron sus intereses y conocimientos previos. Esta planificación conjunta fomentó la motivación y acrecentó el protagonismo en sus propios aprendizajes.

En la preparación previa a la instancia experimental, en estos dos ciclos lectivos sí se trabajó en la redacción de una Guía de Trabajo confeccionada sobre la base de la experimentación propuesta en esta planificación; en ella figuraron los objetivos y la metodología del trabajo práctico, y el material de laboratorio, las sustancias necesarias y el procedimiento de los experimentos. También se le incorporaron preguntas para fomentar la reflexión sobre los resultados de los experimentos, a fin de elaborar conclusiones sobre el comportamiento de los metales ensayados y extrapolar los resultados al resto de los elementos del bloque:

Cabe señalar que ésta fue la única Guía de Trabajo que se confeccionó. En las demás sesiones de Laboratorio, la metodología de los experimentos y la lógica del estudio de las propiedades físicas y químicas de las sustancias tuvo como referente a la implementada en este tema y se apeló a ella a lo largo de todas las unidades temáticas abarcadas en el resto del año. Así, para los metales del Bloque p se procedió exactamente igual, lo mismo para los del Bloque d; en oportunidad de abordar los elementos no metálicos y semimetálicos, se resaltó el contraste entre sus propiedades y la manera de estudiarlas y las correspondientes a los otros elementos.

Para la obtención de datos a partir de los experimentos, en el primer Trabajo Práctico se instruye a los alumnos en los procesos de observación y

clasificación de los fenómenos físicos asociados a las reacciones químicas (cambios de color de la solución o de los sólidos, liberación de gases, formación de sólidos o “precipitación”, solubilización de sólidos, efecto de solventes orgánicos en la formación o la solubilización de sólidos, y otros), prescindiendo del proceso químico que transcurre entre las sustancias participantes en dichas reacciones. Esto es así porque el aprendizaje se centra en el entrenamiento en la detección y diferenciación de estos cambios físicos, de manera que en lo sucesivo los alumnos logren utilizarlos para categorizar las propiedades químicas de las sustancias según qué cambio o cambios producen.

En cuanto a la elaboración de Informes escritos, éste fue el segundo Trabajo Práctico que los alumnos realizaban, de manera que recién comenzaban a prepararlos. Durante las sesiones experimentales y en la tarea posterior de integración, relación y conclusiones, se prestó especial atención a las expresiones verbales de los alumnos. Es común, por ejemplo, que confundan una disolución con una fusión: “*El sodio se **derritió** en el agua*” o “... se **fundió**...”; o que expresen que el pH = 7 es “*Normal*” por neutro. Surgió la necesidad de tomar en consideración que muchos conceptos específicos como soluciones y pH aún no se habían consolidado debido a una circunstancia especial, como es el cursado simultáneo con la asignatura Química General.

IV.5.3.- Actividades de evaluación

Antes de la evaluación se habían formulado cuestiones de reflexión para ayudar al alumno en el abordaje de las propiedades físicas y químicas de los metales y de los cationes, que a continuación se señalan para el caso de los últimos solamente (para los metales, el modelo fue idéntico al del 2002):

- “Observar las características (aspecto) de las sales sólidas (color, estado cristalino o amorfo, etc.) y de las soluciones acuosas de estos cationes: color, pH, turbidez, etc. ¿Es posible diferencias un catión de otro? ¿En qué? ¿Por qué?
- ¿Hay diferencias en el pH de las soluciones de los cloruros, sulfatos o nitratos de estos cationes? ¿Por qué? ¿Qué consecuencia tiene?
- ¿Son estables desde el punto de vista redox? ¿Por qué? ¿En qué experiencia se aprecia o deduce esto?
- ¿Forman iones complejos? ¿Por qué?
- ¿Forman precipitados (sales insolubles)? ¿Por qué? ¿Qué consecuencia tiene?
- ¿Qué iones de este bloque encontramos en los alimentos?
- ¿Cómo se reconocen estos iones? ¿Cómo es el procedimiento experimental?
- Si te damos una sal de estos iones en el laboratorio, ¿cómo averiguarías si es catión sodio, o catión potasio, o catión magnesio, o catión calcio, o catión estroncio, o catión bario?”

Junto con el conocimiento conceptual, cada alumno fue evaluado en lo procedimental y actitudinal, tanto en su trabajo experimental como en una prueba objetiva que reúne las preguntas de reflexión enunciadas antes. A partir del 2003, en un Recuperatorio de la Evaluación e íntegramente en el 2004, el modelo de la evaluación cambia: se busca reflejar mejor qué procedimientos está empleando efectivamente el alumno. Así, se le plantea el siguiente enunciado:

“Cátedra QUÍMICA INORGÁNICA – Ciclo lectivo 2004
“ELEMENTOS DEL BLOQUE s”

- Si se sospecha que en una solución acuosa hay catión sodio, ¿qué pruebas físicas y reacciones químicas utilizarías para averiguar si es realmente catión sodio? ¿Cómo lo harías experimentalmente?
- ¿En qué se parecería y en qué se diferenciaría de catión magnesio?

Plantear ecuaciones químicas igualadas y completas, incluyendo los cambios físicos observados”

De esta manera, en la evaluación surgieron elementos con los que analizar las dificultades y progresos en los aprendizajes de los alumnos. No sólo en este trabajo experimental se cambió las características de la evaluación; en cada una de las demás evaluaciones se siguió un criterio semejante.

Tanto en las actividades del aula y el laboratorio como en la etapa de evaluación, la intencionalidad de los docentes al diseñar las actividades fue que los alumnos alcanzasen el dominio de los conocimientos específicos y, además, supiesen cuándo utilizarlos, para convertirse en aprendices competentes, relacionando las condiciones de aplicabilidad con las acciones cognitivas. En tal sentido, las actividades que promueven y facilitan la reestructuración conceptual en base al esclarecimiento de las ideas preexistentes en los alumnos son cruciales. Los contextos de aplicación para que estas ideas previas surjan y se reconviertan deben ser amplios; y también debe serlo la variedad y cantidad de actividades programadas para cada unidad didáctica, como aquí se ha mostrado una parte.

IV.5.4.- Evaluación final de los Trabajos Prácticos en 2003

De manera similar al 2002, se efectuó una evaluación integradora de los Trabajos Prácticos, empleando en parte la metodología de ese año y perfeccionándola para superar las dificultades que entonces se plantearon. Así, se trabajó con una solución incolora y otra coloreada para evitar la supuesta ventaja que otorga la relación más bien unívoca entre un ión y un color característico. Se pulieron detalles como el papel de los docentes frente al trabajo desarrollado por los alumnos, los límites de la interacción entre ambas partes, los criterios de evaluación y el material permitido para consultar durante la evaluación. Éste es el texto de los que los docentes concertaron con los

alumnos para esta oportunidad.

**“EVALUACIÓN TRABAJOS PRÁCTICOS
QUÍMICA INORGÁNICA
2003**

❖ **CONSIGNA:** Cada alumno recibe dos tubos de ensayo con unos 10 ml de cada solución: una incolora y otra coloreada. Debe averiguar qué ión hay en cada tubo. Debe entregar un Informe sobre lo realizado, justificando su conclusión con las ecuaciones químicas que correspondan y todo lo que considere necesario dejar por escrito.

SE EVALÚA:

❖ Destreza en el manejo y empleo del material de laboratorio y de las técnicas y operaciones básicas (medición de líquidos, de pH, calentamiento de tubos, identificaciones de gases, etc.)

❖ Calidad del Plan de trabajo, preelaborado en forma individual o grupal, en cuanto a su efectividad para solucionar el problema.

