

DIÁLOGO ENTRE LA MATEMÁTICA Y LA QUÍMICA

Sergio Pablo Farabello – Carlos Horacio Espino – Néstor Fabián Pascal – Ramiro Tesouro

farabellos@uner.edu.ar – rtesouro@fb.uner.edu.ar

Facultad de Bromatología – Universidad Nacional de Entre Ríos – Argentina

Tema: VI.2 - Enseñanza Experimental de la Matemática

Modalidad: Taller (T)

Nivel educativo: 4

Palabras clave: matemática en contexto, química, actividad experimental, ajuste de curvas

Resumen

Para los estudiantes de los distintos niveles educativos resulta, en general, poco agradable estudiar matemática. Según Camarena (2009), la gran mayoría del alumnado no tiene claro por qué estudia matemáticas, lo cual demerita la motivación hacia esta ciencia.

La actividad que se presenta forma parte de una serie de propuestas didácticas realizadas con el fin de investigar las ventajas y desventajas de enseñar una Matemática Contextualizada.

En este caso, se propone integrar Matemática y Química a través de una actividad experimental consistente en la medición de la absorbancia de la luz en muestras de agua con diferentes concentraciones conocidas de nitritos para obtener una curva de calibración (ajuste lineal por el método de mínimos cuadrados).

La construcción de la curva permitirá conocer la concentración de nitrito de una muestra de agua a través de la medición de la absorbancia de la luz y determinar, en consecuencia si el agua se encuentra o no contaminada.

En el taller, los participantes realizarán la medición de la absorbancia utilizando un espectrofotómetro, confeccionarán la curva de calibración y determinarán la calidad de una muestra de agua incógnita.

Cupo máximo de participantes: 25 personas.

Introducción

La asignatura Matemática en los planes de estudio de las carreras que tienen como base la Química o la Biología causa cierta preocupación en los estudiantes, principalmente porque cuando han elegido qué estudiar lo han hecho por una cierta afinidad que sentían con esas asignaturas y no precisamente con la Matemática.

Esta preocupación se traslada también a los docentes de Matemática, quienes tienen la tarea de desarrollar los contenidos matemáticos básicos de acuerdo al plan de estudios y contextualizar la matemática en la Química y en la Biología.

Esta tarea no es sencilla porque requiere que los docentes tengan conocimiento específico de los temas en los cuales se realizará la contextualización de la Matemática,

e incluso una integración real con los docentes que tienen a su cargo las otras asignaturas.

Se trata entonces de integrar no sólo conocimientos, sino también de realizar un trabajo cognitivo en el que están implícitas actividades de análisis, donde las representaciones desempeñan un papel importante en los esquemas que se puedan formular sobre los eventos por enfrentar y, a través de ellas, se favorece la comprensión y el aprendizaje. (Trejo y Camarena, 2011).

La didáctica de las ciencias se plantea el problema de enseñar ciencias en forma significativa, es decir, cómo promover que la cultura científica generada a través de los siglos pueda ser comprendida por la población, se sepa aplicar y se pueda continuar generando (Sanmartí, 2002).

Las fronteras entre las diferentes disciplinas no son fijas, sino que tienen cierto dinamismo en el tiempo. Partiendo de este concepto, podemos pensar que es posible reorganizar los ámbitos del saber buscando la cooperación entre esas disciplinas, modificando las fronteras existentes en un momento determinado. Esto permitirá construir ciencia en forma progresiva, en búsqueda de una mejora continua. Esta cooperación, necesaria para resolver problemas contextualizados, puede ser, como define González Álvarez (2012) *“pluridisciplinar, en el cual varias ciencias colaboran pero cada una conserva su especificidad; transdisciplinar, situada en un nivel de abstracción elevado, utiliza teorías y conceptos comunes a todas las ciencias; e interdisciplinar, que implica confrontación, intercambio de métodos, conceptos y puntos de vista. Así pues, los contactos interdisciplinarios son enriquecedores en la medida en que cada una de las ciencias pueda beneficiar a las otras de ciertos conceptos, de dimensiones, que, utilizadas en un marco nuevo, permitan plantear nuevas cuestiones”*.

