

## **Contribuciones de la Didáctica de la Matemática en clases de química que involucran conceptos matemáticos**

Deriard Alejandra (1)-Matteucci Carlos Pedro (2)  
alejandraderiard@gmail.com (1) crl\_mat@hotmail.com (2)  
Instituto de Formación Docente Bernardo Houssay  
Argentina

Núcleo temático: Matemáticas y su integración con otras áreas.

Modalidad: CB

Palabras Clave: química, matemática, Teoría de las Situaciones Didácticas

Nivel educativo: formación y actualización docente

### **Resumen**

*En Institutos de Formación Docente de Buenos Aires, los alumnos que cursan Química y Laboratorio I (de la carrera para Profesor en Química), abandonan la cursada antes del primer parcial o inmediatamente después del primer parcial. Ante la búsqueda de las causas se determinó que uno de los condicionantes que influyen en la permanencia de alumnos del Profesorado de Química en primer año es la falta de habilidad para la reutilización de recursos matemáticos. Ante este panorama este equipo se plantea la posibilidad de indagar si es posible utilizar los instrumentos metodológicos de la Didáctica de la Matemática en el contexto de los conceptos matemáticos incluidos en la resolución de ejercicios y problemas en el campo de la Química. Como objetivo se pretenden establecer relaciones entre la Didáctica de la Matemática, en especial, de la Teoría de las Situaciones Didácticas, y los contenidos de las clases de Química que involucran conceptos matemáticos. Para llevar a cabo nuestra propuesta se pone en práctica la metodología de investigación denominada Ingeniería Didáctica involucrando en la propuesta a especialistas en Didácticas de las Matemáticas y profesores de Química.*

### **Introducción:**

A partir de información obtenida luego de un diagnóstico realizado a lo largo de varios años, se observa como constante que alumnos que cursan Química y Laboratorio I abandonan el curso antes del primer parcial o inmediatamente después mismo. Ante la búsqueda de causas, mediante encuestas se determinó que uno de los condicionantes que poseen los alumnos para

permanecer en 1° año es la habilidad para la reutilización de recursos matemáticos en Química y Laboratorio I. Es por ello que se propone indagar sobre las posibles consecuencias positivas de proporcionar a los docentes de química herramientas de la didáctica de la matemática, especialmente de la Teoría de Situaciones Didácticas (Brousseau, 1987) en adelante, TSD, mediante la implementación de secuencias de ingeniería didáctica (ID), preparadas para tal fin. Las prácticas habituales muestran que aquellos recursos matemáticos necesarios para resolver problemas en el campo de la química, se trabajan de manera intuitiva y algorítmica, siendo este tratamiento inadecuado para superar las dificultades de apropiación de conceptos matemáticos ligados a las situaciones de la química. Definimos entonces las preguntas que originan nuestra investigación: ¿Podría la didáctica de la matemática dar herramientas a los docentes de química a la hora de abordar cuestiones en las que se involucren conceptos matemáticos implicados en la resolución de problemas de química? ¿Podría la TSD aportar alguna instancia de superación, tanto para el docente de química como para los alumnos, en pos de menguar la deserción y el fracaso en los cursos de Química y Laboratorio I? Creemos necesario investigar al respecto para poder definir en qué medida los aportes de la didáctica de la matemática deberían ser conocidos por los docentes de química, para el mejor desenvolvimiento al frente de la clase de química que involucra conceptos matemáticos (CQM).

### **Marco teórico:**

Esbozar el desarrollo del marco teórico de este proyecto de investigación, en este caso, resulta complicado, debido a que debemos adecuar un marco teórico proveniente de la Didáctica de la Matemática a la enseñanza de la Química, en clases de Química en la que se involucren conceptos matemáticos (CQM). Para ello, se hará un esbozo de La Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) (Brousseau, 1987) y de cuáles aspectos de dicha teoría entendemos importante adoptar en este proyecto de investigación. Se definirán, además, conceptos de la Teoría de la Transposición Didáctica (Chevallard, 1997) (TAD), vinculados a la TSD, en concordancia con la enseñanza de la Química. Chevallard, en la TAD, parte del presupuesto de que la enseñanza de un determinado elemento del saber sólo será posible si ese elemento sufre ciertas transformaciones para que esté apto para ser enseñado. El constructo Transposición Didáctica implica la diferenciación entre el saber académico y el saber escolar,