SE PODRÁ consultar los informes, plan de trabajo, ecuaciones, y anotaciones de todo tipo (es “a carpeta abierta”)

NO SE PODRÁ preguntar detalles a los docentes sobre el procedimiento a seguir en los experimentos ni ninguna otra información que lo oriente a la deducción de los iones.

Durante el desarrollo de la evaluación, los docentes iremos tomando NOTAS sobre sus destrezas y habilidades conceptuales y procedimentales, así como sus actitudes (trabaja independiente del docente o le pregunta todo, es concienzudo en sus anotaciones, observaciones, etc., sigue una rutina, es organizado o no, etc.)”

El trabajo involucró la siguiente grilla de sustancias a ensayar. Los tubos fueron identificados con la letra y el número correspondiente a cada ión.

	IÓN COLOREADO	1	2	3	4
A	Fe^{+2}	SO_3^{2-}	Hg^{2+}	Ag^+	NO_3^-
B	Cr^{+3}	NH_4^+	SO_4^{2-}	Cd^{2+}	CO_3^{2-}
C	Co^{+2}	Hg_2^{2+}	Cd^{2+}	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	SO_4^{2-}
D	MnO_4^-	CO_3^{2-}	NH_4^+	HPO_4^{2-}	Cd^{2+}

E	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	SO_4^{2-}	NO_3^-	Hg_2^{2+}	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
F	Fe^{+3}	HAsO_4^{2-}	SO_3^{2-}	NO_2^-	Ag^+
G	Mn^{+2}	Ag^+	NO_2^-	CO_3^{2-}	
H	Cu^{+2}	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Hg^{2+}	HAsO_4^{2-}	
I	CrO_4^{2-}	NO_3^-	HPO_4^{2-}	NH_4^+	

Con el “Plan de trabajo”, se hace referencia a una proyección anticipada que cada alumno elaboró, solo o en grupo según fuese su preferencia, sobre cómo iba a diferenciar los diferentes cationes y aniones que intervenían en la evaluación. Vale decir que cada alumno asistió a la evaluación con este plan de trabajo preparado con antelación, lo cual constituyó la alternativa a la elaboración de líneas de acción en forma grupal y en el momento de la evaluación para resolver el problema del 2002.

El hecho de que se le haya dado a cada alumno dos iones, uno coloreado y otro incoloro, surge como una respuesta a la disyuntiva sobre la pertinencia de emplear iones coloreados en la evaluación, dado la mayor probabilidad de deducir su naturaleza, ya comentada en el análisis de la exploración de 2002. Para probar en un pie de igualdad las habilidades puestas en juego por los alumnos, al menos desde esta perspectiva, todos ellos recibieron una combinación semejante: coloreado – incoloro.

Otra diferencia a remarcar con la propuesta de 2002 es que las soluciones podían contener aniones o cationes sin distinción, estaban mezclados. Entonces, los alumnos no sabían si en cada solución había un catión o un anión, lo que representó una demanda adicional a sus competencias.

IV.5.5.- Sugerencias para el Examen Final

También en estos dos ciclos lectivos se proveyó a los alumnos de sugerencias de los docentes para encarar la evaluación en el Examen Final. Estas surgieron de la manera en que se fueron desarrollando las actividades a lo largo del año. El formato y los objetivos buscados son semejantes a los del 2002.

Concretamente, en el ciclo 2003, se proponía lo siguiente en las “Propuestas...”. “...un trabajo original y personal sobre algo de lo desarrollado en los Trabajos Prácticos:

- Observación de cambios físicos asociados a las reacciones químicas

- Reactividad comparada de los metales del bloque s y sus compuestos. Oxidación directa de Na y Mg; reacciones de estos metales con el agua, etanol, ácidos fuertes y débiles, bases fuertes y débiles; color y pH de los cationes, reacciones con bases fuertes y débiles, sulfuro de sodio, coloración a la llama e identificación.
- Reactividad comparada de los metales del bloque p y sus compuestos. Oxidación directa; reacciones de los metales con el agua, etanol, ácidos fuertes y débiles, bases fuertes y débiles; color y pH de los cationes, reacciones con bases fuertes y débiles, sulfuro de sodio, aplicaciones e identificación.
- Reactividad comparada de los no metales del bloque p. Obtención de X_2 y de HX; color, pH, solubilidad en agua y en otros solventes; propiedades químicas.
- Reactividad del dióxigeno y sus compuestos. Obtención de O_2 ; color, pH, solubilidad en agua; oxidación de distintas sustancias; reacciones de formación de óxidos y de éstos con el agua, clasificación de los óxidos; peróxido de hidrógeno: estabilidad, propiedades químicas e identificación.
- Reactividad comparada de los restantes no metales del bloque p: S, N, P, As, C, y sus compuestos. Propiedades físicas y químicas de los alótropos; color, pH y reacciones de los oxoácidos, óxidos y oxoaniones frente a los ácidos, ión $Ag(I)$ y ión $Ba(II)$; identificación.
- Reactividad comparada de los metales del bloque d y sus compuestos. Oxidación directa; reacciones de los metales con el agua, etanol, ácidos fuertes y débiles, bases fuertes y débiles; color y pH de los cationes, reacciones con bases fuertes y débiles, sulfuro de sodio, aplicaciones e identificación; color, pH y reacciones de los oxoaniones frente a los ácidos, ión $Ag(I)$ y ión $Ba(II)$; identificación.

Plantear qué es lo que se demostró en cada experimento y cómo puede explicarse ese comportamiento (aspectos teóricos de lo practicado experimentalmente)

Para ello, se recomienda seguir las siguientes instrucciones:

- Ubicar el/los elemento/s en la Tabla Periódica; plantear su/s configuración electrónica y sus propiedades periódicas (tamaño, electronegatividad, energía de ionización, puntos de fusión y de ebullición, densidad, dureza, entre otras)
- Comparar las propiedades físicas y químicas del elemento con otros que formen parte del bloque, o de los elementos del bloque, o del o los elementos con los de otro bloque, según corresponda, explicando cuál es la tendencia general en el comportamiento según la ubicación en la Tabla Periódica (periodicidad de las propiedades)”

Adviértase que, aunque los contenidos son los mismos, la secuenciación fue diferente (y continúa siéndolo en los recientes ciclos lectivos) a consecuencia de las particulares preferencias de los alumnos y su influencia en la definición en el planeamiento y ejecución de la tarea experimental.

IV.6.- Características principales del diseño en 2003 y 2004

Como ya se había realizado en el 2002, a medida que iban transcurriendo los distintos trabajos experimentales durante el año de cursada, la planificación del trabajo experimental se fue trasladando cada vez más al alumno. Se acordaron los experimentos a realizar, pero el procedimiento y su correspondiente material y sustancias, principalmente, ya no se registraron en las Guías de Trabajo, con la intención de que el alumno incorporara las técnicas y procedimientos básicos, se condujera en el laboratorio de forma natural y sin depender de instrucciones escritas.

Este ejercicio permitió que los alumnos construyeran el marco teórico apropiado y necesario para saber dónde, qué y cómo mirar al efectuar las observaciones o para interpretar lo que veían o medían; a la par, favoreció el análisis de las acciones posibles y la planificación estratégica del trabajo, de manera que éste fuera provechoso.

