Revista de Educación Matemática
Volumen 35, N° 1 (2020), páginas 11 – 22
Unión Matemática Argentina - Famaf (UNC)

Aportes para la enseñanza de la matemática

UNA EXPERIENCIA DE MODELIZACIÓN EN UNA CLASE DE MATEMÁTICA PARA LAS CIENCIAS NATURALES

Anahí Luciana Díaz, Mónica González, Cintia Negrette y Gabriel Soto

Resumen. En este trabajo describimos una propuesta de implementación de la modelización matemática como estrategia de enseñanza en un curso de Matemática para estudiantes de primer año de Bioquímica, Farmacia, Geología y Técnico Laboratorista Universitario de la Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Presentamos algunas producciones de los estudiantes y sus valoraciones cualitativas de nuestra propuesta durante los ciclos lectivos 2017 y 2018.

Abstract. In this paper we describe an implementation of mathematical modeling as a teaching methodology in a Mathematics course for first year students of Biochemistry, Pharmacy, Geology and University Laboratory Technician of the Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud of the Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. We present some student productions and their qualitative evaluations, made during the 2017 and 2018 school years.

§1. Introducción

Uno de los problemas que enfrentamos en nuestra práctica diaria quienes enseñamos matemática en las ciencias exactas y naturales es la constante demanda de los estudiantes *¿Y esto para qué me sirve?* La diversidad de perfiles profesionales que usualmente transitan estos espacios curriculares ha obligado a reflexionar respecto a qué matemática necesitan los futuros *no matemáticos* (Santaló, 1990). Sin embargo, desde nuestra experiencia estos acuerdos no han sido suficientes para brindar respuestas que satisfagan a los estudiantes ni para modificar nuestra habitual contestación *¡No te preocupes, en algún momento te va a servir!* (Soto, 2010).

Palabras clave: modelización matemática, matemática para no matemáticos, enseñanza de la matemática.
Keywords: mathematical modeling, mathematics for non mathematicians, mathematics education.

A quienes tenemos la tarea de enseñar matemática a no matemáticos, esta insuficiencia nos lleva a decidir entre enseñar *aplicaciones de la matemática* o *matemática aplicada*. La primera elección es la más común, pues generalmente en los libros de texto primero se presentan los conceptos matemáticos y luego aparecen capítulos completos con aplicaciones de los mismos. Esto se vuelve un obstáculo para que los estudiantes puedan apreciar el valor de la matemática como herramienta necesaria para poder entender, explicar y resolver potenciales situaciones o problemas de su interés profesional. Esto refuerza la idea que estudiar matemática en carreras o profesiones no matemáticas es una inversión a futuro obligatoria, aunque con beneficios muy poco claros. Si, por el contrario, queremos que los estudiantes puedan darle sentido a la matemática que deben estudiar y de este modo resignificar su realidad individual y colectiva, necesitamos enseñar matemática aplicada cuyos objetos de estudio son inherentemente multidisciplinarios por la naturaleza de los problemas que la motorizan. Como afirma (Bassanezi, 2002)

> *El objetivo fundamental del "uso" de la matemática es de hecho extraer la parte esencial de la situación-problema y la formalización en un contexto abstracto donde el pensamiento pueda ser absorbido con una extraordinaria economía de lenguaje. De esta forma, la matemática puede ser vista como un instrumento intelectual capaz de sintetizar las ideas concebidas en situaciones que están casi siempre camufladas en un enmarañado de variables de menor importancia. (p. 18)*

En el contexto científico-tecnológico de los últimos cincuenta años, el rol de la matemática en nuestro entendimiento sobre los fenómenos biológicos ha sido fundamental: el modelo neuronal (Hodgkin & Huxley, 1952) ha permitido avanzar nuestro conocimiento sobre el comportamiento de las células neuronales a nivel individual y colectivo, la teoría de formación de patrones (Turing, 1952) para modelos de reacción y difusión, los modelos poblaciones del tipo Lotka-Volterra (Lotka, 1910; Volterra, 1926), entre otros. Esta lista de ejemplos, lejos de ser exhaustiva, es una muestra de cómo la matemática ha favorecido el avance de nuestro conocimiento sobre diversos fenómenos de las ciencias naturales. A medida que la ciencia avanza, la frontera entre la matemática y las ciencias aplicadas, como las ingenierías y las ciencias naturales, es cada vez más difusa: "El éxito de los modelos matemáticos sugiere su uso también en situaciones más complejas y a primera vista imprevisibles, en las últimas décadas la Matemática Aplicada ha ido ganando terreno en cursos de grado y posgrado en diversas universidades" (Bassanezi, 2002, p.35).

