

Situaciones Problemáticas Contextualizadas a las Ciencias Experimentales Como Generadoras de Aprendizaje Significativo de Conceptos Matemáticos en una Facultad del Área Salud.

Mesa temática: 2. Articulación entre la DG y las DE: categorías en diálogo en el marco de las prácticas docentes en el nivel superior. Rupturas o continuidades ante el contexto de pandemia.

Valeria Philippe

Universidad Nacional de Rosario

valephilippe@gmail.com

Alejandra Haidar

Universidad Nacional de Rosario

haidaralepat@gmail.com

Marisa Quiroga

Universidad Nacional de Rosario

marisaquiroga1229@gmail.com

Resumen

En este trabajo presentamos una experiencia diseñada e implementada en el contexto del período del ASPO para el dictado de la asignatura Matemática II, del ciclo básico común a las seis carreras de la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (UNR, Rosario, Argentina): Licenciatura en Biotecnología, Licenciatura en Química, Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Bioquímica, Farmacia y Profesorado en Química.

La irrupción de nuestra cotidianidad provocada por la pandemia y las medidas sanitarias adoptadas a nivel global que implicó el confinamiento a nuestros hogares, nos invitó a llevar a la práctica a nivel de equipo docente de toda un área una propuesta diseñada inicialmente para ser experimentada en grupos piloto. La misma es fruto de distintos trabajos de investigación enmarcados en el Proyecto acreditado por la Universidad Nacional de Rosario, Santa Fe, Argentina: “La enseñanza de la Matemática en carreras de Ciencias Naturales”. Así, en el nuevo contexto del trabajo virtual, propusimos para las instancias de evaluación y de acreditación un conjunto de actividades teórico-prácticas cuyo foco se encuentra en la interpretación y aplicación de los resultados en situaciones problemáticas vinculadas a las carreras que se dictan en la Facultad. Estas tareas se plantearon a libro abierto y con la posibilidad de usar las herramientas tecnológicas implementadas en el cursado. Uno de los objetivos de esta propuesta de enseñanza es que cada estudiante logre alcanzar un

aprendizaje significativo del concepto matemático trabajado, pudiéndose extrapolar a situaciones contextualizadas donde la elección del objeto matemático necesario para dar respuesta al problema no sea evidente.

Consideramos adecuada esta propuesta de trabajo pues permite acercar otra mirada de la Matemática como una herramienta fundamental para el abordaje de las ciencias experimentales en una Facultad en la cual el objeto principal de estudio en las carreras que en ella se dictan no es esta ciencia.

Cabe destacar que, en las clases o espacios de consulta, se fomenta el trabajo colaborativo y discusión en grupos, sosteniendo que la co-construcción de conocimientos entre pares muchas veces genera apropiación de los mismos más allá de la intervención docente. Al mismo tiempo, la acción docente se dirige más hacia moderar y guiar los aportes de cada estudiante más que a exponer una solución al problema. En las actividades propuestas el lenguaje juega un rol central ya que, para poder resolver la situación problemática presentada, es necesario dominar diferentes representaciones del lenguaje matemático: simbólico, gráfico, algebraico, numérico, verbal. Por lo tanto, elegimos como marco epistemológico de referencia el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos.

Palabras claves: enfoque ontosemiótico, matemática contextualizada, co-constructivismo

Introducción

La irrupción de la pandemia de COVID-19 al inicio del año académico 2020, que obligó a la implementación de medidas sanitarias de aislamiento social, preventivo y obligatorio (ASPO), nos enfrentó al desafío de modificar la modalidad del trabajo docente que veníamos llevando adelante hasta ese momento de manera presencial, e implementar nuevas estrategias y modalidades, tanto de dictado de clases como de evaluaciones, adecuadas al entorno virtual.

El entorno de trabajo al que nos referimos es el área Matemática de la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (UNR, Rosario, Argentina). En la misma se dictan seis carreras cuyo principal objeto de estudio no es la Matemática: Licenciatura en Biotecnología, Licenciatura en Química, Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Bioquímica, Farmacia y Profesorado en Química. Las asignaturas del área Matemática forman parte de las materias obligatorias de primer año del ciclo básico común a todas las carreras.

Además, como docentes, participamos del proyecto de investigación “La enseñanza de la Matemática en carreras de Ciencias Naturales” en el que nos proponemos investigar sobre la problemática de la enseñanza y del aprendizaje de la Matemática en carreras universitarias relacionadas con las Ciencias Naturales.

Nos interesa mencionar que la enseñanza de la Matemática en carreras cuyo objeto principal de estudio no es la Matemática viene siendo una de las cuestiones centrales que preocupa a quienes investigamos en Educación Matemática. Sostenemos que la enseñanza de esta disciplina en particular, y de las Ciencias en general, en todos los niveles educativos, requiere superar el enfoque predominante centrado en la transmisión conceptual, para que los conocimientos matemáticos no se reduzcan a un conjunto desarticulado de conceptos y técnicas carentes de sentido, sino que los mismos aparezcan de manera funcional como instrumentos para dar respuesta a situaciones-problema.