En general, los resultados muestran que los alumnos del 2003 utilizaron la predicción mucho más que los del 2002 (26 de los 29 alumnos); no tuvieron grandes dificultades con el diseño experimental (21), la observación (20), comunicación (19) y la identificación y control de variables (18); quizá tuvieron más problemas con la interpretación de datos (17) y, sobre todo, con la clasificación (10). Comparando estos resultados con los del 2002, donde la predicción y la clasificación fueron los procedimientos que más fallaron (sólo 5 alumnos de los 42 emplearon la predicción y 6 la clasificación), siguiéndole en orden de importancia la identificación y control de variables (19 / 42), se puede afirmar que en 2003 no existe un procedimiento o procedimientos predominantemente más difícil, a excepción de la clasificación. En la categoría B, solamente, aparece la clasificación como el que falla más que los otros: cinco alumnos fallaron solamente en él (subcategoría B1) y existen otras subcategorías B y C, más todas las subcategorías D que fallan en este procedimiento. De todas maneras, está lejos de destacarse como en el 2002. Una posible razón de por qué no existe un procedimiento que falle más que los otros podría subyacer en los cambios operados en las estrategias de enseñanza de la cátedra, lo cual involucraría un efecto deseable.

En el 2004, la última evaluación abarcó los mismos temas: aniones del bloque p, incluidos los halogenuros, y cationes del bloque d. Rindieron diecisiete alumnos; ninguno de ellos era recursante. La modalidad y las condiciones de la evaluación fueron prácticamente iguales.

Análogamente al 2003, se instó a los alumnos a preparar el material de

trabajo previamente a la evaluación, recomendando que idearan estrategias para deducir iones incógnitas en solución basándose en los resultados obtenidos en la experimentación.

Se les proporcionó a cada alumno dos soluciones, una con un catión del bloque d (identificada con números) y otra con un anión del bloque p o del bloque d (identificada con letras) Algunas combinaciones consistieron en dos iones incoloros y no en el binomio incoloro – coloreado del 2003. No fue un hecho premeditado; se buscaba combinar convenientemente los iones para evitar las repeticiones entre los alumnos que trabajasen en la misma mesada, al mismo tiempo.

Otra vez, no se destaca un procedimiento como más difícil. En grandes líneas, se puede sugerir que los alumnos del ciclo lectivo 2004 son buenos observadores (14 de los 17 alumnos manejan este procedimiento; ver “Totales por procedimiento”) y formulan predicciones (11), pero no saben comunicar convenientemente información (sólo 7 de los 17 alumnos); en los demás procedimientos, se desempeñan medianamente bien.

Las deficiencias en comunicación ya se producían en evaluaciones anteriores. Pero en esta evaluación esas deficiencias quedan más en evidencia; las ecuaciones químicas se tienen que ir preparando en función de los cambios que se producen en la experimentación, y en relación a lo que cada alumno interpreta de esos cambios. Además, en muchos casos los alumnos no incluyeron ecuaciones en su material de trabajo (a veces, ni siquiera la naturaleza química del producto de la reacción), como ocurrió en 2003.

A tal punto se consideraron relevantes las falencias en comunicación que no se aprobó a los alumnos que no hubiesen interpretado correctamente los resultados mediante las ecuaciones correspondientes aunque hubiesen descubierto el ión. Éste es un criterio que se ha mantenido en la cátedra durante años: la expresión química por excelencia es la ecuación química, y saber representar los cambios químicos en términos simbólicos (“hablar en química”) es uno de los objetivos más preciados.

Estos alumnos, en su trabajo experimental durante la evaluación fueron buenos, en lo atinente a su desempeño práctico en las técnicas y operaciones básicas de laboratorio y a la actitud hacia la resolución del problema propuesto. Pero, tal como venía perfilándose en las anteriores evaluaciones, el rendimiento estuvo polarizado: los que se destacaron por su efectividad y los que no lograron resolver el problema o lo hicieron deficientemente, principalmente al comunicarlo. Hubo muy pocos casos intermedios.

En otro orden, la bibliografía (“Apuntes” de la cátedra elaborado por los docentes, textos específicos, Informes, anotaciones efectuadas durante los experimentos, etc.) se utilizó de distinta manera en las clases, comparado con

lo que ocurría con anterioridad. Pasó de ser un libreto obligatorio y necesario para recitar en un examen final a una herramienta de trabajo en las clases para encontrar las claves de muchas situaciones que ocurrirían o habían ocurrido en el laboratorio. Ése es el sentido en que lo pensaron los docentes, que se apoyaron en ella para guiar el desarrollo de las distintas temáticas y para trabajar activamente en el aula en las distintas instancias del plan de enseñanza y de aprendizaje.

Debido a la nueva estructuración de los temas, así como el papel de los experimentos en la enseñanza y el aprendizaje, donde el acento estaba puesto en la hipotetización, el análisis de los datos, la interpretación de ellos, el establecimiento de las conexiones intrínsecas entre esos datos y con el soporte general entre los conceptos principales, así como de las reglas del comportamiento químico y físico de las sustancias, emergió una nueva interpelación a la bibliografía en la búsqueda de respuestas. Así, por ejemplo, se partía de resultados anteriores obtenidos en la experimentación para pronosticar qué sucedería en el nuevo contexto o en un nuevo experimento con otras sustancias una vez que se había llegado a una relación entre ellas: por caso, dado las diferencias y semejanzas entre las configuraciones electrónicas y propiedades atómicas de los elementos de distintos bloques, qué sucedería con la reactividad frente a tal reactivo de los de un bloque de elementos, comparado con lo que ocurrió en el anterior bloque. Para ello, el docente señalaba cómo usar los datos bibliográficos de que se disponía para establecer dichas hipótesis, el alumno buscaba entre sus anotaciones el comportamiento químico del anterior bloque, y en la bibliografía rastreaba los indicios de cómo llegaría a ser el comportamiento por venir. Luego de la experimentación, los alumnos solos o en los grupos conformados en el laboratorio, trabajaron en el análisis de los datos así como en su interpretación mediante ecuaciones químicas, gráfico, apoyándose nuevamente en la bibliografía. La elaboración de explicaciones orales y escritas de los sucesos, tal como el Informe del trabajo experimental, verdadero documento de trabajo de la experimentación de inestimable valor durante la evaluación, fueron guiadas por los docentes en el aula; ellos acompañaron y sostuvieron la atención hacia el objetivo de búsqueda, y fueron planteando las cuestiones importantes en el establecimiento de las relaciones conceptuales. Se resalta la gran diferencia aquí: es el alumno quien busca las respuestas por sí mismo, y por tanto su participación en su propio aprendizaje es más activa que cuando es el docente el que las adelanta.

Representó un esfuerzo mayor para ambos: para el docente, preocupado porque los alumnos busquen lo necesario y lo útil, para los alumnos porque lo hacen con una mayor dedicación que el simple escuchar respuestas procesadas por una mente “superior” como consideran a la del docente.

V.- CONCLUSIONES

V.1.- Introducción

El diseño de un modelo de enseñanza basado en el constructivismo que se ha ido desplegando a lo largo de estas páginas es una experiencia que abre nuevas posibilidades de lograr una mayor efectividad en la consecución de los objetivos de enseñanza y de aprendizaje que se ha planteado la cátedra de Química Inorgánica.

Dicha experiencia ha desafiado la sabiduría, la capacidad y la creatividad de la comunidad constituida por los docentes y los alumnos que han cursado la asignatura durante estos últimos años, y fundamentalmente ha sacudido la monotonía y el apegamiento al currículo que había imperado hasta entonces, dejando una sensación de agradable satisfacción por haber aceptado el desafío de cambiarlo y, hasta cierto punto, mejorarlo.

Ha fortalecido la creencia de que el espíritu crítico y la reflexión permanente sobre las idas y venidas del quehacer docente, iluminados por los resultados de la investigación y la perspectiva epistemológica, son necesarios para el crecimiento personal y comunitario. En particular, se ha podido llevar adelante este proceso gracias al conocimiento sobre la dinámica del proceso de enseñanza y de aprendizaje, así como de los supuestos epistemológicos subyacentes, que los docentes han ido adquiriendo.