La decisión de adoptar la modelización matemática como estrategia de enseñanza nos ha permitido recuperar los valores formativos, de competencia crítica, de promoción autogestionada de la matemática (Blum & Niss, 1991) y de alternativa epistemológica (D'Ambrosio, 1990), propias del uso de la matemática en la resolución de situaciones-problemas del mundo real.

En este trabajo presentaremos algunos ejemplos de producciones de estudiantes de Bioquímica, Farmacia, Geología y Técnico Laboratorista Universitario durante la implementación de la modelización matemática como estrategia de enseñanza y aprendizaje, y algunas valoraciones cualitativas de los estudiantes de las carreras antes mencionadas.

§2. Descripción del marco teórico de la estrategia de enseñanza

La ciencia es una actividad inherentemente humana que busca entender la realidad que nos rodea. Su evolución se basa en analizarla en un contexto dinámico que deviene en representaciones que reducen su grado de complejidad: la modelización es una reflexión mediante la cual se construye una representación reducida de la realidad en la que se priorizan algunos aspectos sobre otros (D'Ambrosio, 1990). Este proceso de reflexión debe cumplir con un conjunto de etapas o actividades intelectuales (Bassanezi, 2002) que surgen a partir de la identificación del problema de la vida real que se quiere resolver, y que no necesariamente ocurren de manera secuencial:

- Experimentación: es la etapa de obtención de datos experimentales, cuyos métodos dependen de la naturaleza del objeto a investigar.
- Abstracción: se caracteriza por la formulación del modelo matemático, identificando las variables y los parámetros del problema, la generación de hipótesis a través de las diferentes representaciones de los datos experimentales, comparación con otros estudios, deducción lógica, experiencia personal del modelizador, analogía de sistemas, etc.
- Resolución: está relacionada con la complejidad empleada para la obtención del modelo, siendo las técnicas computacionales una de las herramientas más utilizadas en la actualidad.
- Validación: etapa de aceptación o no del modelo propuesto, mediante la confrontación de las hipótesis y datos experimentales. La interpretación de los resultados obtenidos puede ser hecha a través de soluciones gráficas o numéricas que faciliten avalar las predicciones del modelo.
- Modificación: se refiere a la posibilidad que las predicciones del modelo no conduzcan a resultados correctos por diversos factores: algunas de las hipótesis resultaron falsas, los datos experimentales fueron obtenidos erróneamente, errores en la formulación matemática del modelo, entre otros. Es importante destacar que ningún modelo puede ser considerado definitivo y siempre puede ser mejorado.

Los cambios culturales y los avances tecnológicos actuales han complejizado las demandas a los futuros profesionales universitarios. Se les exige habilidades de manejo tecnológico y búsqueda de información que les permitan obtener y aplicar los nuevos conocimientos para arribar a juicios y conclusiones sustentadas. Esto implica poder definir efectivamente los problemas, recoger y evaluar la información relativa a los mismos y proponer soluciones. Por ello es necesario buscar estrategias didácticas que promuevan estas capacidades: la modelización matemática aparece como una metodología de enseñanza que favorece el desarrollo de las mismas.

En el contexto de las ciencias naturales, el *Aprendizaje Basado en Problemas* (ABP) es una metodología surgida en los años sesenta en las escuelas de medicina de McMaster University (Barrows, 1996), que tomamos de referencia para la implementación de la modelización matemática como estrategia de enseñanza. En la metodología ABP la adquisición de conocimientos se produce a partir de la resolución de un problema/problemas de interés común que promueva el conflicto cognitivo. El aprendizaje está centrado en los estudiantes y su entorno socio cultural, siendo el profesor parte del ecosistema en el que se producen los aprendizajes (D'Ambrosio, 1990). Los problemas organizan y promueven el trabajo colaborativo y estimulan el aprendizaje autogestionado (Morales & Landa, 2004).

