

En busca de la autonomía a través de las actividades de cognición y de metacognición en Ciencias

Sonia González¹ y Consuelo Escudero²

¹Departamento de Física y de Química. FFHA. Universidad Nacional de San Juan. Avda. Ignacio de la Roza 230 (O). 5400. San Juan. Argentina. E-mail: sbg1957ar@yahoo.com

²Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan. Avda. Libertador 1109 (O). 5400. San Juan. Argentina. E-mail: cescude@unsj.edu.ar

Resumen: En este estudio se pretende aportar elementos a favor de la autonomía, como actitud que se puede desarrollar mediante la práctica de actividades de metacognición, además de las habituales de cognición. Para ello es importante apuntalar la autorregulación de los aprendizajes, lo que favorecería la comprensión de los contenidos empleados como mediadores, en este caso de los conceptos involucrados en la resolución de problemas de estequiometría.

Se desarrolló una propuesta didáctica innovadora en un curso de primer año de nivel polimodal con orientación en Ciencias Naturales. Simultáneamente, en un curso paralelo del mismo establecimiento, se trabajaron los mismos contenidos en forma tradicional. Al finalizar la propuesta se compararon los resultados del seguimiento de ambos, cuyo análisis evidenció resultados favorables en el grupo experimental.

Palabras clave: autonomía, autorregulación, metacognición, resolución de problemas, estequiometría.

Title: In search of the autonomy by means of the cognition and metacognition activities in science.

Abstract: In this study it is sought to contribute elements in favor of the autonomy, as attitude that you can develop by means of the practice of metacognition activities, besides the habitual of knowledge. For it is important to bolster the self-regulation of the learnings, what would favor the understanding of the contents employees as mediators, in this case of the concepts involved in the resolution of stoichiometry problems.

An innovative didactic proposal was developed in a first year course with orientation in Natural Sciences. Simultaneously, in a parallel course of the same establishment, one worked the same contents in traditional form. When concluding the proposal the results of the pursuit of both they were compared whose analysis evidenced favorable results in the experimental group.

Keywords: autonomy, self regulation, metacognition, resolution of problems, stoichiometry.

Introducción y marco teórico

Los valiosos aportes realizados por Vygotski a la construcción de una nueva Psicología no solo permitieron generar otros caminos en relación a las concepciones educativas vigentes en el siglo veinte, sino que amplió el horizonte pedagógico en diversos sentidos.

“El interés por los problemas de aprendizaje y desarrollo no se limitó en Vygotsky a la especulación teórica o la perspectiva psicológica, sino que se tradujo en un esfuerzo sostenido por acercarse a los procesos educativos reales, tanto en los niños normales como en los niños con capacidades especiales”. (Riviere, 1994)

En líneas generales, se puede decir que tuvo un particular interés por acercarse a los problemas de aprendizaje y desarrollo de los niños con capacidades especiales. Proponiendo para ellos el empleo de mediaciones capaces de provocar una “Organización sustitutiva” de las funciones superiores.

“Dicho en términos actuales: Vygotski proponía, como objetivo básico para la educación especial, el de proporcionar al niño <recursos metacognitivos>” (ibídem)

Podemos ver cómo, a partir de esta visión, fueron materializándose los fundamentos de conceptos tales como autorregulación, mediación, metacognición, que circulan casi “naturalmente” hoy en día en el ámbito pedagógico. Es así que se produce una fuerte asociación entre la metodología de Vygotski, asentada en los aspectos socio históricos, y el carácter intrínsecamente social de la educación, brindando nuevos instrumentos de análisis, de gran capacidad explicativa y predictiva para el estudio de las interacciones que se producen dentro de un aula.

Una de las características que contribuye a aumentar la complejidad del desarrollo de una clase se relaciona con las variaciones contextuales originadas tanto por las personas (alumnos, profesores, padres) como por los aspectos institucionales. Frente a esta trama cambiante, el docente intenta construir con sus alumnos una matriz que sirva para generar aprendizajes más allá de la emergencia cotidiana.

¿De qué está constituida esa matriz virtual? Básicamente, de hábitos que tienen que ver con todas las dimensiones del ser humano: social, afectiva, cognitiva, práctica, etc. La mayor o menor influencia que ejerce el profesor como enseñante está íntimamente relacionada con el interés que manifieste para el desarrollo de dichos hábitos. La explicitación de este interés se despliega, en parte, en la metodología que introduce en el aula, en el tipo de actividades que propone, en el papel que hace jugar a la evaluación y sobre todo en la estructura que va generando con todos esos componentes.

En Alonso Tapia y Luengo (1999), se proponen pautas de acción docente que pueden ayudar a promover estas actitudes desde el tipo de actividades a desarrollar en clase. Subyace a ellas la delineación de los rasgos esenciales de la autonomía: Libertad, responsabilidad, compromiso, organización, solidaridad, aceptación.

Además enlazan sin mayores dificultades con el modelo citado por Jorba en lo relativo a la Gestión social del aula.

En este modelo (Jorba y Casellas, 1997), los lineamientos generales que deben tenerse en cuenta para pensar la enseñanza y el aprendizaje son:

- Organización institucional y escolar
- Equipos docentes y acción tutorial compartida
- Desarrollo curricular
- Gestión social del aula.

El profesor que diariamente tiene que interactuar con grupos heterogéneos de alumnos, se sensibiliza específicamente con la gestión social del aula, particularmente con la regulación continua de los aprendizajes.

Regulación en el sentido de adecuación de los procedimientos utilizados por el profesorado a las necesidades y dificultades que encuentra el alumnado en su proceso de aprendizaje, pero también de autorregulación por el mismo estudiante, de este proceso a fin de que vaya construyendo un sistema personal de aprender y lo mejore progresivamente.

Se basa fundamentalmente en tres estrategias didácticas:

- Evaluación considerada como regulación
- Autorregulación de los aprendizajes.
- Interacción social en el aula.

(*ibídem*)

Estas tres estrategias se encuentran estrechamente relacionadas, y la prevalencia de una sobre las otras desequilibraría el camino hacia la regulación continua.