La información relevada permitió construir un diseño de actividades prácticas diversas, tanto en el ámbito del laboratorio como en el aula, que resultaron efectivas, en la medida que se acomodaron a las necesidades de los alumnos actuales y a las expectativas de los docentes.

A continuación, se señalan las conclusiones principales y las posibilidades futuras de este trayecto, ya que como es de esperarse en un proceso constructivo la clave distintiva es la resignificación de la información en función de los intereses, el contexto y el acento epistemológico que cada actor le otorga.

V.2.- Características principales del diseño de los Trabajos Prácticos

En sucintas líneas, la evolución de la didáctica en Química Inorgánica introdujo una nueva forma de trabajo intelectual entre docentes y alumnos, merced a un plan atravesado por múltiples transformaciones e innovaciones respecto a la estructura original de la cátedra. He aquí sus características destacadas.

Un primer ejemplo lo constituye el cambio en el empleo de las Guías de Trabajo experimental en el laboratorio. De común acuerdo con los alumnos se procedió a la elección y la posterior realización de aquellos experimentos que les resultaron interesantes a ambas partes. Los docentes no se ocuparon de elaborar en exclusiva dicha Guía ni presentaron unilateralmente los experimentos a desarrollar; sí proporcionaron las instrucciones

procedimentales mínimas, en el mismo momento de la ejecución de los experimentos; y esto último sólo en las de carácter especial, ya que los procedimientos y técnicas básicas del trabajo se asumió que estaban ya subsumidas por parte de los alumnos.

Respecto a la esfera motivacional y afectiva, en general el alumno del primer Curso de la carrera es curioso, aunque no siempre es fácil mantener su atención en el transcurso de la clase cuando se inicia en la ejecución de tareas como las señaladas. De manera que el trabajo de los docentes en todo momento fue amenizar adecuadamente el discurso, captar al máximo el pulso de la comprensión de los alumnos y esforzarse por orientar las actividades de los alumnos para estimular la voluntad de aprender, al mismo tiempo que para impulsar y facilitar los aprendizajes o metas perseguidas en cada caso.

Por otro lado, hubo cambios en los momentos dedicados a la discusión de los resultados y su integración a la matriz teórica conformada a los principios estructurantes de la Química Inorgánica: el momento elegido para hacerlo fue a posterior de la sesión de laboratorio, en vez de hacerlo antes de la realización de los experimentos. Ello teniendo en cuenta, por un lado, la interacción social que se verifica en esos momentos, de gran importancia para Vygotski en pro de una mejor elaboración de los instrumentos cognitivos; además, si esta tarea se efectúa en comunión con los docentes de la cátedra, se aumentan las posibilidades de éxito en el desarrollo y aprendizaje de los alumnos. En ese sentido, el papel mediador del docente, el trabajo cooperativo y la naturaleza interpersonal del aprendizaje han sido los principios rectores en la planificación de las actividades de enseñanza. Por otro lado, la exteriorización del pensamiento en la comunicación de los resultados y su vinculación con la tendencia del comportamiento químico, las relaciones y proyecciones de ellos pone sobre el tapete la interacción entre las funciones del lenguaje y el pensamiento: esta interacción es grande y se acrecienta enormemente durante la adolescencia, también según este autor; de ahí la importancia de trabajar en esas sesiones en esta relación entre los procesos de aprendizaje e instrucción, en la internalización y consiguiente reestructuración de mediadores simbólicos de los alumnos.

Esta estrategia de integración efectivizada en el momento posterior a la práctica experimental ha mostrado su validez en ese sentido. Si bien durante la sesión experimental docentes y alumnos intercambian ideas, formulan cuestiones unos a los otros indistintamente, se concilian diferencias en las apreciaciones personales de las características observadas en las reacciones químicas, es a continuación, en el aula, donde se reflexiona sobre el significado de las observaciones, su interpretación química, su implicancia, su generalización. El concepto de ciencia, de saber científico y de proceder científico en la Química se esculpe y se tiende a socializar entre todos.

También, una gran variante introducida por esta nueva didáctica fue la realización de un Trabajo Final, integrando varios experimentos. Es de destacar que para este Trabajo Final se requiere reunir una buena cantidad de datos, la elaboración de una estrategia personal de resolución de problemas y la ejecución de la misma para resolver un problema real en el laboratorio, un

escenario también auténtico. Este diseño responde a la perspectiva de lograr el aprendizaje significativo en el sentido de Ausubel, lo cual implica que se debe disponer de un modo organizado y explícito la información presentada al alumno por el docente como asimismo la que él mismo produce con sus Informes de trabajos experimentales anteriores; como ya se ha enunciado, el aprendizaje también es organizado y sistemático, un fenómeno complejo que no se reduce a simples asociaciones memorísticas, sino a una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el alumno posee en su estructura cognitiva.

Los alumnos que no han logrado incorporar algunas de las habilidades señaladas fallan cuando deben manejarse individualmente, tal como ocurre por ejemplo en el Trabajo Final. Estos alumnos muestran una falencia en la identificación y control de variables que influyen en las reacciones químicas y, así, no calientan el tubo de ensayo donde se está realizando la reacción, o no agregan los reactivos en el orden que se requiere y la reacción directamente ocurre más lentamente o directamente no se observa. Es probable que, cuando fueron practicadas en la sesión experimental correspondiente, estos alumnos no hicieran buenos registros en sus informes (que se constituyen en la base de datos de la evaluación final) y más bien fueron dependientes de sus compañeros. Esas falencias afloran cuando trabajan solos.

Respecto a la realización de operaciones de producción de conocimiento cuando los alumnos están trabajando en el laboratorio, que fueron estudiadas a partir del análisis del discurso que acompaña a dicha labor, pudo observarse la existencia de una argumentación limitada; por una parte, logran solucionar el problema que los docentes le presentan, pero al momento de elaborar estrategias propias de la ciencia su capacidad es deficiente. No llegan al nivel que los docentes pretenden, o al menos no todos los alumnos lo alcanzan. De todas maneras, es rescatable la experiencia del trabajo final para “escuchar” cómo los estudiantes “hablan ciencia”, a partir de las pautas en el razonamiento que ellos emplean.

Por otro lado, la nueva remodelación de la labor experimental ha proporcionado instrumentos de evaluación que han permitido estudiar más detalles, profundizar y explicar ciertas dificultades de aprendizaje en los alumnos, que antes pasaban desapercibidas o no podían resolverse por parte de los docentes. De esta manera, se obtiene información sobre el grado de adquisición de conceptos científicos, tal como sostienen los autores citados más arriba, principalmente Vygotski. Para ellos, los conceptos científicos son adquiridos a través de la instrucción y forman parte de un sistema propio o pirámide de conceptos; un concepto tiene significado por su relación con los otros conceptos dentro de la pirámide. En la formación de los verdaderos conceptos, la conciencia del sujeto está dirigida hacia los propios conceptos, no hacia los objetos. Conciencia y sistematización son una misma cosa: los conceptos científicos se aprenden tomando conciencia de su relación con los otros conceptos.

El proceso exploratorio de las dificultades de aprendizaje llevado a cabo casi simultáneamente a este trabajo contribuyó al cambio, como ya se ha

señalado. El empleo de los contenidos procedimentales como indicadores de dichas dificultades planteó una revisión total de las prácticas docentes pasadas. Por ejemplo, cuando se analizaron las preguntas de evaluaciones ya aplicadas desde la perspectiva de las habilidades cognitivas que ellas testeaban se encontró, con gran sorpresa, que pocos eran los contenidos procedimentales evaluados, y algunos que se creía que sí eran evaluados, en realidad, no lo hacían; así, se pensaba que se estaba evaluando la observación cuando se preguntaba por el aspecto de una sustancia, y sin embargo sólo era el recuerdo de algo percibido en el laboratorio.