§3. Descripción de la metodología

La metodología que se describe en este artículo se encuadra dentro de la asignatura Matemática. Ésta se ubica en el primer cuatrimestre del primer año del plan de estudios de las carreras de Bioquímica, Farmacia, Geología y Técnico Laboratorista Universitario, todas pertenecientes a la Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. La estructura de la cátedra consta de un profesor responsable, dos Jefes de Trabajos Prácticos, dos Auxiliares graduados y dos Auxiliares alumnos, para atender una matrícula que desde el año 2015 a la fecha ronda entre ciento treinta y ciento cincuenta estudiantes. La carga horaria de la asignatura es de ciento cincuenta horas, distribuidas en dos encuentros teórico-prácticos, dos de práctica y un espacio de trabajo, llamado *espacio de tutorías*, todos ellos de dos horas de duración. El libro de consulta obligatoria es *Cálculo. Conceptos y Contextos* (Stewart, 2003).

Para la puesta en marcha de la metodología de enseñanza que se describe en este artículo, la primera cuestión a considerar fue el gran número de estudiantes que asisten a clase. Se optó así por dividirlos en grupos de trabajo reducidos. En el periodo 2017-2018, la conformación de tales grupos fue realizada por los propios estudiantes durante la primera semana de clases. Cada grupo debía estar integrado por al menos tres y no más de cinco integrantes (Prieto Martín et al., 2006). De este modo cada docente de la cátedra debía asesorar como *tutor* a un promedio de cuatro grupos de trabajo.

Al inicio de clases, se presentó a los estudiantes una guía que incluía tres proyectos a desarrollar y resolver a lo largo del cursado de la asignatura. Cada uno estaba conformado por un conjunto de problemas vinculados a un mismo eje temático, a saber: Funciones para el primer proyecto, y para el segundo y el tercero, Cálculo Diferencial e Integral en una y varias variables, respectivamente. La duración de cada proyecto fue de cinco semanas, incluyendo las instancias de evaluación.

En los encuentros teórico-prácticos se abordaron y discutieron las ideas y conceptos matemáticos vinculados a las necesidades conceptuales emergentes de la resolución de los problemas. En las clases de práctica se propusieron problemas y ejercicios complementarios a los conceptos desarrollados durante los encuentros teórico-prácticos. En el *espacio de tutorías*, cada grupo debió dar cuenta, a sus respectivos tutores, de los avances logrados durante la semana en la resolución de los problemas.

Esta metodología permitió enfocar nuestra tarea docente en pos de brindar a los estudiantes herramientas para establecer vínculos entre la matemática y los diferentes procesos inherentes a sus futuras profesiones (ver Planes de Estudios para las carreras de Bioquímica (2007), Farmacia (2007), Geología (2012) y Técnico Laboratorista Universitario (2016) ("Plan de Estudios de la Carrera Bioquímica, Facultad de Ciencias Naturales Res CAFCN 048/07", 2007; "Plan de Estudios de la Carrera Bioquímica, Facultad de Ciencias Naturales Res CAFCN 049/07", 2007; "Plan de Estudios de la Carrera Bioquímica, Facultad de Ciencias Naturales Res CDFCN 391/12", 2012)).

§4. Algunos resultados de la puesta en práctica de la metodología

En el presente artículo describimos uno de los problemas del primer proyecto, correspondiente al eje Funciones. En él se incluyeron situaciones que abordaban fenómenos de índole químico, físico y/o biológico. Se buscaba que los estudiantes a través de la experimentación en situaciones controladas, pudieran explorar y modelizar matemáticamente tales fenómenos. A continuación se enuncia el problema:

Problema: Comenzando con un recipiente con agua hirviendo,

a) ¿cuánto tiempo hay que esperar para que el agua llegue a 38° C?
b) ¿se modifica el tiempo de espera si se utiliza un recipiente de diferente volumen?
c) ¿se modifica el tiempo de espera si cambia la temperatura ambiente?
d) ¿se modifica el tiempo de espera si cambia la temperatura inicial del agua?

Para esta situación problemática, describimos en lo que sigue las distintas etapas del proceso de modelización matemática mencionadas anteriormente, reflejadas en las producciones de los estudiantes.