Sin embargo, probablemente como un sesgo profesional, los docentes nos apropiamos de las consignas de la evaluación y de la interacción social en el aula, provocando la debilidad del sustento que otorga una intervención más comprometida por parte del alumno.

De allí que sea tan necesario plantear escenarios en los que la autorregulación sea posible.

Cada individuo tiene un sistema personal de aprender que ha ido construyendo de manera progresiva. Una estrategia didáctica básica en la regulación continua de los aprendizajes es enseñar a los alumnos a ser autónomos y a irse construyendo un modelo personal de acción (*ibídem*).

Una de las instancias más adecuadas para poner en acto diversas actitudes que contribuyen con ese modelo personal, es la resolución de problemas.

La resolución de problemas se encuentra presente en los actuales diseños curriculares de Ciencias Naturales¹ como una de las competencias básicas a desarrollar por el alumnado.

Particularmente en Química se han realizado trabajos que abordan las dificultades con que se encuentran los alumnos al tener que explicitar sus representaciones acerca de conceptos como átomo, molécula, fórmula molecular, mol, ecuación química, en situaciones problemáticas que los interre-

¹ En el sistema educativo argentino, las disciplinas se encuentran agrupadas en áreas. El área de Ciencias Naturales comprende las asignaturas Física, Química y Biología.

lacionen (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Furió, Azcona y Guisasola, 1999, 2002).

Simultáneamente, los profesores, desde la experiencia de la práctica cotidiana observan y padecen la creciente pasividad de los alumnos frente a la enseñanza. Esta actitud alcanza su máxima expresión durante la adolescencia, periodo etario en el que justamente no solo se trabajan los conceptos mencionados sino que se refuerzan las estrategias para resolver problemas. De modo que se hace necesario apuntalar con mayor énfasis el eje sobre el que gira la acción del alumno: la autonomía. Y esto se puede intentar promover introduciendo actividades de metacognición en forma regular.

La posibilidad de mejorar la autonomía con que se manejan los alumnos permitiría que adquieran mayor responsabilidad en la construcción del aprendizaje, a encontrar significación en los conceptos y procedimientos que permanecen aislados, sin relaciones que los tornen significativos. Además, aumenta la confianza en las capacidades propias, adquiriendo mayor libertad en el uso de materiales y recursos.

En principio hay que pensar que lo más importante es situar a la resolución de problemas como un medio para desarrollar la capacidad de aprender a aprender.

En las diversas etapas y áreas, especialmente en la Educación Obligatoria, se destaca la necesidad de que los alumnos adquieran no solo el conjunto de conocimientos ya elaborados que constituye la cultura y la ciencia de nuestra sociedad, sino también, y de modo muy especial, que adquieran habilidades y estrategias que les permitan aprender por sí mismos nuevos conocimientos (Pozo y Gómez Crespo, 1994).

Es decir, generar los espacios que hagan posible la aplicación de modelos conceptuales por parte de los alumnos, a situaciones escolares y cotidianas.

Pozo y Postigo (2000) proponen algunas acciones orientadoras para facilitar la comprensión de una situación.

- 1- Identificar los componentes de la situación.
- 2- Identificar variables de cada uno de esos componentes que puedan afectar al resultado.
- 3- Pensar como podrían medirse esas variables.
- 4- Intentar relacionar esas variables en un esquema.
- 5- Representar gráficamente la situación.
- 6- Buscar otras situaciones o contextos en las que no podría nunca ocurrir ese fenómeno e identificar las variables relevantes.
- 7- Resumir por escrito lo que se ha aprendido sobre la situación.
- 8- Comparar tus respuestas con las de los compañeros.

El ejercicio de estrategias para tratar de comprender un problema cualitativo es muy útil para complementar la resolución de problemas cuantitativos, que además requieren el empleo de otros lenguajes (algebraico, gráfico, notacional).

(...)entendemos por problema cuantitativo aquel en el que el alumno debe manipular datos numéricos y trabajar con ellos para alcanzar una solución, tanto si ésta es numérica como si no lo es (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

No hay que dejar de tener en cuenta que, a pesar de percibirse una gran preocupación por parte del profesorado frente a este tópico, son numerosas las representaciones que los docentes poseen acerca de lo que es un problema. Y éste es un tema a tratar antes de trabajar con los alumnos.

En un extremo están los problemas cotidianos y en el otro los problemas científicos. Entre ambos deberíamos situar a los problemas escolares.

También Garret (1995), clasifica las diversas situaciones en puzzles y problemas. A los puzzles los clasifica en abiertos y cerrados de acuerdo al tipo de respuesta que se puede obtener.

Los puzzles cerrados tienen respuesta correcta y normalmente única(...)Normalmente son asumidos como solucionables(...).Hay otro grupo de situaciones para las que no tenemos una solución clara y no existe ningún algoritmo que nos permita obtenerla .Son los llamados puzzles abiertos.

Mientras que en relación a los problemas, dice Garret :

En cambio, si la cuestión está justo por encima del conocimiento y la comprensión de la persona que se enfrenta a ella, la reconocerá como problemática, y por lo tanto como algo que debe ser comprendido.

Definiendo así también lo que él llama zona de interés óptimo.

Las características de puzzles, problemas y zona de interés óptimo, deben ser definidas en el aula, puesto que cada grupo de alumnos cuenta con un equipamiento conceptual, procedimental y actitudinal particular. Es aquí donde el trabajo del docente adquiere relevancia, ya que es él, quien, apelando a sus saberes y experiencias, deberá generar los escenarios adecuados para que los alumnos puedan desenvolverse con equilibrio dentro de la zona de interés óptimo.

De acuerdo a las consideraciones desarrolladas, el objetivo de este trabajo es la búsqueda de indicios de relación causal entre las actividades que desarrollan los alumnos en el aula y la capacidad de desempeñarse en forma autónoma.

Propuesta didáctica contextualizada

Descripción del contexto escolar

La escuela en la que se trabajó la propuesta didáctica pertenece a un departamento de la provincia de San Juan (Argentina), llamado Pocito, cuya villa cabecera se ubica a 11 km de la capital de la provincia. Se caracteriza por una importante actividad agrícola-industrial, que genera un movimiento comercial de alto impacto en la economía regional.