Lo distintivo del proceso de construcción que comenzó en el 2002 fue la metamorfosis que experimentó la cátedra, al subvertirse el orden tradicional e histórico de los Trabajos Prácticos vigente hasta entonces, dándole el nuevo diseño surgido de los acuerdos entre docentes y estudiantes, y elaborado en base a las expectativas de estos. Las actividades en que se ejercitaron las habilidades cognitivas fueron más numerosas y se constituyó a partir de entonces en algo habitual, naturalmente asimilado a las actividades. En el 2003 se dio otro diseño distinto que tuvo un mejor acabado por la maduración propia de la experiencia recogida en el ciclo lectivo anterior.

Por influencia de esta reflexión sobre la calidad de la evaluación, las dificultades de aprendizaje, las estrategias de enseñanza, y, en definitiva, sobre qué es aprender y cómo enseñar, la forma de la enseñanza y de la evaluación cambió notoriamente. Se hizo más hincapié en comparaciones, interpretaciones, deducción de tendencias generales y predicciones basadas en las generalizaciones. La comunicación e identificación de las variables que influyen en los procesos químicos, explicación de las interrelaciones y elaboración de conclusiones siempre estuvieron presentes en las actividades didácticas, aunque ahora, junto a las otras habilidades cognitivas, mejoraron y se potenciaron.

En definitiva, lo característico del cambio metodológico es que, empleando los mismos contenidos conceptuales se estructuró en diferente forma su desarrollo. La estructura de ese diseño se originó en las expectativas de los alumnos; ellos eligieron estudiar en ese orden, de esa manera y esos aspectos de las propiedades de las sustancias; los docentes se acomodaron a ese diseño. Sólo fue necesario tener en claro qué se quería enseñar; el cómo y hasta dónde lo impusieron los alumnos.

Sin lugar a dudas, como ya se expresó, fue un desafío para los docentes, pero a la vez resultó reconfortante “sacudir” la rigidez y la monotonía de reproducir fielmente el Programa de Contenidos Conceptuales, el clásico compás de cada unidad temática con su Trabajo Práctico. ¡Y puso a prueba la flexibilidad y la creatividad de todos!

Es evidente que estos cambios del diseño de las actividades propuestas han sido acompañados de un nuevo acomodamiento de los supuestos de los docentes para lograrlo, así como de su intencionalidad al momento de decidir sus características. Como ya se ha comentado, ha sido enorme el esfuerzo de

revisión, análisis y reconducción de la experiencia a nuevos derroteros en aras de pensar y repensar la metodología de la enseñanza y el aprendizaje.

La exclusión de las Guías, por ejemplo, obedece a un objetivo de formar alumnos con una visión desestructurada frente a los fenómenos químicos y sus consecuencias para el aprendizaje de conceptos y procedimientos: la búsqueda de resultados significativos por parte de los alumnos para alcanzar el conocimiento de las propiedades de las sustancias es más relevante que seguir una lista de instrucciones escritas que distraen la atención de los estudiantes y muchas veces desvirtúan el trabajo en el laboratorio y hasta logran extraviarlo en el transcurso de su desarrollo. Ha sido evidente un mejoramiento sustancial en los aprendizajes de los procedimientos experimentales básicos y una mayor independencia de los docentes y de los escritos. Quedan incorporados como algo natural en su trabajo; sólo consultan alguna que otra vez para asegurarse que están operando bien. Un valor agregado es que fomenta la creatividad de los estudiantes: a veces surgen procedimientos innovadores muy meritorios.

V.3.- El diseño de los Trabajos Prácticos en la enseñanza de la Química

En las pruebas aplicadas a las Guías de Trabajo de la asignatura, se encontraron resultados muy semejantes a los de la investigación de Tamir y García Rovira, M. Pilar (1992), en cuanto a nivel de indagación bajo de las actividades allí propuestas (tenían un nivel de indagación uno: se les plantea la cuestión y el método, aunque los alumnos deben encontrar la respuesta), y a que no requieren habilidades específicas de indagación superiores como formulación de preguntas o de hipótesis, diseño de experimentos, etc.

Por tanto, se propusieron alternativas superadoras, reciclando y perfeccionando los Trabajos existentes al momento (al decir de Tamir y García Rovira) para transformarlos en otros de mayor nivel de indagación y que ofrecieran oportunidades para desarrollar todas las habilidades y procedimientos inherentes al trabajo experimental. Así, se trató de otorgar un mayor grado de participación de los alumnos en la planificación de las actividades prácticas y en su ejecución; se fomentó que ellos decidieran qué experimentos realizar y que interviniesen más en el diseño experimental. Se logró que, al avanzar la cursada, se produjera gradualmente una autonomía de los alumnos en lo relativo al procedimiento experimental pautado, mediante la internalización de las técnicas y operaciones básicas, comunes a todos los experimentos; por ello, se tendió a eliminar la Guía de Trabajo en forma escrita, para evitar la dependencia de la "receta", que por otra parte ha demostrado su inutilidad. Ante cualquier innovación o cambio de procedimiento, se convenía con los alumnos los pasos a seguir, antes de efectuar el experimento.

Como resultado del proceso mediante el cual se fueron diseñando los Trabajos Prácticos, con la modalidad arriba enunciada, ha quedado patentizado que lo que el trabajo experimental debería lograr es que los alumnos encuentren en los experimentos los aspectos profundos de la metodología de trabajo para aprehender las propiedades de las sustancias desde un sistema de clasificación periódico, que gobierna y explica esas propiedades; y no tanto lo superficial de las reacciones, como colores, olores, aspectos, emisión de luz

ultravioleta, velocidad de reacción. Esto surge claramente como conclusión en una investigación (Bruer, 1995) donde se estudian las diferencias entre expertos y novatos, que debían clasificar en categorías unos problemas de Física en función de cómo pensaban resolverlos; en la misma, se establece que la gran diferencia entre unos y otros está dada por la comprensión de ciertos “aspectos profundos”, esto es: leyes y principios de la Física que los expertos conocen y les permite agrupar los problemas de manera diferente a los novatos, que lo hacen en función de aspectos más superficiales.

Por otro lado, así como los físicos ven los grupos de objetos como sistemas y las interacciones entre sistemas como fuerzas, los químicos ven los cuerpos y piensan en las sustancias de que están hechas, y asocian las interacciones entre ellas con reacciones, que ponen de manifiesto sus propiedades químicas. Así que ante la evidencia de que ha habido una reacción se trata de “pasar en limpio” el fenómeno observado y armar una ecuación química que lo explique. Se trata de establecer, a través de la *codificación del problema* qué propiedades se están poniendo en juego para las sustancias involucradas y, a partir de allí, cuáles son las regularidades: semejanzas y diferencias, secuenciación progresiva de las propiedades que marca la Ley Periódica. A su vez, esa representación abstracta de las propiedades químicas permite al experto ver comportamientos similares en sustancias diferentes, tal como hacen los expertos en Física en la investigación mencionada.

Al principio, los alumnos – como los principiantes que son – ven en los Trabajos Prácticos una especie de colección de reacciones químicas que hay que hacer “para ver qué dan”. Al cabo de un tiempo, algunos – aunque lo deseable sería todos ellos – verán para qué hacen esas reacciones y qué le demuestran sus resultados para aprender sobre regularidades en el comportamiento químico.