- Experimentación: A partir de la simulación de la experiencia en uno de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud se obtuvieron diferentes datos, modificando las condiciones iniciales, como ser el uso de diferentes recipientes, distintos volúmenes iniciales y modificaciones en la temperatura ambiente.
- Abstracción/Modelo matemático: los datos experimentales fueron tabulados y representados gráficamente mediante gráficos de dispersión, usando como soporte el software *GeoGebra*. A partir de los mismos, los estudiantes conjeturaron sobre qué tipo de función se ajustaba mejor a los datos obtenidos.

En base a sus conclusiones y haciendo uso de la herramienta Análisis de Regresión que posee el programa, surgieron dos modelos plausibles para explicar lo observado:

$$f(t) = at^2 + bt + c, \qquad g(t) = T_0\, e^{-rt}$$

donde t representa el tiempo y tanto $f(t)$ como $g(t)$ representan la temperatura del agua.

- Validación: En esta etapa observamos dos diferentes tipos de trabajo. Uno inherentemente matemático, observando y comparando cuál de los dos modelos presentaba el mejor ajuste. Es decir, cuál de ellos tenía el coeficiente de determinación R^2 más cercano a 1, según el análisis de regresión que arrojaba *GeoGebra* (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2012). El otro involucraba el análisis del contexto, es decir, resignificar las predicciones que ofrecían los modelos en virtud del problema original. Los estudiantes compararon los datos obtenidos empíricamente con las previsiones brindadas por los modelos, optando, gracias a esta interpelación, por el modelo exponencial como mejor modelo de ajuste de datos.
- Modificación: La interacción con los tutores permitió adecuar el modelo para explicar la variación de la temperatura del agua en función del tiempo. Las preguntas de los tutores estaban orientadas a la reflexión sobre la validez del modelo. Por ejemplo: según el modelo obtenido, ¿cuál será la temperatura al cabo de un tiempo prolongado? El carácter asintótico de la función exponencial obligó a perfeccionar el modelo, proponiendo uno más acorde a lo que ocurre en el mundo real:

$$g(t) = T_0\, e^{-rt} + T_{\text{amb}}$$

§5. ¿Cómo conjugar la evaluación con esta metodología?

La evaluación de cada proyecto fue realizada inmediatamente después de su finalización. La misma constaba de dos instancias con características bien diferenciadas, una grupal y otra individual. Para la instancia grupal debían presentar un video de corta duración que sintetizaba el proceso de modelización de cada uno de los problemas del proyecto. Para su corrección se utilizó una rúbrica de evaluación disponible en el programa de la asignatura desde el comienzo del curso. La instancia individual consistió en un reporte escrito, con problemas y preguntas relacionadas con el contenido del proyecto.

A continuación se transcriben, a modo de ejemplo, dos preguntas referidas al problema presentado anteriormente, que fueron incluidas en la instancia de evaluación escrita.

- Pregunta 1: Usando el modelo obtenido para el enfriamiento del agua, ¿a partir de qué momento la temperatura del agua estará por debajo de los 38°C?
- Pregunta 2: Usando el modelo obtenido para el enfriamiento del agua, ¿hasta qué tiempo el agua se mantiene por encima de los 60°C?

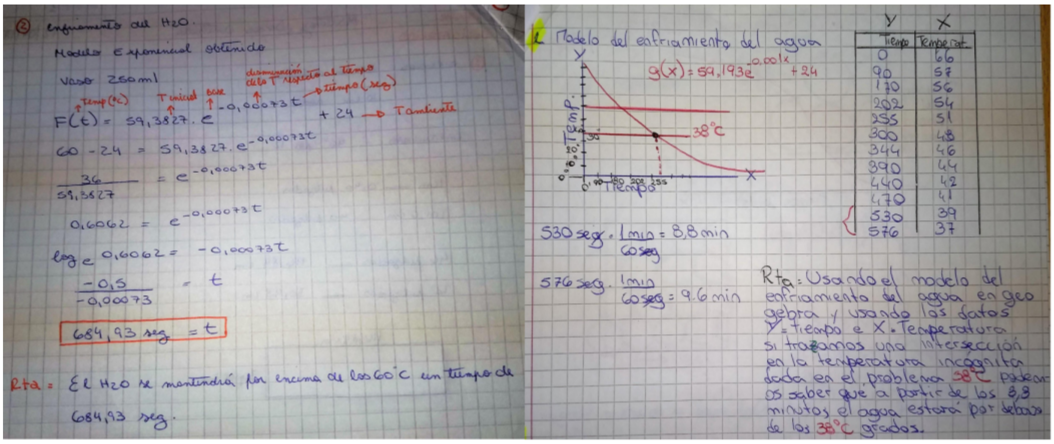

Figura 1. Panel izquierdo: respuesta a la pregunta 2 utilizando técnicas analíticas. Panel derecho: respuesta a la pregunta 1 mediante el uso del registro gráfico.