El establecimiento, de dependencia estatal, se encuentra ubicado en la zona de mayor urbanización y constituye uno de los centros activos más destacados de la comunidad. Las actividades educativas se desarrollan en

dos turnos –mañana y tarde–, habiéndose elegido para trabajar el turno tarde, en el que asisten los dos cursos paralelos de 1° año de Polimodal con orientación en Ciencias Naturales.

El edificio cuenta con salas de laboratorio, biblioteca, de video y computación, todas equipadas en forma suficiente para las demandas de la carrera.

La institución ofrece dos orientaciones más, además de la mencionada: Ciencias Sociales y Economía y Gestión de las Organizaciones.

La cultura institucional hace hincapié en la contención social del alumnao, dejando en un segundo plano los aspectos académicos. Esta característica es común a las escuelas que se encuentran insertas en comunidades pequeñas, en las que predominan los lazos familiares y afectivos.

Se elaboró una propuesta didáctica en la que se incorporaron actividades de metacognición y de reflexión, con el objeto de desarrollar la autonomía de los alumnos y de ese modo promover la estrategia de autorregulación de los aprendizajes. Los criterios orientadores de la misma fueron:

- 1- La integración de las actitudes a observar con los contenidos de estequiometría a desarrollar.

El hecho de haber seleccionado actitudes relacionadas con la autovaloración, la participación y la solidaridad, nos llevó a alternar la realización de diversas actividades grupales, algunas en pequeños grupos y otras en grupo grande (puestas en común), con los trabajos individuales. Esto nos condujo a tener en cuenta otro aspecto: de qué manera organizar las tareas en el tiempo para poder realizar pequeñas entrevistas a los alumnos (conversaciones informales).

- 2- La orientación de los estudios: Polimodal con orientación en Ciencias Naturales

Se trabajó con el supuesto de que los alumnos eligieron la orientación Ciencias Naturales por afinidad personal con las disciplinas del área o porque constituye un paso previo a la futura carrera universitaria. También puede ser por ambas razones.

Por lo tanto se previó un alcance que permita:

- Conceptualizar nociones básicas de la estequiometría.
- Emplear correctamente el lenguaje químico.
- Resolver situaciones problemáticas.
- Interpretar resultados en situaciones límite.

- 3- El contexto socio cultural de los adolescentes.

La omnipresencia de la imagen y de la posibilidad de modificarla casi sin limitaciones, actúan en sentido inverso a la posibilidad de reflexión. Es por ello que se buscó combinar recursos que articulen el pensamiento cotidiano con el escolar (como paso inicial hacia el científico), presentando hechos complejos, factibles de ser abordados en el aula. Estas consideraciones nos llevaron al empleo de:

- Situaciones que puedan relacionarse con la vida cotidiana.
- Explicaciones que contribuyan a redescubrir los conceptos.

- Empleo de imágenes que apoyen las explicaciones.
- Preguntas que faciliten la problematización de los hechos.

4- Los recursos materiales de la institución

Las previsiones que se realizaron en este sentido no fueron una limitación importante para el diseño, ya que la escuela en que se aplicó cuenta con suficiente infraestructura y materiales.

En el anexo 2 se consignan algunos ejemplos de actividades propuestas en la secuencia didáctica.

En el grupo cuasi control se desarrolló una enseñanza tradicional, entendiéndose por tal a aquella que tiene las siguientes características:

- Durante la primera parte de la clase la profesora explica los conceptos nuevos, o repasa algunos ya desarrollados, intercalando algunos ejemplos.
- Los alumnos atienden sus explicaciones y luego copian lo que la profesora destaca en la pizarra, completando con el dictado de algunos conceptos más.
- En la segunda parte de la clase, la profesora dicta algunos ejercicios y problemas para que los alumnos resuelvan en forma individual o grupal.
- Finalmente, los ejercicios y problemas son revisados en la pizarra por alumnos y docente.

Al grupo cuasi experimental se le explicó que las actividades “no tradicionales” incluidas en los prácticos eran para enseñarles a usar herramientas que les servirían para aprender a estudiar – o en todo caso a perfeccionarse -, y a mejorar e incrementar el empleo de fuentes de información.

Las evaluaciones se diseñaron en forma idéntica para ambos cursos antes y después del desarrollo de la propuesta.

Metodología

Diseño de investigación

La investigación se llevó a cabo en la disciplina Química de 1º año de Polimodal con orientación en Ciencias Naturales durante el desarrollo de la unidad de Estequiometría. Los resultados se compararon con los obtenidos en otro curso paralelo de 1º año de Polimodal de la misma escuela y con igual orientación, en el que se desarrolló la unidad de Estequiometría de manera tradicional.

El método empleado es cuasi experimental con grupo de cuasi control (León y Montero, 1998).

Recordemos que la validez de un experimento se basa en las siguientes ideas:

- La supervisión del proceso a fin de establecer o contrastar relaciones causales entre las variables independiente y dependiente (atendiendo a la validez interna).
- El establecimiento de las condiciones que permitan la generalización de los resultados al ámbito natural de los procesos investigados (atendiendo a la validez externa).

Sucede que en educación, frecuentemente las acciones en un sentido, resienten la validez en el otro sentido. En este caso en particular se produce este conflicto, ya que existen dificultades para alcanzar las condiciones necesarias para el establecimiento de una relación causal entre variable independiente y dependiente.

Por otro lado, al grupo al que se le aplica la variable independiente nula no se le puede hacer asignación aleatoria, es decir, lograr una equivalencia total, por lo tanto no se le llama de control sino de cuasi control.

Durante las primeras cuatro semanas (8 clases) se efectuó un seguimiento actitudinal de todos los alumnos. Esta actividad se realizó con el objeto de construir un perfil de ambos cursos. La información obtenida fue complementada con un estudio comparativo de las calificaciones finales de esta etapa. Posteriormente se desarrolló la intervención y al finalizar la experiencia se compararon los resultados, tanto en relación a las calificaciones numéricas como a las actitudes.