Los testimonios de los alumnos, recogidos a propósito de esta cuestión, ilustran claramente las dificultades que presenta la comprensión de los principios estructurantes de la química inorgánica, que se resuelven (al menos para algunos) al final de la cursada, cuando se ha desarrollado completamente los contenidos. En general, hasta ese momento no perciben las conexiones ni pueden visualizar el sistema de periodicidad de las propiedades para interpretarlas, ordenar las experiencias con las sustancias y sustentar la clasificación de los comportamientos químicos. Algunos relataron cómo fueron encontrándole sentido a lo que se les enseñaba: comprendieron las estrategias a aplicar:

“Yo no entendía nada al principio, después sí empecé a entender... Porque hacíamos nada más que parte práctica, reacciones; y quizá yo no entendía muchas cosas; y sabía que esto con esto daba esto, pero no entendía lo que pasaba ahí, o por qué pasaba eso... Después, a mitad de año, ya empecé a entender todo”, José, 2002.

“Yo creo que lo que más costaba era porqué, para que precipite tal cosa, usaba tal reactivo. Porque, después, la unión, por lo menos a mí, no me costaba o pasarlo a un papel, tampoco. Pero por qué ése y no otro. Uno, después que estudia todo, las reacciones, bien el tema, te das cuenta. Pero por ahí, si venís sin estudiar mucho no podés (entender) por qué este hidróxido y no otro, ... ese tipo de cosas. Por ahí, (también son difíciles) los Informes, (porque) no sabés cómo escribirlos al principio; o escribís demasiado o demasiado poco o no les gusta. O sea irse mucho por las ramas y no escribir lo que (realmente vale la pena)” Noelia, 2004.

Análogamente al novato descrito por los investigadores, en Química el alumno ve colores, aspectos (granuloso, coloidal, cristalino), arma una ecuación, pero no profundiza para qué le sirve saber qué significado tiene lo que observa en cuanto a las propiedades de las sustancias, diferenciar unas de otras, utilizarlas en otra situación, aplicarla a una generalización. De modo que, en gran parte, el trabajo del docente debería centrarse en conducir a cada alumno en este derrotero a la experticia.

Por otro lado, si no se enseña a los alumnos la conexión entre las ecuaciones y las estructuras conceptuales que las fundamentan, la interpretación de fenómenos químicos experimentales por parte de ellos será pobre. Se requiere una ejercitación de la “mirada cualitativa” sobre lo que ocurre en el Laboratorio: qué hay detrás de lo que se hizo y de lo que se obtuvo como resultado de los experimentos. Tomando distancia del aspecto simbólico (la ecuación química), se debería apreciar mejor la relación entre cómo se trabaja y para qué sirve lo que resultó de la experimentación; debería conformarse una representación mental adecuada de lo que se está estudiando.

Evidentemente, la secuencia elegida en las estrategias de enseñanza: comenzar con Trabajos Prácticos que permitan acceder a los referentes de los conceptos (fórmulas y nombres de las sustancias, ecuación química, fenómenos físicos y químicos, entre otros), luego con las reacciones principales y su procedimiento experimental, para proseguir en forma creciente con la información más detallada y compleja de las relaciones entre las propiedades, es la necesaria para la elaboración de contenidos y para lograr que los alumnos lleguen a ser *expertos*, tal como propone Reigeluth.

En buena medida, se ha visto que los alumnos que recursan la asignatura reciben con entusiasmo esta forma de trabajar; así, se movilizan más y están mejor dispuestos a aprender; esto es una conquista muy valiosa para los docentes, dado la situación particular de estos alumnos. Los alumnos recursantes han demostrado un gran avance en la elaboración de Informes del trabajo en el laboratorio, por ejemplo.

V.4.- La participación de los alumnos en el diseño de su propio aprendizaje

Una cuestión central de la enseñanza sobre la que se asentaron las actividades propuestas por los docentes, así como la motivación para utilizarlas convenientemente fue el conocimiento generativo que se señala en *El conocimiento como base del aprendizaje* del punto II.4.- **Los fines, objetivos y contenidos en la enseñanza de las ciencias**. Estas actividades deben nutrir y estimular la elaboración de conocimientos de los alumnos y ayudarlos a acrecentar cada vez más su capacidad para controlar y guiar su propio aprendizaje y pensamiento (Resnick, L. y Kopfler, L., 2001)

Sin lugar a dudas, la práctica cotidiana en las aulas y en el laboratorio junto a la investigación educativa fue mostrando a los docentes ciertas dificultades de aprendizaje que se presentan y ello les permitió anticiparse y plantear actividades específicas para que los alumnos recombinaran sus ideas primitivas con las que se desprenden de las observaciones experimentales y la discusión guiada, adoptando otras nuevas, de manera de otorgar una perspectiva lógicamente más coherente y que se pueda aplicar a distintas situaciones. Al ir involucrando a los alumnos en el planteo de las actividades de aprendizaje, ellos hacen explícitos sus razonamientos al buscar respuestas a las cuestiones que le interesa conocer. A la par, se prueban esos razonamientos cuando se efectúan predicciones sobre el comportamiento químico que se pondrá en juego en las experiencias y al exponer sus posturas al respecto.

Para ello, se buscaron situaciones comunes (como por ejemplo las que se relatan en “Diseño de experiencias para el tema ‘Hidrógeno’ ”) Resultan preferibles a situaciones ideales, pensadas para la enseñanza, que generan resistencia en los alumnos por cuanto las perciben alejadas de sus vivencias cotidianas. Justamente, la Química adquiere sentido cuando se la contextualiza, se muestra su aplicación en ámbitos tradicionales y de la profesión. Trabajar en los experimentos con metales del droguero de la Facultad y hacerlo con trozos de envases de alimentos, cañerías o artículos semejantes tomados del contexto de aplicación, producen los mismos resultados desde el punto de vista químico; pero la segunda opción es preferible para la enseñanza porque motoriza el desempeño entusiasta de los alumnos; llama más la atención, comparado con la primera situación, y es más provechoso, aunque el docente aclare verbalmente la semejanza entre uno y otro escenario.

En la cátedra Química Inorgánica, los alumnos participaron activamente en la experimentación, a diferencia de lo que ocurre en el nivel medio e incluso de algunas instituciones de nivel terciario y superior universitario donde los alumnos sólo observan lo que los docentes practican como experimentos ejemplares. Este detalle también es importante a los fines de los logros en el aprendizaje: el interés es real si antes se han involucrado con la actividad y queda más grabada en sus mentes (el experimento se transforma en

experiencia) y, por lo tanto, su recuerdo se recupera más fácilmente si lo han practicado ellos mismos.

En el transcurso de la práctica, los docentes alentaron a sus alumnos a elaborar en el momento el Informe de lo que va ocurriendo, registrando sus observaciones acerca de cómo se hace el experimento, mediante un esquema, de las aportaciones que los docentes, ellos mismos y sus compañeros fueron volcando verbalmente, y de la interpretación de los resultados de los experimentos en forma literal y también simbólicamente mediante la ecuación correspondiente. Así, la representación de las situaciones por escrito y oralmente aumenta las posibilidades de crear ese entramado de ideas previas al experimento y las generadas a partir de él, que les permitirá reconocer la existencia de sus ideas iniciales: “*Yo creía que...*”; “*yo había visto antes que...*”; y de los desfases entre ellas y la información obtenida, mejorando la comprensión.