que son de naturaleza y funciones distintas, y se define como el proceso de transformación de objetos de conocimiento en objetos de enseñanza. La distancia entre el saber científico y el saber enseñado no representa, en este caso, una jerarquía de saberes, sino una transformación de saberes que ocurre en las diferentes prácticas sociales, en función de la diversidad de los géneros discursivos y de los interlocutores allí envueltos. Por situación didáctica se entiende una situación construida intencionalmente por el profesor con el fin de hacer adquirir a los alumnos un saber escolar. La situación didáctica se planifica en base a actividades problematizadoras, que integran un saber efectivamente transpuesto, en este caso, tanto de la matemática como de la química, cuya necesidad de ser resueltas o abordadas, implique la emergencia del conocimiento matemático escolar que da sentido a la clase, sin el cual no se alcanzaría un nivel de apropiación completo, en este caso, del saber escolar proveniente de la química, involucrado. Dicha situación ocurre en el aula, en un escenario llamado triángulo didáctico, cuyos lados indican conjuntos de interacciones entre los tres protagonistas (indicados por los vértices de dicho triángulo): Saber escolar (en este caso, saber proveniente de la química y saber proveniente de la matemática), Profesor y Alumno. En el desarrollo de una situación didáctica definimos momentos que se denominan situaciones a-didácticas que se caracterizan por el trabajo del alumno cuando interactúa con el medio preparado por su profesor, quien debe procurar que el mismo se responsabilice por trabajar en él. Así, en estas situaciones a-didácticas, interesa observar cómo interactúa el alumno con el saber matemático y con el saber proveniente de la química ante el problema planteado. El profesor ya ha planeado la situación didáctica de modo que existan estos momentos (situaciones a-didácticas) en que los alumnos interactúan con el problema, se propicie la discusión y el debate y también hagan preguntas. El papel del profesor, en tanto, consiste en guiar con intervenciones o respondiendo a las preguntas, pero con otros interrogantes o señales sin dar las respuestas. A éste proceso dialéctico Brousseau le llama Proceso de Devolución (Panizza. 2005). Es mediante este proceso que este equipo se pregunta si sufrirán modificaciones las respuestas de alumnos y docentes a la hora de resolver problemas en las CQM. Denominamos devolución a la actividad mediante la cual el docente intenta alcanzar ambos resultados.

## **Metodología**

Para llevar a cabo nuestra investigación desarrollaremos la metodología de investigación denominada Ingeniería Didáctica (Artigue, 1994) y metodologías de tipo cualitativas, según los momentos del trabajo.

El proceso experimental de la ID consta de cuatro fases: 1 Primera fase: Análisis preliminares. 2. Segunda fase: Concepción y análisis a priori de las situaciones didácticas. 3. Tercera fase: Experimentación. 4. Cuarta fase: Análisis a posteriori y evaluación. Trataremos la información relevada tanto cuantitativamente como cualitativamente.

Instrumentos de recolección de la información: Entrevistas, Encuestas, Observaciones no participantes, Lectura de libros de aula, Lectura de material producido por los alumnos, Filmaciones, Grabaciones

### **Desarrollo de la propuesta:**

Para la concepción de una ID son necesarios análisis preliminares respecto al cuadro teórico didáctico general y sobre los conocimientos didácticos adquiridos y relacionados con el tema. Es por ello que se realizan los siguientes análisis, en conjunto a los docentes de química involucrados: El análisis de la enseñanza tradicional y sus efectos, el análisis de las concepciones de los estudiantes de química, de las dificultades y obstáculos que determinan su evolución y el análisis del campo de restricciones donde se va a situar la realización didáctica.

Luego de ello, se capacita a los docentes de química de primer año acerca de las particularidades de la TSD, poniendo especial énfasis en la identificación de los momentos de la clase grupal (acción, formulación y validación, Panizza 2005). Para ello se utilizan videos de clases de matemática en donde se evidencien esos momentos y puedan explicitarse para debatir acerca de los mismos. Se trabaja también sobre los momentos de devolución e institucionalización. En este caso resulta más complicado desprover al docente de química de cierta mecánica conductista.

En un segundo momento, se propone una secuencia didáctica, la cual resulta reformulada y consensuada entre los docentes de química y el equipo de investigación, para aplicar la situación de ingeniería en los cursos.