Para lograr una colaboración útil es necesario que los docentes de una asignatura conozcan en qué pueden ser útiles para las otras y sepan plantear las situaciones problemáticas de un modo accesible para los otros docentes. Para ello, lo ideal es el trabajo en forma conjunta y asociada, de forma tal que no resulte una mera superposición de conceptos, sino de una verdadera integración (García & Santos, 2000). Ante esta perspectiva se han realizado, según González Álvarez (2012) diversos proyectos educativos en los cuales se han producido diferentes niveles de integración entre las disciplinas científicas intervinientes. En estos proyectos se han dado instancias

variables que van desde la no integración hasta la integración total. Ambos extremos se han denominado ciencias separadas y ciencia integrada, respectivamente. Los diferentes niveles intermedios de integración entre las disciplinas científicas han recibido los nombres de ciencia asociada, ciencia coordinada o ciencia combinada.

Marco teórico

La construcción de modelos matemáticos de una realidad que se quiere estudiar constituye un aspecto esencial de la actividad matemática (Chevallard, Bosch & Gascón, 2000). La construcción de ese modelo posibilita que se le hagan preguntas, se lo interroge, en la búsqueda de encontrar respuestas a las situaciones planteadas al estudiar las cuestiones iniciales.

La modelización matemática de la realidad sirve para estudiar tanto sistemas matemáticos como no matemáticos, como por ejemplo el tema que nos ocupa en este taller.

La actividad de *hacer matemáticas*, caracterizada como un trabajo de modelización convierte situaciones no matemáticas en problemas matemáticos que pueden ser resueltos mediante la utilización de modelos adecuados.

Esa actividad matemática, según Chevallard y col. (2000), tiene tres aspectos que debemos tener en cuenta:

- utilizar matemáticas conocidas: resolver problemas a partir de herramientas conocidas y que ya se sabe cómo se utilizan;
- aprender matemáticas: resolver problemas a partir de herramientas que ya existen pero que son desconocidas para el que realiza la actividad. Esto suele pasarle no sólo a los matemáticos, sino también a los que necesitan usar la Matemática en su ciencia (químicos, físicos, biólogos, etc.);
- crear matemáticas nuevas: resolver problemas utilizando nuevas herramientas y modelos que deben ser creados.

Gómez Chacón (1998) realizó una investigación en un grupo de jóvenes estudiantes de ebanistería y, en el marco de esa investigación comparó las prácticas realizadas en el ámbito del taller con las realizadas en el ámbito de la clase. En el diseño de los módulos de aprendizaje se tuvo en cuenta tres diferencias claves: la finalidad u objetivo de la actividad; la comprensión conceptual de la persona en cada contexto y las creencias y valoraciones como grupo social de las diferentes formas de conocimiento matemático.

Al seleccionar las actividades matemáticas, el profesor “*crea una situación de aula definida por la representación social de la tarea. Tiene en cuenta las situaciones, las creencias y representaciones sociales del conocimiento matemático como aspecto que están en la base de la construcción del contexto del estudiante y que influyen en su aprendizaje*” (Gómez Chacón, 1998).

La selección de esas actividades matemáticas posibilita que los estudiantes se motiven, desarrollen actitudes matemáticas y hacia la matemática y adquieran conocimientos metacognitivos y metaafectivos.

Los estudiantes perciben el éxito o el fracaso escolar, y esta percepción influye en el aprendizaje de la matemática.

Font (2006) realiza una clasificación de los problemas de matemática contextualizados en otras disciplinas, en función del momento en que estos problemas son propuestos a los alumnos. Los problemas contextualizados se clasifican en:

- *Evocados de aplicación y de consolidación*, cuando se proponen luego de una etapa en la que se ha abordado el estudio de los objetos matemáticos necesarios para la resolución del problema. En este caso, los problemas servirán para consolidar los conocimientos matemáticos adquiridos y para que los alumnos encuentren aplicaciones de las matemáticas al mundo real. Serán de aplicación cuando su resolución sea sencilla, y de consolidación cuando su resolución sea más compleja.
- *Evocados introductorios*, cuando se proponen como disparador, al inicio de un tema, con la intención de utilizarlos para la construcción de los objetos matemáticos a estudiar.