Instrumentos para la recolección de datos

a) de las actitudes

Para el análisis de las actitudes: hacia sí mismo, participativas y de solidaridad, elaboramos fichas de seguimiento que fueron empleadas en ambos cursos desde el inicio de las observaciones y durante todo el tiempo de la intervención didáctica en el aula. Se tomaron como actitudes previas las anteriores al inicio de la puesta en práctica de la propuesta y como actitudes posteriores las recolectadas durante las últimas siete clases de aplicación de la propuesta.

Se consideró cambio actitudinal a la diferencia entre ambas mediciones:

$$\begin{array}{rcccl} \text{actitudes antes} & & \text{actitudes después} & & \text{cambio} \\ \text{de la propuesta} & - & \text{de la propuesta} & = & \text{de actitud} \end{array}$$

Se seleccionaron las actitudes relacionadas con: actitudes positivas hacia sí mismo, actitudes participativas y actitudes de solidaridad, siguiendo los lineamientos sugeridos por Jorba y Casellas (1997). A su vez, para cada actitud se enunciaron dos indicadores:

Actitud 1: Manifiesta confianza en su proceder

I₁: Consultas que efectúa durante la realización de las tareas asignadas.

I₂: Fundamenta sus procedimientos siempre que se le requiere.

Actitud 2: Se integra fácilmente al grupo de trabajo

I₃: Escucha respetuosamente la opinión de sus compañeros de grupo.

I₄: Colabora con lo mejor de sí mismo para beneficio del grupo.

Actitud 3: Es equilibrado en el ejercicio de sus deberes y derechos

I₅: Solicita atención cuando él o un compañero quieren expresarse.

I₆: Asume positivamente su cuota de responsabilidad en acciones conjuntas.

b) de las calificaciones

Las calificaciones que se tomaron en cuenta para efectuar la comparación del indicador 7 fueron las de la prueba escrita final, cuyo contenido fue idéntico para ambos cursos. Esta decisión se acordó con la profesora del curso, quien consideró que no se podía poner en riesgo la evaluación de los alumnos del grupo control proponiendo actividades muy alejadas de los desarrollos de la clase.

Población

La propuesta se llevó a cabo en 1° año 5^a con orientación en Ciencias Naturales, al que asisten 25 alumnos, 15 niñas y 10 varones.

El grupo control es 1° año 6^a división con la misma orientación, al que asisten 27 alumnos, 14 niñas y 13 varones.

El promedio de edad de los alumnos en ambos cursos es de aproximadamente 15 años 8 meses.

La composición de ambos grupos en relación al origen del alumnado se consigna en la figura 1:

Origen	Curso	1° 5^a	1° 6^a
Alumnos que provienen de EGB 3 de otros establecimientos		28 %	30 %
Alumnos que provienen de EGB 3 del mismo establecimiento		72 %	70 %

Figura 1.- Se informa el porcentaje de alumnos según provengan del mismo establecimiento escolar o de otro que pertenezca a una zona más alejada, en ambos cursos.

La distribución de alumnos en cada uno de ellos ha sido azarosa; no hubo selección para el ingreso, dado que es la única escuela que ofrece carreras de nivel Polimodal en la zona y se asume que debe inscribir a todos los aspirantes que deseen cursar allí sus estudios.

La misma profesora imparte sus clases de Química en ambos cursos.

Es una docente con 15 años de antigüedad, dicta horas en dos establecimientos, uno en la mañana y otro en la tarde.

A pesar de contar con una situación ideal con respecto a sus horarios, la cantidad de horas que tiene a cargo es demasiado elevada, considerando que un docente debe; preparar clases, evaluar en horarios extra-clase, participar en actividades extra-áulicas, colaborar en la preparación de actos escolares y además auto-gestionar su actualización y perfeccionamiento.

Quizá por estas mismas razones aceptó con gusto formar parte de un proyecto que podía instalar en el aula en forma concreta, con el apoyo de otra persona con quien compartiría la elaboración de actividades, su ejecución y evaluación. Con el aditivo de buscar algún indicio que dé cuenta de las posibilidades que hay de contribuir con la formación integral del alumnado.

Técnica estadística

Se empleó la prueba de Wilcoxon, que es adecuada para la comparación de dos muestras iguales con datos apareados. Frecuentemente se usa cuando se desea comparar el efecto antes y después de un tratamiento en una población. (Aron y Aron 2001)

En esta prueba se obtiene un valor de probabilidad que se interpreta de la siguiente manera:

- Si $P < 0,05 \Rightarrow$ Hay baja probabilidad de que los pares comparados sean similares.
- Si $P > 0,05 \Rightarrow$ Hay alta probabilidad de que los pares comparados sean similares.

También brinda información acerca del tipo de cambio experimentado por la variable: positivo o negativo, cuya interpretación queda sujeta al contenido de la misma.

Análisis de resultados

En la figura 2 se presentan los resultados obtenidos al comparar cada uno de los indicadores antes de la propuesta para ambos cursos. Estos valores indican si hay alta o baja probabilidad de que ambos cursos sean homogéneos. Recordemos el enunciado de cada uno de los indicadores elaborados para las actitudes:

I₁– Consultas que efectúa durante la realización de las tareas asignadas.

I₂– Fundamenta sus procedimientos siempre que se le requiere.

I₃– Escucha respetuosamente la opinión de sus compañeros de grupo.

I₄– colabora con lo mejor de sí mismo para beneficio del grupo.

I₅– Solicita atención cuando él o un compañero quieren expresarse.

I₆– Asume positivamente su cuota de responsabilidad en acciones conjuntas.

I₇– Calificaciones.

Indicador	Valor de P
I ₁	0,31946605
I ₂	0,13218525
I ₃	0,24846556
I ₄	0,36268594
I ₅	0,17699641
I ₆	0,49965638
I ₇	0,90316844

Figura 2.- Se indican los valores de probabilidad para cada indicador relacionando ambos cursos, en este caso señalan una alta probabilidad de que sean homogéneos.

En todos los parámetros evaluados la probabilidad P es alta. Esto indica que hay alta probabilidad de que las condiciones de inicio de ambos cursos sean similares, es decir, se trataría de dos grupos homogéneos.

En la figura 3 se consignan los valores de P al comparar los parámetros para el curso experimental antes y después de la aplicación de la propuesta.