Se estudia sobre los inconvenientes posibles, tanto al interno de los docentes, como en la clase. Se anticipan posibles bloqueos y obstáculos. (fases 1 y 2 de ID)

Por último se prueba en las clases la situación consensuada. Las clases son observadas en su totalidad. Algunas clases resultan filmadas y/o grabadas, para su posterior análisis. (fase 3 de ID)

### **Secuencia de ingeniería trabajada en una de las clases**

Organización de la clase en grupos de 4. Algunos grupos poseen notebook. Otros grupos solo poseen lápiz y papel.

Se propone resolver los siguientes ítems, indicándole que el trabajo puede ser grupal, y que pueden utilizar herramientas informáticas si así lo quisieren: (Extraído de Deriard, Matteucci, Maggiorotti, 2013)

- 1- *Construir una tabla que contenga los valores de las temperaturas de ebullición de los primeros quince alcanos no ramificados, utilizando como fuente de investigación libros de texto o búsqueda en la web.*
- 2- *Construir la gráfica que relacione temperaturas de ebullición de los alcanos de la tabla anterior en función del número de átomos de carbono de cada alcano.*
- 3- *¿A partir de la gráfica, podrían construir una recta que manifieste comportamientos promedio similares a la función original? Puesta en común de las conclusiones.*
- 4- *Hallar la fórmula matemática de las rectas obtenidas*
- 5- *Transcribir la tabla que fue confeccionada en el punto 1 agregando una columna donde figuren las temperaturas de ebullición de los alcanos calculadas mediante la ecuación de la recta hallada.*
- 6- *Analizar cuantitativamente en qué intervalo de números de átomos de carbono del alcano, la ecuación de la recta hallada se aproxima más a la realidad graficada en la curva.*

Análisis de las resoluciones de los alumnos (fase 4 de ID)

Los inconvenientes de índole matemático tal como se había anticipado, suceden a partir del ítem 2 y 3. En el ítem 2, pese a tener conocimiento de graficadores, les resultó complicado completar la matriz de datos para obtener la gráfica pretendida, lo cual indica que, pese a poseer la herramienta informática no fueron capaces de utilizarla en el contexto pedido. En este caso, es importante el trabajo del docente con momentos de devolución continuos.

Quienes recurrieron a la representación en lápiz y papel, encontraron como mayor dificultad la elección de la escala adecuada, para efectuar correctamente la representación solicitada.

Dicha dificultad se presenta en clases de matemática habitualmente pero se sortea dando rangos de variabilidad discretos, mientras que en el caso señalado se acentúa debido a que el rango de valores a representar era muy amplio. Los docentes tuvieron dificultades en el momento de asesorar sin dar la respuesta pues estaban acostumbrados a responder sin dar la posibilidad de explorar y equivocarse.

Pese a este tipo de dificultades, una vez reconocida la misma, los docentes orientaban mediante preguntas para llegar a la resolución como por ejemplo: ¿recurriste al tutorial para resolver? ¿Cómo adaptarías los datos de tu tabla al uso del papel milimetrado? ¿Es posible utilizar la misma escala para ambas variables? ¿Cómo lo justificarías? En este proceso de devolución, se observó que luego de las orientaciones, los alumnos lograban avanzar efectivamente en sus respuestas.

Durante la resolución del ítem 3, teniendo en cuenta las respuestas presentadas en el ítem anterior, los alumnos que graficaron con graficador se encontraron con la dificultad de no recordar cómo utilizar dicho recurso, a lo que el docente vuelve a insistir con las preguntas orientadoras expresadas anteriormente; mientras que la mayor dificultad la encuentran los alumnos que trabajan manualmente ya que deben aproximar las áreas debajo y encima de la curva para lograr una recta promedio que “mantenga” los valores aproximados, cosa que con el método informático no sucede debido a que el software provee una herramienta adecuada para resolver sin dificultad.

Durante la puesta en común de las conclusiones, los alumnos que trabajaron con graficadores concluyen que todos pudieron obtener la misma recta mientras que los que resolvieron manualmente observan que se producen variaciones en sus rectas, las que son mostradas en la pizarra, discutiendo sobre el grado de aproximación entre las mismas.