En la Figura 1 se muestran dos resoluciones donde es posible observar el uso de registros diferentes, uno algebraico y otro gráfico, para responder las preguntas mencionadas. Resulta interesante destacar que las resoluciones gráficas fueron mediadas por *GeoGebra*, como se muestra en el panel derecho de la Figura 1: "Usando el modelo del enfriamiento del agua en *GeoGebra*... trazamos una intersección en la temperatura incógnita dada en el problema podemos saber que a partir de los 8,8 minutos el agua estará por debajo de los 38°C".

Asimismo, muchos estudiantes fueron capaces de aplicar los nuevos conocimientos y técnicas ya utilizadas en otros problemas en diferentes contextos, como el siguiente:

> Las mujeres embarazadas metabolizan ciertas sustancias a una tasa menor que el resto de la población. La vida media de cafeína en sangre es de aproximadamente 4 horas para la mayoría de las personas; en mujeres embarazadas es de 10 horas. Encontrar un modelo matemático que represente la vida media de la cafeína en mujeres no embarazadas.

En la Figura 2 se observa que, a partir del dato de la vida media de cafeína, los estudiantes generaron una tabla de valores (fase de experimentación y colecta de datos), y luego utilizaron *GeoGebra* para obtener el correspondiente modelo.

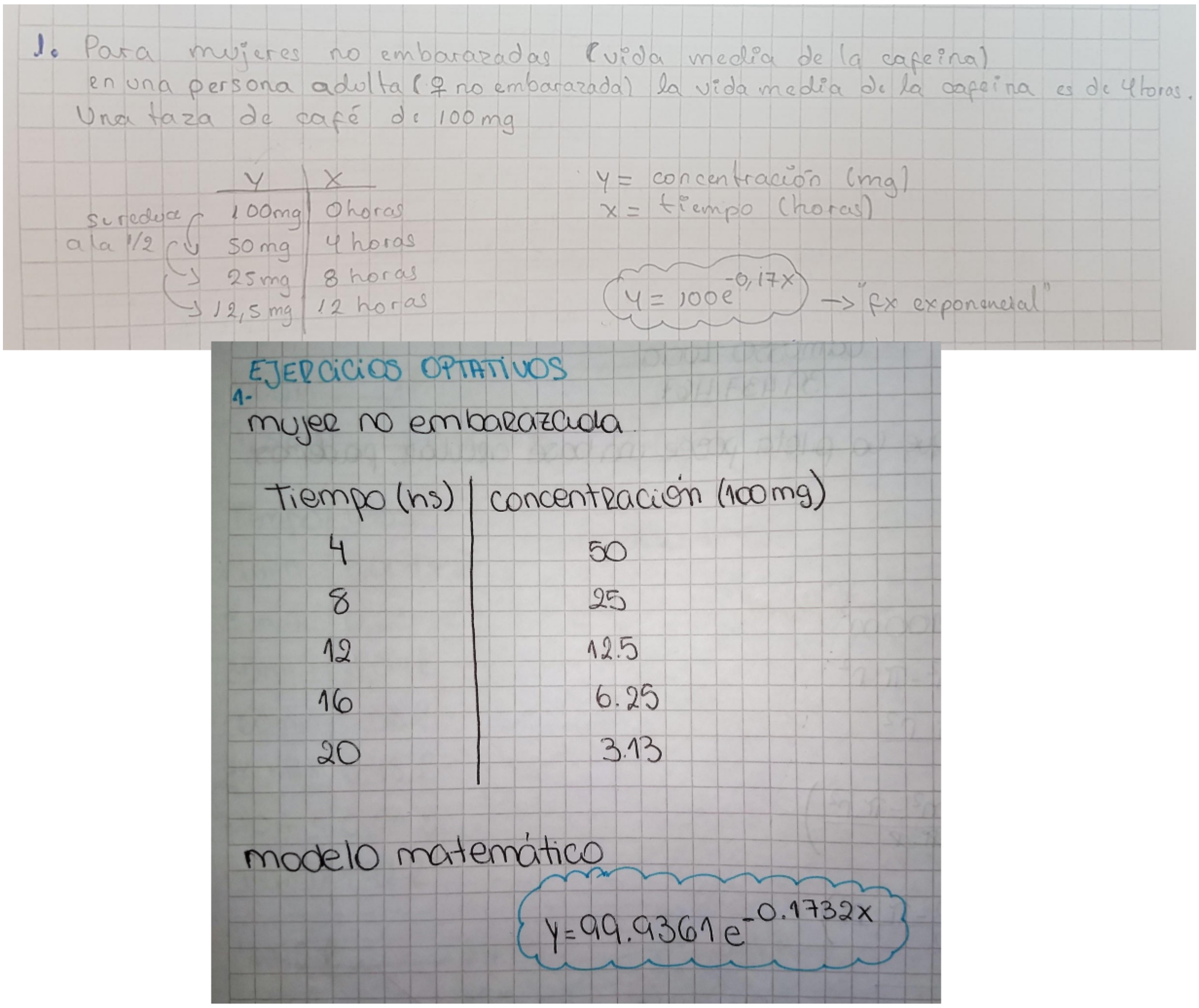

Figura 2. Tablas de valores y resoluciones del problema de la vida media de cafeína en sangre.

§6. Valoraciones cualitativas de los estudiantes sobre la metodología

Hacia el final de la cursada se implementó una encuesta anónima obligatoria en la cual se les pidió a los estudiantes que hicieran una evaluación del equipo de cátedra y de la metodología de trabajo. Ésta incluía aspectos relacionados con la implementación de los proyectos, la organización de las clases de tutoría y la evaluación. Las valoraciones fueron, en general, positivas y la metodología utilizada considerada como novedosa. Por otra parte, uno de los principales inconvenientes que reconocieron fue la dificultad propia del trabajo en grupo. A continuación transcribimos algunas respuestas de los estudiantes:

"...pensándolo bien la técnica que utilizaron con nosotros era ... totalmente novedosa de presentarnos la matemática, que chocó fuertemente con la manera tradicional a la... estábamos acostumbrados..."

"... me gustó la forma de evaluar, si uno lleva todo al día no es complicado..."