Indicador	Valor de P
I ₁	0,0014711
I ₂	0,00208027
I ₃	0,05917207
I ₄	0,02840184
I ₅	0,00603956
I ₆	0,00326372
I ₇	0,17729327

Figura 3.- En esta tabla se consignan los valores de probabilidad de cada indicador para el grupo experimental antes y después de la intervención didáctica.

Los valores de P en los seis primeros indicadores son en, general, menores que 0,05. Es decir, la probabilidad de que los dos grupos de actitudes sean similares es baja. Por lo tanto hay diferencias antes y después de la propuesta en el grupo experimental.

En el caso del indicador I₇ (Calificaciones), el valor de P (mayor que 0,05) indica que hay alta probabilidad de que los dos grupos de calificaciones sean similares.

En este último caso, debemos decir que no hay cambios significativos con respecto a las calificaciones antes y después de la aplicación de la propuesta.

Otro aspecto a considerar es que los cambios producidos en los indicadores I₁ a I₇, siempre fueron favorables, en el sentido de dirigirse hacia la autonomía del alumno.

En la figura 4 se encuentran los valores que indican el sentido de los cambios para los sujetos del grupo experimental (N).

Indicador	N	Rango con signo	Contenidos
I ₁	5 16 4	-24 207 0	En particular, en este indicador el valor positivo da idea del grado de autonomía alcanzado.
I ₂	17 2 6	-171,5 18,5 0	Desde este indicador el resultado positivo indica el valor de la dependencia del grupo.
I ₃	9 4 12	-72,5 18,5 0	El resultado negativo expresa el grado de autonomía del grupo.
I ₄	7 2 16	-41 4 0	
I ₅	10 2 13	-74 4 0	
I ₆	11 1 13	-76,5 1,5 0	

Figura 4.- En esta tabla se puede apreciar que los promedios de variación de los indicadores ha sido hacia valores negativos, es decir, hay una elevación del índice de autonomía.

En la primera columna se consigna el indicador. En la segunda columna se discrimina el N° de alumnos del grupo experimental que mostró una acción determinada: por ejemplo en I_2 hay 17 alumnos que aumentaron la probabilidad de fundamentar sus procedimientos cuando se le requiere, hay dos alumnos que disminuyeron esa probabilidad y hay 6 alumnos que no experimentaron cambios. En el anexo 2 se adjunta un ejemplo de tabla de actitud a partir del indicador 1.

A continuación, consignamos los valores de probabilidad obtenidos para el grupo control antes y después del desarrollo del tema. En este caso conviene hacer una comparación con la figura 3.

Indicador	Valor de P
I_1	0,7896751
I_2	0,01941181
I_3	0,70070341
I_4	0,50674553
I_5	0,14670764
I_6	0,87532925
I_7	0,12744316

Figura 5.- En esta tabla se consignan los valores de probabilidad de cada indicador para el grupo control antes y después del desarrollo tradicional de enseñanza del tema.

De acuerdo a los valores de probabilidad de los indicadores I_1 y I_3 a I_7 , no hubieron diferencias significativas en el grupo antes y después de la enseñanza del tema.

En el indicador I_2 sí se evidencia un cambio que se puede interpretar como que es un ítem que experimentó una modificación independientemente del diseño de instrucción empleado.

Síntesis del estudio estadístico

- En el grupo experimental se manifestaron cambios significativos en seis de los siete indicadores tomados.
Se podría establecer una relación causal entre la variación de los indicadores I_1 , I_3 , I_4 , I_5 e I_6 y la propuesta didáctica desarrollada.
No se podría establecer relación causal entre la variación del indicador I_2 y la propuesta, ya que el mismo indicador cambió en el grupo control.
- En ambos grupos no hubieron cambios significativos con respecto al indicador I_7 , es decir, con las calificaciones.

El análisis estadístico general ha mostrado que en el grupo en que se desarrolló la propuesta se produjo un cambio de actitudes en sentido favorable en un 85 % de las actitudes observadas. Mientras que en el grupo donde la misma profesora desarrolló sus clases en forma tradicional no hubo manifestación de cambios favorables que pudieran considerarse significativos.

Queda por analizar en profundidad cuáles son las razones por las que no se manifiestan cambios en las calificaciones. Esto quizá nos llevaría a problematizar la cuestión del tipo de parámetros empleados para la evaluación

de los alumnos y también a la necesidad de prolongar el estudio para averiguar si los cambios que se van gestando en este aspecto son a más largo plazo.

Interpretación y discusión de resultados

Para poder comprender con mayor profundidad lo que sucedió en el aula experimental, puede ayudar una vista de cada uno de los indicadores diseñados.

I₁- Consultas que efectúa durante la realización de las tareas asignadas.

Las preguntas que formulan los alumnos mientras están desarrollando una actividad pueden orientarnos acerca de la profundidad de sus conocimientos y del interés que tienen por salir adelante.

En estudios anteriores (Escudero, González y García, 1999a y 1999b) realizamos una categorización de las preguntas formuladas por los alumnos, teniendo en cuenta su contenido:

- Protocolares: cuestiones que no demandan información del contenido de la disciplina.
- De aclaración: Preguntas que se refieren a "arrojar luz" sobre aspectos que no requieren contenidos nuevos sino explicación de códigos, gráficas, nociones, reconceptualizaciones, etc.
- De explicación: Cuestiones que solicitan una descripción más rigurosa de una situación planteada.
- De profundización: Preguntas que demandan un desarrollo diferente, más analítico o más sintético de una situación.
- De argumentación: Cuestiones que exigen la justificación de un hecho, proceso o fenómeno. Las intervenciones argumentativas ponen en juego conocimientos previos y los relacionan en formas variadas, modificando variables y situaciones para articular razones que convengan.
- De predicción: Pregunta con la que se busca encontrar sentido a la información disponible para utilizarla en generar una comprensión nueva del problema o una nueva estrategia.