Durante la resolución del ítem 5, aquellos alumnos que trabajaron manualmente, hallando la pendiente mediante el cociente incremental y armando la fórmula e identificando la ordenada al origen del gráfico, encontraron una posible solución, aunque en algunos casos podía diferir la ecuación de la recta hallada al surgir ella de diferente gráfico de recta. Aquellos alumnos que utilizaron graficadores no tuvieron mayores dificultades ya que el mismo software les proporcionó la ecuación.

El ítem 6 fue resuelto sin dificultad mientras que las dificultades presentadas en el ítem 7 fueron de no interpretar la consigna, no identificar métodos posibles de resolución, requiriendo la intervención del docente indicando que recuerden los conceptos de error absoluto, relativo y porcentual; a la vez que debe hacerlo en la pizarra. Pasado este bloqueo, los alumnos resuelven sin dificultad.

Se realiza luego la puesta en común final en donde efectivamente se puede ver que hay correlación entre la estructura de los alcanos y la temperatura de ebullición, tal como se venía analizando en otras clases. Luego la discusión se centra en la utilidad de herramientas matemáticas e informáticas para enriquecer los conceptos específicos de química.

Debido a la utilización de la ID como metodología de la investigación, recurrimos a diversas estrategias de análisis de la información. En particular, en la última fase de la ingeniería didáctica, denominada Análisis a posteriori y evaluación tuvimos en cuenta el conjunto de datos recolectados a lo largo de la experimentación, es decir, las observaciones realizadas de las secuencias de enseñanza, al igual que las producciones de los estudiantes en el aula o fuera de ella. Estos datos se completaron con otros obtenidos mediante la utilización de metodologías externas: cuestionarios, entrevistas individuales o en pequeños grupos, realizadas durante cada sesión de la enseñanza, entre otros.

## **Conclusión**

De esta experiencia se pueden extraer distintas conclusiones.

Los docentes de química, reticentes en un comienzo a modificar su accionar de clases que involucran conceptos matemáticos, acostumbrados al uso simplemente experimental de dichos conceptos, sin cuestionamientos al interno de la matemática, observan que los alumnos se sienten más motivados ante los desafíos planteados, lo que conlleva a un mejor desarrollo de la clase, aunque más lento que una clase tradicional.

Los docentes manifiestan que los alumnos quedan asombrados de la facilidad y posibilidad de la utilización de conceptos sencillos matemáticos para resolver cuestiones vinculadas a la química, pudiendo fijar sus conocimientos, tanto de matemática, como de química y así reutilizarlos en otros problemas.

La experiencia permitió a los alumnos de química descubrir y reconocer que poseían una cantidad de información y de saberes que no recordaban poseer. Estos saberes lograron ser recontextualizados correctamente gracias a las preguntas orientadoras utilizadas por el docente durante el proceso de devolución.

Los docentes de química se manifestaron conformes con los resultados obtenidos, con las estrategias de trabajo derivadas de la TSD, no así con el tiempo de enseñanza. Al finalizar la experiencia indicaron que se “pierde mucho tiempo de clase” en el trabajo de acuerdo a la TSD.

En lo concerniente a la medición de la deserción aún está en proceso, por lo que este interrogante no fue aún posible de responder.

En lo particular, creemos que es importante brindar herramientas, desde la didáctica de la matemática, a los docentes de otras asignaturas, para proveer de significado dichas herramientas facilitando así la incorporación de los conocimientos vinculados a otras áreas del saber, en este caso, química.

### **Bibliografía**

Artigue, M. (1994) Didactical engineering as a framework for the conception of teaching products. En Bielher & al. (Eds.). Didactics of mathematics as a scientific discipline, 27-39. DordrechtKluwer Academic

Brousseau, G. (1987) Fundamentos y métodos de la Didáctica de la matemática Universidad de Bordeaux. Francia

Chevallard, I. (1997). La transposición didáctica. Aique. Buenos Aires

Deriard A, Maggiorotti, F, Matteucci, C. (2013). Matemática y Química, una integración posible en Retos y Perspectivas en la enseñanza de las ciencias. Educación Editora. Vigo. España

Panizza, M. (2005) Conceptos básicos de la Teoría de Situaciones Didácticas, en Enseñar Matemática en el Nivel Inicial y primer ciclo de la EGB. Paidós. Buenos Aires