Incentivados por los docentes o de manera espontánea, los alumnos fueron efectuando conexiones con los conocimientos u observaciones previas. Ello quedó evidenciado cuando los trajeron a colación mientras observaban algo en el laboratorio o cuando el docente iba declarando en el diálogo sobre el tema en una explicación, o relación, o integración de temas: “*¿Y qué tiene que ver esto con los fuegos artificiales?*” cuando observaban coloraciones de sales alcalinas a la llama del mechero; “*Yo leí (o escuché) que en la planta potabilizadora usan sulfato de aluminio ... Entonces, eso que Ud. dice ¿es lo mismo?*” cuando se hacía una demostración del carácter adsorbente del óxido hidratado de aluminio; “*¿Y por qué cuando uno quema pólvora se siente el mismo olor? ¿También tiene azufre?*” cuando se quemaba azufre sólido en oxígeno puro o en el aire simplemente. Algunos se entusiasmaban que ¡volvían a repetir o reelaborar ciertos experimentos en su hogar!

Como consecuencia de un proceso que venía ocurriendo desde antes, a esta altura de la evolución del modelo didáctico, “terminar el Programa” (de contenidos conceptuales) dejó de ser una preocupación importante; los conceptos o conocimientos se seleccionaron en base a su carácter estructurante o generativo: los que permiten enseñar a elaborar, cuestionar y utilizar la información. En forma consecuente, se produjo una selección de experimentos que fueran más significativos y promotores de aprendizajes, orientados a la preferencia del grupo de alumnos. En otro orden, se estimuló la elaboración de escritos originales por parte de los alumnos, fomentando la búsqueda de información, tanto de fuentes bibliográficas como de su trabajo en el laboratorio y para informar en cada tarea de aprendizaje como en el examen final, buscando el ejercicio de las habilidades de comunicación y producción de información. Igualmente, la forma y el contenido de la evaluación se fueron modificando, como se explicó antes.

V.5.- Consideraciones finales

No obstante lo expuesto, hay que apuntar que no todo fue positivo ni transcurrió en la forma preparada. Aún hoy, en que toda esa experiencia se recicla y la información recolectada en años anteriores se va reformulando, surgen problemas y cuestiones que resolver.

Los alumnos acompañan y se establece generalmente un vínculo muy profundo entre ellos y los docentes. Pero es preciso señalar que muchas veces los docentes se angustian al sentir que no encuentran eco en los alumnos cuando proponen actividades de enseñanza y de aprendizaje, que elaboran, diseñan y planifican con esmero y dedicación. Se percibe muchas veces una suerte de apatía por parte de los alumnos cuando ello ocurre. Sólo intervienen a veces preguntando algo a los docentes en el transcurso de las clases. Pero, con desazón, se observa que esas preguntas se orientan más bien a asegurarse que entienden bien algo que forma parte de la conversación – lo cual es correcto – no para **saber algo más** sobre el tema o asunto en cuestión.

Aunque tal vez este desgano e indiferencia con que los alumnos del primer Curso a menudo tienen acostumbrados a sus docentes sean aparentes, y se deba a que **todo** lo que a ellos les enseñan es novedoso, inalcanzable, incomprensible, de un grado de magnificencia y perfección tal que no pueden compararlo o adaptarlo a lo que han ido registrando a partir de sus experiencias anteriores y cotidianas. No tienen dónde asentar lo nuevo, tal es su carencia de conceptos básicos e imprescindibles para comprenderlos y asimilarlos. No parece tener comparación con generaciones anteriores, mucho mejor preparada para los estudios universitarios. En otras palabras, no es que no les interesen los nuevos conocimientos, ni que los menosprecien: no pueden alcanzar a determinar su dimensión real porque no tienen cómo ni dónde encuadrarlos. La zona de desarrollo próximo de Vygotski es una distancia bastante mayor a la esperada.

Aún así, los docentes siguen insistiendo en su aspiración de mejorar el quehacer docente, con sus idas y venidas, reflexionando y probando con nuevas esperanzas cuanto puede imaginarse para lograr esa tan anhelada meta: que sus alumnos aprendan. Sustentados y alentados por la firme creencia de que el espíritu crítico y la reflexión permanente, iluminados por los resultados de la investigación y la perspectiva epistemológica, son necesarios para el crecimiento personal y comunitario.

Después de todo, la investigación educativa que dirige a esta continua búsqueda quizá sea para los docentes lo que para los alquimistas de la antigüedad fue la búsqueda incansable de la piedra filosofal. Tal vez, como ellos, nunca se la encuentre; pero la búsqueda,... ésa es la razón por la cual vale la pena seguir investigando.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Ausubel, D. P. et al. (1986), "*Psicología Educativa*", Trillas. Capítulo 4: Aprendizaje significativo por recepción y retención.
- ❖ Ausubel, Novak y Hanesian (1986), *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, México: Trillas, 2da. edición
- ❖ Babor e Ibarz Aznárez (1977) "*QUÍMICA GENERAL MODERNA. Una Introducción a la Química física y a la Química descriptiva superior (Inorgánica, Orgánica y Bioquímica)*" – Barcelona: MARIN S.A.
- ❖ Barberá, O. y Valdés, P. (1996), "El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión". En *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365 – 379)
- ❖ Beck, I. (2001) "*La enseñanza de la lectura autorregulada*" En Resnick, L. B. y Kopfler, L. E. (compiladores), "*Curriculum y Cognición*", Buenos Aires: Aique.
- ❖ Bransford, J. D. y Vye, N. J. (2001) "Una perspectiva sobre la investigación cognitiva y sus implicancias para la enseñanza". En Resnick, L. B. y Kopfler, L. E. (compiladores), "*Curriculum y Cognición*", Buenos Aires: Aique.
- ❖ Brescia, Arents, Meislich y Turk (1981) "*Fundamentos de química*" – México: Compañía Editorial Continental S.A. -
- ❖ Bruer, J. T. (1995) *Escuelas para pensar. Una ciencia de aprendizaje en el aula* Barcelona: Paidós.
- ❖ Bruner, Jerome S. (1972) *Hacia una teoría de la instrucción*, México: U.T.E.H.A.
- ❖ Caamaño, A. (1992), "Los Trabajos Prácticos en Ciencias Experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación", *Aula*, nº9, 61 – 68.
- ❖ Cañal Del León, Pedro (2000), "El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza", En: PERALES, F. J. y CAÑAL, P. (dirección): *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Alcoy: MARFIL
- ❖ Carretero y otros (1996a) *CONSTRUIR Y ENSEÑAR Las Ciencias Experimentales*, Buenos Aires: Aique
- ❖ Carretero, M., (1996b), *Introducción a la Psicología Cognitiva*, Buenos Aires: Aique
- ❖ Carretero, M. (1998), *Procesos de Enseñanza y Aprendizaje*, Buenos Aires: Aique

- ❖ CHEMICAL EDUCATION MATERIAL STUDY (1979) “*Química. Una ciencia experimental*”, Ed. REVERTÉ S.A.
- ❖ Coll, C. y Rochera, M. J. (1990), “Estructuración y organización de la enseñanza: Las secuencias de aprendizaje”. En Coll, Palacios y Marchesi (eds.) *Desarrollo psicológico y educación II*, Madrid: Alianza
- ❖ Díaz Barriga, F. y Hernández Rojas, G., (2002), *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*, México: McGraw – Hill / Interamericana
- ❖ Driver, R.; Guesne, E. y Tiberghien, A. (1992) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* Madrid: Ediciones Morata S. A.
- ❖ Duschl, R. A. y Gitomer, D. H. (1996), “ *Project Sepia. Design Principles*”, paper presented at the annual meeting of AERA, Nueva York, abril de 1996.
- ❖ García Madruga, J. A. (1990), “Aprendizaje por descubrimiento frente a aprendizaje por recepción: La teoría del aprendizaje verbal significativo”, en Coll, Palacios y Marchesi (eds.) *Desarrollo psicológico y educación II*, Madrid: Alianza
- ❖ Gelli, A. M. (2000) “*La evaluación de los procesos y de los resultados en la enseñanza de las ciencias*”, en F. J. PERALES y P. CAÑAL (dirección) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy. Marfil
- ❖ Gil Pérez, D. (1991) “¿Qué hemos de saber y de saber hacer los profesores de ciencias?” *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77
- ❖ Herron, M. D. (1971), “The nature of scientific inquiry”, *School Review*, 79, pp. 141 – 212.
- ❖ Hodson, D. (1994), “*Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*”, *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299 – 313.
- ❖ Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Bromatología (2000) *Informe y Propuesta Institucional*, documento institucional.
- ❖ Jiménez Aleixandre, M. P. y Sanmartí, N. (1997), “¿Qué ciencia enseñar?: Objetivos y contenidos en la Educación Secundaria”. En Luis del CARMEN (coordinador) *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE de la UBA / HORSORI.