La disminución en el número de consultas que efectúan, interpretada numéricamente en la figura 4, es un dato que no resulta interesante desde el punto de vista cualitativo si no se atiende a la calidad de las mismas. Esto vale la pena aclararlo, ya que un simple merma de consultas podría interpretarse también como una pérdida de interés en el tema. Pero lo cierto es que se produjo simultáneamente un aumento en el volumen de preguntas que buscan una explicación, apareciendo unas pocas demandando profundización y disminuyendo aquellas que carecen de contenido disciplinar. Éste es un análisis que convendría realizar en profundidad en otro trabajo, en el que habría que recurrir a herramientas del análisis del discurso.

I₂- Fundamenta sus procedimientos siempre que se le requiere.

Una argumentación puede tener dos fines diferentes: convencer o persuadir (Durante, 1999). El convencimiento se encuentra más cercano a la intelectualidad, mientras que la persuasión se encamina a lograr un resultado práctico, a adoptar una actitud determinada y llevarla a la acción.

Aun reconociendo que el camino de la ciencia lógica es lo que denominamos "el camino largo o difícil", es el que deseamos señalar, al menos sus umbrales. ¿En qué consiste ese señalamiento? Fundamentalmente en tratar de promover el empleo de proposiciones simples y cuya validez sea comprobable. Luego, al articular dos o más de ellas, hacerlo mediante relaciones coherentes. Para, finalmente elaborar una proposición llamada conclusión, que sea efectivamente un desprendimiento de las anteriores.

Este proceso lleva implícitamente el sello de la metacognición, puesto que obliga a hacer una reflexión sobre lo dicho.

"El propósito fundamental al enseñar a los estudiantes los mecanismos de la metacognición es hacer posible que ellos asuman la responsabilidad de sus propias actividades de aprendizaje y de comprensión" (Baker, 1994).

Al final del desarrollo de esta propuesta hubo un cambio favorable en este sentido. Aunque se produjo en ambos cursos.

Este resultado puede explicarse a partir de los esfuerzos que realiza la profesora en forma permanente para tratar de mejorar los argumentos de sus alumnos, sin discriminar los grupos con que desarrolla sus tareas. Por lo tanto no lo pudimos considerar un cambio provocado por la intervención experimental.

13- Escucha respetuosamente la opinión de sus compañeros de grupo

Con respecto a esta disposición, podríamos hablar de un continuo en el que en uno de los extremos el alumno haya logrado consolidar sus argumentos y en el otro extremo aquel alumno que no haya podido elaborar sus explicaciones propias.

En el primer caso mencionado, respetar la opinión ajena es admitir que puede existir otra perspectiva que permite ampliar (o no) el punto de vista propio, actitud de gran valor a la hora de compartir los saberes.

En el segundo caso, la recolección de información y la apertura del grupo cercano pueden colaborar en el armado de una matriz propia de explicaciones.

Entre esas dos posturas se mueve el grupo mayoritario, recogiendo datos, copiando, re estructurando y a la vez aportando lo propio.

Estas observaciones fueron realizadas por un observador participante, quien tomó nota sobre todo de las actitudes de los alumnos que sobresalen por su necesidad de ser escuchados y de provocar algún tipo de reacción en los adultos que intentan generar un orden en el aula.

A medida que se avanzó en el desarrollo de la propuesta, se fueron consolidando algunos hábitos profundamente relacionados con el respeto por el lugar del otro. Una forma concreta de apreciarlo fueron las puestas en común, que en el inicio del trabajo revelaban el desinterés por las cuestiones disciplinares y por el pensamiento ajeno.

I₄ e I₆- Colabora con lo mejor de sí mismo para beneficio del grupo. Asume positivamente su cuota de responsabilidad en acciones conjuntas.

¿Cuál es el tiempo que le asigna a la tarea? ¿En qué consiste su aporte? ¿De qué manera lo materializa?. Son preguntas que nos podemos formular a la hora de evaluar la participación individual en un grupo.

La mirada solidaria en los dos sentidos- desde y hacia el grupo- es un indicador de madurez social que permite crecer en forma íntegra.

Este proceso de crecimiento no es sencillo, es un camino plagado de avances y retrocesos. Pero, acordando en esto con Moscovici, las personas tienden a efectuar negociaciones a fin de restablecer los consensos que permiten la convivencia.

“En la medida en que los procesos de influencia social tienen lugar en el marco de una interacción en la que cada miembro del grupo tiene buenas razones para reducir o resolver el conflicto o el desacuerdo, estos procesos parecen estrechamente emparentados con un proceso de negociación” (Moscovici, 1984).

Al docente le cabe la responsabilidad de generar los escenarios que permitan este intercambio y que favorezcan distintas formas de evaluación.

En este seguimiento interesa sobremanera la entrevista informal, bajo la forma de conversación, con cada uno de los miembros de los grupos, en las que se va tomando nota del grado de compromiso que han asumido, a través del conocimiento que tienen de la tarea y del aporte que han podido sumar.

I₅- Solicita atención cuando quiere expresarse.

La defensa de las conclusiones propias, completas o no, también forma parte del conjunto de factores que confluyen en la solidaridad. El solo hecho de exponer, de argumentar, ya es un acto en el que se busca una reflexión ajena, un espejo crítico que facilite la ubicación de los pensamientos en el contexto social que se comparte.

Una coincidencia plena con el paradigma grupal o una disparidad total, pueden provocar impactos que obliguen a revisar las representaciones personales. Proceso que puede calificarse de metacognitivo, con todos los beneficios que reporta ese tránsito de certidumbres y de dudas con las que se va construyendo el conocimiento.

“Trabajar con un contenido desde una perspectiva metacognitiva significa tematizar la reflexión del sujeto sobre dicho contenido, esto es, desarrollar la conciencia del sujeto sobre su propia manera de pensar y de las maneras de pensar de otros, acerca de ese contenido” (Mateos, 2001).

Este mejoramiento, valioso desde las miradas cuali y cuantitativas, también fue relevado en las observaciones de puestas en común, con el agregado del aporte de la profesora, quien pudo captar una actitud más segura de los alumnos al demandar una respuesta o al intentar una confrontación de sus ideas.