"... el plan está bueno ya que los problemas podemos usarlos en la vida cotidiana, ahora tenemos una base...para interpretar un problema y ponerlo en la práctica..."

"... la asistencia debería ser obligatoria..."

"...deberían explicar más al principio de cada clase..."

Comentarios finales

El presente trabajo describe una implementación de la modelización matemática en un curso de Matemática de primer año de carreras asociadas a las ciencias naturales durante 2017 y 2018. A modo de ejemplo, mostramos producciones de estudiantes referidas al concepto de funciones. Asimismo, la implementación de la estrategia descripta durante toda la cursada nos permitió observar cómo los estudiantes, en su gran mayoría, fueron capaces de aplicar los conceptos básicos del cálculo diferencial e integral en problemas de la vida real. La valoración cualitativa de los estudiantes hacia la metodología fue positiva, resaltando el hecho de poder usar la matemática en contextos de la vida real. Sin embargo, lo novedoso e innovador de la misma les generó cierto grado de frustración y desconcierto, pues no están acostumbrados a ser el centro del proceso de aprendizaje en el aula de matemática, como también se comenta en (Bassanezi, 2002). Esto se ve reflejado en la demanda de más horas de consulta, de introducciones teóricas de los contenidos del proyecto, de la obligatoriedad de las clases, etc. Más allá de esto, el análisis de los datos cuantitativos de las actuaciones de los estudiantes, en ambas cohortes, evidenció una disminución en el porcentaje de deserción luego de la primera instancia de evaluación.

La implementación de la metodología hizo evidente que el trabajo colaborativo no es una habilidad que muchos de nuestros estudiantes hayan adquirido durante su trayectoria escolar. La conformación autogestionada de los grupos reflejó problemas respecto a la distribución de tareas y roles en el trabajo en equipo. En general, los estudiantes demandaron la intervención de los tutores para poder salvar estas diferencias. Aspecto este también reportado en (Oakley & Felder, 2004).

El uso de *GeoGebra* resultó ser una herramienta muy importante para los estudiantes respecto a la conceptualización de funciones y sus diferentes representaciones. El uso de la tecnología ha atravesado nuestras prácticas de manera integral, tanto en actividades de enseñanza como de evaluación.