Contenidos del taller

En las experiencias realizadas en el laboratorio de Física, de Química o de cualquier otra ciencia, muchas veces las magnitudes que se quieren medir dependen de una variable independiente. Son ejemplo de ello:

- Velocidad en función del tiempo
- Distancia en función del tiempo
- Resistencia eléctrica en función de la temperatura
- Cantidad de aditivo de un barniz en función del tiempo de secado
- Cantidad de cromo en el efluente en función de la cantidad en el influente

En reiteradas ocasiones, nos resultará útil encontrar la función matemática que mejor se aproxime a los datos experimentales, debido a que tendrá un significado importante.

Dicha aproximación podrá ser a través de:

- Una recta
- Una función polinómica
- Una función exponencial
- Otro tipo de función

A modo de ejemplo, en la Figura 1 se muestra una serie de mediciones de la absorbancia en función de la cantidad de proteína analizada de una determinada sustancia. En la Figura 2, se representa la función lineal que *mejor se aproxima* a la nube de puntos de la Figura 1.

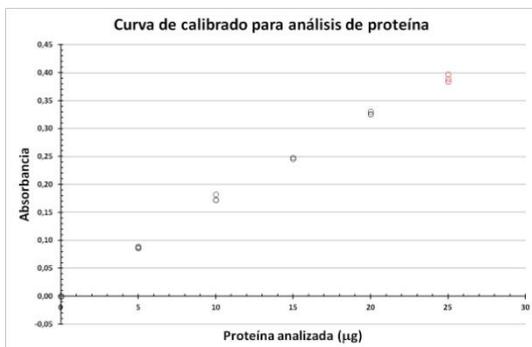


Figura 1. Nube de puntos

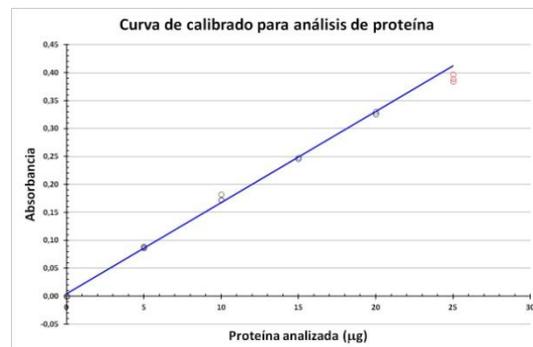


Figura 2. Recta que mejor se aproxima a la nube

Para el desarrollo de esta actividad, se propone trabajar con la aproximación por el Método de los Mínimos Cuadrados y con una función lineal.

Se adopta este método y esta aproximación por tratarse de una actividad que se propone realizar con alumnos del primer año de la universidad y en las primeras semanas del primer cuatrimestre, cuando se esté estudiando la función lineal.

Para desarrollar la actividad se propone realizar una experiencia de laboratorio, contando entonces con la *participación necesaria* de los docentes de Química, quienes deberán trabajar en *forma conjunta y asociada* con los docentes de Matemática.

La experiencia de laboratorio consiste en medir la absorbancia de la luz para distintas muestras de agua con concentraciones conocidas de nitritos.

La medición se lleva a cabo mediante un espectrofotómetro, instrumento que hace uso de la cantidad de luz que pasa a través de una solución para determinar la concentración del soluto dentro de esa solución.

Para utilizar el espectrofotómetro hay que preparar una serie de diluciones con concentración conocida. Una de estas muestras no contendrá soluto y se conoce como el “BLANCO”. Se usa para ajustar el instrumento para leer 0 % de absorbancia. La muestra “BLANCO” se coloca en el porta celdas y el espectrofotómetro se ajusta para leer una absorbancia del 0 %. Todas la demás medidas serán hechas mediante la introducción de las muestras en el porta celdas y la medición del porcentaje de absorbancia.

Después de registrar la absorbancia para una serie de muestras de concentración conocida (estándares), se construye una tabla con los valores de absorbancia (variable dependiente) y los de la concentración (variable independiente). También se realiza un gráfico del valor de absorbancia (en el eje vertical o Y) versus la concentración (en el eje de las abscisas o X), obteniéndose una nube de puntos.

Para hallar la expresión de la recta que mejor se ajusta a la nube de puntos obtenida, se propone la utilización de la planilla de cálculo Microsoft Excel ®, lo cual posibilita integrar también a los docentes de Informática. La recta de ajuste recibe el nombre de curva de calibrado.