Para concluir

Recordando que las actitudes seleccionadas para observar durante el desarrollo de la enseñanza del tema fueron, en primer lugar: actitudes positivas hacia sí mismo. Que se operativizó como *Manifiesta confianza en su proceder* y se midió con los indicadores I_1 e I_2 , podemos observar que se produjo una afirmación de la seguridad del alumno, más allá de que el indicador I_2 varió para ambos cursos, pero fue apoyado por el cambio muy favorable del primer indicador. Es importante en este caso develar cuales son los movimientos registrados detrás de los números, dado que una mirada única hacia ellos no revela la calidad de las modificaciones.

En segundo lugar, la actitud de solidaridad, operativizada en el enunciado: *Se integra fácilmente al grupo de trabajo*, y medida con los indicadores I_3 e I_4 , fue quizá la que impregnó con mayor fuerza el desarrollo de toda la intervención. Difícilmente se pueda transmitir a través de números la dinámica diferente que recorrió los grupos antes y después de la intervención. Quizá por la subjetividad que implica transcribir las notas diarias del observador, que dan cuenta de una pauta no prevista en el diseño, que es la tranquilidad con que se desarrollan las acciones durante el desarrollo de las clases, en este caso de resolución de problemas.

Finalmente se propuso como actitud la solidaridad, operativizada como: *Es equilibrado en el ejercicio de sus deberes y derechos*, fue observada con los indicadores I_5 e I_6 , se encuentra muy relacionada con la anterior en el sentido de que no es fácil apreciar los límites cuando se están desarrollando las actividades grupales o las puestas en común. De la misma manera se pone en juego la interioridad del observador, quien consigna en sus notas los cambios que ha ido captando en el vocabulario, en los gestos y en el modo de relacionarse con sus pares.

La investigación realizada, en búsqueda de relaciones causales entre el tipo de actividades propuestas y la autorregulación como indicador de rasgos de autonomía, mostró que se trata de una tarea que requiere plena dedicación y tiempo de trabajo para generar los hábitos que mencionamos al inicio.

A pesar de no haber obtenido los resultados numéricos esperados – queda por analizar la influencia en el grupo experimental del tipo de evaluación escrita que se aplicó –, pudimos observar en este poco tiempo, un cambio de actitud en el grupo experimental, que puede ser la semilla del objetivo a mediano plazo: un alumno capaz de emplear estrategias para regular el aprendizaje y en camino de construir su autonomía.

Referencias bibliográficas

Alonso Tapia, J. y López Luengo, G. (1999). Efectos motivacionales de las actividades docentes en función de las motivaciones de los alumnos. En Pozo y Monereo (coord.) *El aprendizaje estratégico*. Madrid. Santillana.

Aron, A. y Aron, E. (2001). *Estadística para Psicología*. Buenos Aires. Pearson Educación.

Baker, L. (1994). Metacognición, lectura y educación científica. En Minnik S. Y Alvermann. *Una didáctica de las ciencias. Procesos y aplicaciones* (pp 21-38). Buenos Aires. Aique.

Durante, V. (1999). *No-Sí estoy de acuerdo. Claves de la argumentación*. Buenos Aires. Kapelusz.

Escudero, C., González, S. y García, M. (1999a). Ambientes para el aprendizaje de la resolución de problemas en Física: dinámica socio cultural en desarrollo. Memorias REF XI APFA. Mendoza. Argentina.

Escudero, C., González, S. y García, M. (1999b). Resolución de problemas en el aula de Física: Un análisis del discurso de su enseñanza y de su aprendizaje en nivel medio. *Investigações em Ensino de Ciências*. Brasil, Vol. 4 (3) Site: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>

Furió, C.; Azcona, R. y Guisasola, J. (1999). Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (3) 359-376.

Furió, C.; Azcona, R. y Guisasola, J. (2002). - Revisión de investigaciones sobre la enseñanza aprendizaje de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (2), 229-242.

Garret, R. (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las Ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (5) 6-15

Jorba, J. y Casellas, E. Eds. (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Barcelona Ed. Síntesis.

León, O. y Montero, I. (1998). *Diseño de investigaciones*. Madrid. España. McGraw Hill.

Mateos, M. (2001). *Metacognición y educación*. Buenos Aires. Aique.

Moscovici, S. (1984). *Psicología Social I*. Barcelona. Paidós.

Pozo Muncio, J.I. (coord.) (1994). *La solución de problemas*. Madrid. Santillana. Aula XXI.

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1994). La solución de problemas en Ciencias de la Naturaleza. En J.I. Pozo (ed.). *Solución de problemas*. Madrid Santillana. Aula XXI.

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid. Morata.

Pozo, J.I. y Postigo, Y. (2000). Los procedimientos en ciencias de la naturaleza. En J.I. Pozo y Y. Postigo. *Los procedimientos como contenidos escolares*. EDEBE.

Riviere, A. (1994). *La Psicología de Vygotski*. Madrid. Ed. Visor. 4ª- Ed.

Anexo 1: Ejemplo de tabla de actitudes

Actitud 1: Manifiesta confianza en su proceder individual

A) Consultas que efectúa durante la realización de las tareas asignadas.

1° 5°			1° 6°		
Alumno	N° de consultas AP/7 cl	N° de consultas DP/7 cl	Alumno	N° de consultas AP/7 cl	N° de consultas DP/7 cl
1	10	8	1	15	16
2	4	4	2	3	4
3	8	8	3	7	8
4	6	7	4	12	12
5	9	8	5	4	4
6	15	12	6	10	11
7	3	2	7	9	10
8	10	7	8	8	6
9	5	6	9	13	14
10	13	12	10	18	17
11	4	4	11	6	5
12	18	12	12	14	14
13	10	9	13	14	13
14	3	4	14	13	12
15	9	10	15	7	7
16	7	5	16	16	16
17	15	14	17	10	11
18	14	10	18	5	7
19	13	8	19	9	10
20	5	4	20	11	11
21	16	13	21	4	4
22	11	12	22	12	10
23	8	6	23	15	13
24	2	3	24	10	10
25	12	8	25	11	11
			26	7	8
			27	6	5

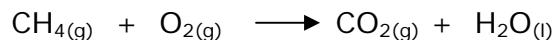
AP: antes de la propuesta

DP: después de la propuesta

Anexo 2: Ejemplos de actividades de la propuesta didáctica

Ejemplo 1

La siguiente reacción química es muy importante para nuestra vida cotidiana:

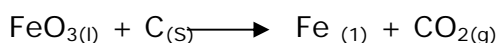


- ¿Cuáles son las razones por las que podemos afirmar lo dicho?
- Describe de qué manera procederías para averiguar si la ecuación está equilibrada.
- Si no está equilibrada, hazlo y luego explica si es importante esta acción y porqué.