- ❖ Jiménez Aleixandre, M. P. (2000) *“Modelos Didácticos”*, en F. J. PERALES y P. CAÑAL (dirección) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy. Marfil
- ❖ Kaplan, R.; Yamamoto, T. y Ginsburg, H. (2001) *“La enseñanza de los conceptos matemáticos”* En Resnick, L. B. y Kopfler, L. E. (compiladores), *“Curriculum y Cognición”*, Buenos Aires: Aiqué.
- ❖ Kindsvater, Norma María (2001) *PROPUESTA ACADÉMICA, Inserción de las asignaturas QUÍMICA INORGÁNICA y QUÍMICA ANALÍTICA GENERAL en la Licenciatura en Bromatología*, documento inédito.
- ❖ Kindsvater, N. M.; Martinelli, E. A. Arévalo, N.; Farabello, S. P.; Fava, L. M. R.; Lapalma, L.; Rodríguez, D. O. y Tesouro, R. A. (2003) *“Exploración de las dificultades en el aprendizaje de las ciencias experimentales para obtener elementos que configuren estrategias de enseñanza”* Informe de Avance. En: Memorias de las VI JORNADAS NACIONALES Y III INTERNACIONALES DE EDUCACIÓN UNIVERSITARIA DE LA QUÍMICA (jeuq2003)
- ❖ Larkin, J. y Chabay, R. (2001) *“La investigación sobre la enseñanza del pensamiento científico: implicaciones para la enseñanza basada en computadoras”* En Resnick, L. B. y Kopfler, L. E. (compiladores), *“Curriculum y Cognición”*, Buenos Aires: Aiqué.
- ❖ Kleinberg, Argersinger y Griswold - *“Química inorgánica”*. Editorial REVERTÉ S.A. - Edición 1977.-
- ❖ Díaz de Bustamante, J. y Jiménez Aleixandre, M. P. (1999) *Resolución de problemas en el laboratorio de Biología*, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Santiago de Compostela.
- ❖ Limón, M. y Carretero, M. (2000) *“Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias?”*. En *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Buenos Aires: Aique.
- ❖ Litwin, Edith (2006) *La integración: una estrategia de enseñanza para favorecer mejores reflexiones en la enseñanza superior* En <http://www.litwin.com.ar/site/Articulos1.asp>
- ❖ Minstrell, J. (2001) *“La enseñanza de las ciencias para la comprensión”* En Resnick, L. B. y Kopfler, L. E. (compiladores), *“Curriculum y Cognición”*, Buenos Aires: Aiqué.
- ❖ Monereo, C. (coordinador) (1994) *“Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formulación del Profesorado y aplicación en la escuela”* Barcelona: Graó
- ❖ NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Consejo Nacional de Investigación), 2005, *How people learn: Brain, Mind, Experience, and School (Cómo*

aprende la gente: Cerebro, Mente, Experiencia y Escuela), National Academy Press (editorial de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América)

- ❖ Odetti, H. S. (2000) *El diseño curricular de ciencias naturales para tercer ciclo de EGB. Santa Fe, Argentina, ADAXE, Revista de Estudios e Experiencias Educativas*, nº 16, pp. 145 – 162.-
- ❖ Palincsar, A. y Brown, A. (2001) “*La enseñanza para la lectura autorregulada*” En Resnick, L. B. y Kopfler, L. E. (compiladores), “*Curriculum y Cognición*”, Buenos Aires: Aiqué.
- ❖ Perkins, D. (1997) *La escuela inteligente*, Barcelona: Gedisa.
- ❖ Pope, M. (1998) “*La investigación sobre el pensamiento del profesor: una construcción personal*” En Carretero, M. (comp.) *Procesos de Enseñanza y Aprendizaje*. Buenos Aires: Aiqué
- ❖ Popper, K. (1977) *La lógica de la investigación científica* Madrid: Editorial Tecnos.
- ❖ Pozo, Juan Ignacio (1996) *Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- ❖ Pozo, J. I. (1997), *Teorías cognitivas del aprendizaje*, Madrid: Morata
- ❖ Pozo Municio, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998) *Aprender y Enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* Madrid: Ediciones Morata S. A.
- ❖ Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1999) “*Aprendices y maestros*”, Madrid: Alianza.
- ❖ Pro Bueno, A. (1998) “¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias?” *Enseñanza de las Ciencias* 16(1), 21-41
- ❖ Resnick, L. B. y Kopfler, L. E. (2001), *Curriculum y cognición*, Buenos Aires: Aiqué
- ❖ Rivière, A. (1988), *Infancia y Aprendizaje*, Madrid: Visor
- ❖ Rosas, R. y Sebastián, Ch. (2001), *Piaget, Vigotski y Maturana. Constructivismo a tres voces*, Buenos Aires: Aique
- ❖ Rubinstein, J. (2003), *Enseñar Física*, Buenos Aires: Lugar Editorial
- ❖ Sanjurjo, L. y Vera, M. (1986) *El aprendizaje significativo en los niveles medio y superior*, Rosario: Homo Sapiens.

- ❖ Schoenfeld, A.(2001) “*La enseñanza del pensamiento matemático y la resolución de problemas*” En Resnick, L. B. y Kopfler, L. E. (compiladores), “*Curriculum y Cognición*”, Buenos Aires: Aiqué.
- ❖ Schön, D. (1998) *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Buenos Aires: Paidós.
- ❖ Tamir, P. y García Rovira, M. Pilar (1992) “*Características de los Ejercicios de Prácticas de Laboratorio incluidos en los libros de texto de Ciencias utilizados en Cataluña*”, *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), 3 – 12.
- ❖ Tamir, P. y Lunetta, V. I. (1978), “An analysis of laboratory activities in the BSCS Yellow Version”, *The American Biology Teacher*, 40, pp. 353 – 357.
- ❖ Toulmin, Stephen (1958) *The uses of argument* Cambridge: Cambridge University Press.
- ❖ Vázquez Alonso, Ángel y Manassero Mas, María Antonia (1999) “*Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes*”. En *Enseñanza de las Ciencias*, 1999, 17 (3), 377 – 395.
- ❖ Vygotski, L. S. (1934) *Pensamiento y Lenguaje*, Buenos Aires: Lautaro, 1964
- ❖ Vygotski, L. S. (1979), *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Barcelona: Crítica
- ❖ Wertheimer (1945), traducción al castellano (1991) *Pensamiento productivo*, Barcelona: Paidós
- ❖ Woolflok, A. y McCune Nicolich, L. (1989) *Psicología de la Educación para Profesores*, Madrid: Narcea.