Se habrá construido entonces un modelo lineal de la absorbancia en función de la concentración de nitrito en agua, el cual permitirá conocer la concentración de nitrito de una muestra de agua desconocida a través de la medición de la absorbancia. De esta manera se puede determinar por ejemplo, si la muestra de agua analizada está o no contaminada teniendo en cuenta la concentración de nitritos.

La actividad puede proponerse tanto como un problema contextualizado evocado de aplicación o del tipo introductorio. En el primer caso, el análisis del modelo matemático creado permitirá enfatizar la importancia y el significado que tienen en la ecuación de la recta en su forma explícita $y = mx + b$ la pendiente m y la ordenada al origen b . En el segundo caso, partiendo de la ecuación de la recta dada por la planilla de cálculo, se puede trabajar el concepto de función lineal y los elementos que la componen.

Evaluación del taller

La evaluación del taller se realizará en forma grupal, en una puesta en común, y constará de dos partes, a saber:

- Presentación de los resultados obtenidos en la actividad experimental realizada
- Reformulación de la propuesta para implementar en su propia aula.

Reflexiones al finalizar el taller

Se espera que al realizar este taller, los docentes y estudiantes de Matemática que participen del mismo encuentren una forma de dialogar con los docentes de Química y, a partir de esta experiencia, hallen caminos para hacerlo con los docentes de otras ciencias.

Esta actividad ha sido desarrollada en la Facultad de Bromatología de la UNER, con los alumnos de Matemática I de la Licenciatura en Bromatología y de la Tecnicatura Universitaria en Química, ambas carreras con contenidos muy fuertes en la Química. La posibilidad de realizar una experiencia en el laboratorio de química en la clase de matemática resultó muy atractiva para los alumnos y muy cercanas a su contexto.

Elementos necesarios para realizar el taller

Los docentes que tenemos a cargo el dictado del taller llevaremos un espectrofotómetro y las muestras de agua ya preparadas con las distintas concentraciones de nitrito.

Los docentes y alumnos que se inscriban en el taller deberán llevar su notebook o netbook con el software Microsoft Excel ® instalado para poder realizar el modelo matemático de la curva de calibración.

De la organización se requieren los siguientes elementos:

- Cañón proyector
- Mesa de trabajo

Bibliografía

Camarena Gallardo, P. (2009). La matemática en el contexto de las ciencias. *Innovación Educativa*, 9(46), 15-25. ISSN 1665-2673.

Chevallard, Y., Bosch, M., Gascón, J. (2000). *Estudiar Matemáticas. El eslabón perdido entre Enseñanza y aprendizaje*. Cuadernos de Educación 22. Segunda edición. Barcelona: Editorial Horsori. ISBN 978-84-85840-50-2.

Font, V. (2006). Problemas en un contexto cotidiano. *Cuadernos de pedagogía*, 355, 52-54.

García, M.; Santos, M. (2000). El carácter interdisciplinar de la investigación en Dirección Estratégica de la Empresa. En: *Programa Interuniversitario de Doctorado "Nuevas Tendencias en Dirección de Empresas" Universidad de Burgos, Universidad de Salamanca*, Universidad de Valladolid. Recuperado de: http://www3.uva.es/empresa/uploads/dt06_00.pdf, pp. 1-2.

Gómez Chacón, I. (1998). *Matemáticas y contexto. Enfoques y estrategias para el aula*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones. ISBN: 84-277-1259-6.

González Álvarez, L.M. (2012). Formación conjunta de profesores de matemática, física y química, desde la didáctica de las ciencias. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. 10, 79-89.

Harris, D. (1992). *Análisis Químico Cuantitativo*. Capítulo 4, pp. 47-66. Ciudad de México: Grupo Editorial Iberoamérica. ISBN: 970-625-003-4.

Sanmartí, N. (2002). *La didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid, España: Síntesis, pp. 23-26.

Trejo Trejo, E. & Camarena Gallardo, P. (2011). Análisis cognitivo de situaciones problema con sistemas de ecuaciones algebraicas en el contexto del balance de materia. *Educación Matemática*. 23(2) 2, 65-90.