Esta actividad se puede proponer para que sea realizada en forma individual, con el objeto de observar si son capaces de proceder sin contar con el apoyo del grupo. Se favorece la práctica individual.

Ejemplo 2

a- La siguiente ecuación química representa un proceso en el que han sucedido varios cambios. ¿Podrías leerla y escribir luego su descripción?



El propósito de esta actividad es observar si los alumnos son capaces de efectuar una descripción inicial de un proceso químico, aún sin solicitarles expresión de cantidades ni de conservación, sólo una expresión cualitativa.

b- Encierra con un trazo los reactivos y con otro los productos. Luego fíjate si el número de átomos de cada uno de los elementos coincide en reactivos y productos.

Se espera que, teniendo claramente marcado un estado inicial y un estado final, los alumnos sean capaces de darse cuenta que no está expresada cuantitativamente la conservación de masas.

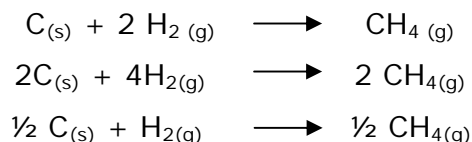
c- Empleando coeficientes, equilibra la ecuación y vuelve a controlar el número de átomos en cada una de las partes.

Intenta representar el proceso químico de otra manera, y reflejando el equilibrio entre ambos estados.

La idea de esta actividad es que si el alumno no consigue equilibrar la ecuación empleando un método rápido, pueda recurrir a algún tipo de representación en el que pueda apoyarse para después escribirlo en un lenguaje más simbólico.

Ejemplo 3

Compara las siguientes ecuaciones e indica si alguna de las tres es incorrecta y por qué razón.



Se espera que los estudiantes se den cuenta de que en todos los casos las ecuaciones están equilibradas, por lo tanto ninguna es incorrecta. El profesor les aclarará que convencionalmente se emplea con mayor frecuencia aquella ecuación que sea expresada con los menores números no fraccionarios.

El trabajo práctico se resuelve en forma grupal y tiene como objetivo primario afianzar algunas operaciones básicas que el alumno debe dominar a la hora de resolver cuestiones de estequiometría. Pero también es una oportunidad para que se pregunte acerca de las dificultades que supone la realización de este tipo de tareas.

Por un lado es importante la lectura de ecuaciones y su contextualización, y por otro el proceso inverso, es decir, expresar en forma simbólica una reacción que está dicha en forma literal.

Además de promoverse la práctica grupal, se trata de introducir al alumno en la zona de interés óptimo.

En los ejercicios anteriores se solicita que leas, expliques, equilibres y representes reacciones químicas. ¿Cuáles de estas actividades te resultan más difíciles? ¿Cuáles te resultan más sencillas? ¿Has intentado averiguar qué cosas son las que no comprendes? ¿Hay alguna actividad que no pudiste hacer? ¿Qué actitud tomaste en ese caso? ¿Consultaste con el profesor, o con un compañero, acudiste a un libro, o lo dejaste sin respuesta?

Este grupo de preguntas se emplea al menos una vez en cada jornada de trabajo. Es fundamentalmente para promover la autoevaluación.

Ejemplo 4

Recordemos:

El mol: Es la unidad de cantidad de materia.

La masa molar: Es la masa de un mol

Esto significa que, en la ecuación podríamos escribir:

116 gramos de butano se combinan con 416 gramos de oxígeno, formándose 352 gramos de dióxido de carbono y 180 gramos de agua.

¿Cuál es el concepto que nos permitió dejar de hablar de moléculas y comenzar a expresar las cantidades en gramos?

Se pretende introducir al alumno a la reflexión acerca del por qué se definió una unidad nueva, el mol.

Posteriormente se buscará el trabajo con mol en forma más activa.

Ejemplo 5

Teniendo en cuenta la siguiente ecuación



- Escribe su significado.
- ¿Cómo se llama este proceso sobre el hierro?
- ¿Alguna vez pudiste observarlo?
- Calcula las masas de todas las sustancias.
- Escribe la ecuación, expresando las masas molares.
- Responde sin hacer cálculos: ¿qué piensas que sucedería con la cantidad de óxido de hierro, si duplicas la cantidad de hierro?

Se pretende buscar un acercamiento al fenómeno que representa la ecuación antes de comenzar a formalizar sus distintos aspectos. En este tipo de actividad se apela a la posibilidad de que el alumno vaya efectuando una redescrición de objetos que ha ido conociendo previamente. La solicitud de no efectuar cálculo numérico es para permitir efectuar una predicción que tiene que ver con la proporcionalidad, por un lado, y por otro con la consideración de más de una variable: ¿inferirá el alumno que también deberá hacer variar proporcionalmente la cantidad de oxígeno?

Se continúa trabajando la misma ecuación.

- Vuelve a escribir la ecuación, habiendo duplicado la cantidad de hierro.
- Efectúa las mismas tareas, reduciendo la cantidad de hierro a la mitad.

Se insiste en la idea de hacer reflexionar al alumno para que posteriormente incorpore el cálculo proporcional como herramienta y no como eje del ejercicio.

En todas las clases se resuelven ejercicios, o puzzles cerrados de acuerdo a la clasificación de Garret (1995) y se les solicita a los alumnos que respondan las siguientes preguntas:

Describe las operaciones que han sido necesarias para resolver la situación.

Explica de que manera (o maneras) comprobarías que el cálculo está bien realizado.

- Habrá otro camino para resolver el problema?
- Cuáles son los conceptos que te cuesta más comprender?
- Qué diferencias encuentras con aquellos que sí crees que comprendes?
- Con qué dificultades te encuentras al tener que resolver un problema?