La dinámica del proceso de modelización rompe con la estética matemática, obligándonos a reflexionar sobre nuestra propia práctica, nuestras concepciones acerca de la matemática como disciplina y cuál es el rol de su universalidad al momento de resolver problemas de la vida real.

Estos períodos de cambios metodológicos, de reflexión sobre los resultados, de pensar y hacer, de planear y testear generan mucho vértigo, pero son inherentes a la tarea docente y a la vida misma como se discute en (Freudenthal, 2002).

Agradecimientos

Los autores quieren destacar el compromiso de todo el equipo de cátedra durante las implementaciones del ABP en el 2017 y 2018: Nika Opezzo, Thelma González, Silvina Miatello, Adriel Navarro y Martín Ibarra. Queremos agradecer también a los evaluadores por sus valiosas observaciones y sugerencias.

Bibliografía

Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, *68*, 3–12.

Bassanezi, R. (2002). Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática. Retrieved from `www.researchgate.net/publication/256007243`

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications and links to other subjects – State, trends and issues in Mathematics Education. *Educational studies in mathematics*, *22*, 37–68.

D'Ambrosio, U. (1990). As matemáticas e o seu entorno sócio-cultural. *Memorias del Primer Congreso Iberoamericano de Educación Matemática, en Enseñanza Científica y Tecnológica*, *42*, 70-81.

Freudenthal, H. (2002). *Revisiting mathematics education. China Lectures*. Estados Unidos: Kluwer Academic Publishers.

Hodgkin, A., & Huxley, A. (1952). A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve. *J. Physiology,, 117(4)*, 500–544.

Lotka, A. (1910). Contribution to the theory of periodic reaction. *J. Physical Chemistry*, *14(3)*, 271-274.

Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, *13(1)*, 145-157.

Oakley, B., & Felder, R. (2004). Turning student groups into effective teams. *Journal of Student Centered Learning*, *2(1)*, 9–34.

Plan de Estudios de la Carrera Bioquímica, Facultad de Ciencias Naturales Res CAFCN 048/07. (2007).

Plan de Estudios de la Carrera Bioquímica, Facultad de Ciencias Naturales Res CAFCN 049/07. (2007).

Plan de Estudios de la Carrera Bioquímica, Facultad de Ciencias Naturales Res CDFCN 391/12. (2012).

Prieto Martín, A., Barbarroja Escudero, J., Reyes Martín, E., Monserrat Sanz, J., Díaz Martín, D., Villarroel Mareño, M., & Álvarez-Mon Soto, M. (2006). Un nuevo modelo de aprendizaje basado en problemas, el ABP 4x4, es eficaz para desarrollar competencias profesionales valiosas en asignaturas con más de 100 alumnos. *Aula Abierta*, *87*, 171–194.

Santaló, L. (1990). Matemática para no matemáticos. *Memorias del Primer Congreso Iberoamericano de Educación Matemática, en Enseñanza Científica y Tecnológica*, *42*, 1–12.

Soto, G. (2010). *¿y esto... para qué me sirve? algunas reflexiones para enfrentar esta pregunta y no morir en el intento.* XXXIII Reunión de Educación Matemática. Conferencia dictada en la Reunión Anual de la Unión Matemática Argentina, Tandil, Buenos Aires.

Stewart, J. (2003). *Cálculo, conceptos y contextos. Tercera Edición*. México: México: Cengage Learning.

Turing, A. (1952). The chemical basis of morphogenesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, *237(641)*, 37-72.

Volterra, V. (1926). Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. *Mem. Acad. Lincei Roma*, *2*, 31–113.

Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2012). *Probability & Statistics for engineers & scientists. Novena Edición*. Boston Estados Unidos: Pearson Education.

Anahí Luciana Díaz
Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
(✉) *ld_lucydiaz@yahoo.com.ar*

Mónica González
Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
(✉) *mnc.e.gonzalez@gmail.com*

Cintia Negrette
Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
(✉) *cintianegrette@gmail.com*

Gabriel Soto
Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
(✉) *gsoto@unpata.edu.ar*

Recibido: *9 de mayo de 2019*.
Aceptado: *25 de febrero de 2020*.
Publicado en línea: *14 de abril de 2020*.