Epistemológicamente nos posicionamos como docentes de Matemática a partir de entenderla como una actividad humana, fruto de un proceso de construcción en búsqueda de dar respuesta a problemas de diversa naturaleza. Verla de esta forma, como un proceso y no como un producto elaborado y formal que hay que transmitir, es determinante para entenderla y trabajarla en el aula.

Consideramos importante que cada estudiante no solo aprenda contenidos matemáticos, reglas y fórmulas, sino que también desarrolle habilidades y estrategias que le permitan aplicar y encontrarle sentido en su vida académica a las ideas matemáticas. En este sentido resulta conveniente que cada estudiante proponga y analice conjeturas, modele matemáticamente diferentes situaciones prácticas y plantee, ajuste y resuelva diversos tipos de problemas.

Resulta fundamental, entonces, que este posicionamiento epistemológico y didáctico sea incorporado a la propuesta de enseñanza, en todas sus instancias: la planificación, el cursado y la evaluación.

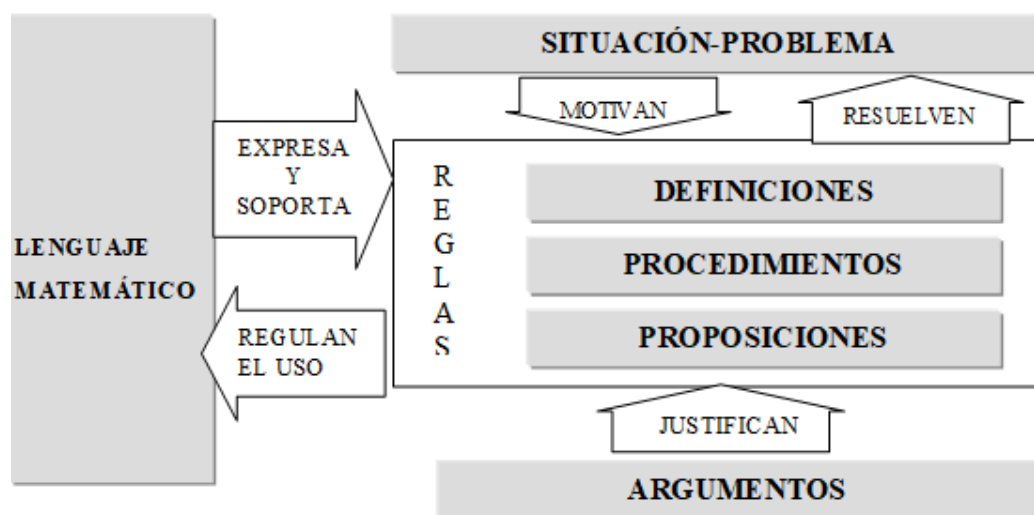
1. Marco teórico-conceptual

En nuestra propuesta de enseñanza y en consecuencia en las actividades que presentamos, el lenguaje juega un rol central ya que, para poder resolver la situación problemática seleccionada, es necesario dominar diferentes representaciones del lenguaje matemático: simbólico, gráfico, algebraico, numérico, verbal. Por lo tanto, elegimos como marco epistemológico de referencia el Enfoque Ontosemiótico de la Cognición y la Instrucción Matemáticos (EOS).

En este enfoque se asigna un rol fundamental al lenguaje, a los procesos de comunicación e interpretación, y a todos los objetos que participan del proceso de enseñanza y aprendizaje

(Font y Godino, 2006; Godino, 2002). En estos trabajos los autores han desarrollado herramientas para el análisis didáctico de los objetos matemáticos que componen una propuesta; entre otras la de “configuración epistémica” en la que contemplan una ontología formada por los siguientes elementos: 1) lenguaje; 2) situaciones-problema; 3) conceptos; 4) procedimientos, técnicas; 5) proposiciones, definiciones, teoremas, propiedades; y 6) argumentaciones. Estos tipos de elementos se han ido articulando a lo largo del tiempo formando diferentes configuraciones epistémicas cuyo análisis informa sobre la anatomía de un texto matemático.

El siguiente esquema (esquema 1) muestra las componentes y relaciones de una configuración epistémica básica (o genérica) que estos autores proponen.



esquema 1

En este enfoque se define como práctica matemática a cualquier acción, expresión o manifestación (lingüística o de otro tipo) realizada por alguien para resolver problemas tanto intra como extra matemáticos, comunicar la solución obtenida a otras personas, validar y generalizar esa solución a otros contextos.

Para el EOS un objeto matemático es todo aquello que es indicado, señalado o nombrado cuando se hace, se comunica o se aprende Matemática; la cuestión del significado de los objetos matemáticos se define como el sistema de prácticas operativas y discursivas para resolver un cierto tipo de problema y es de índole ontológica y epistemológica, puesto que se centra tanto en la naturaleza como en el origen de dichos objetos (Godino et al., 2007).

Para analizar las prácticas, el EOS ha introducido la noción de configuración ontosemiótica, en la que se clasifican los diversos tipos de objetos según su naturaleza y función. Los

objetos primarios, según este enfoque, están constituidos por: situaciones-problema, lenguaje, definiciones, procedimientos, proposiciones y argumentos. Las situaciones-problema son el origen y motivación de la actividad, el lenguaje actúa como soporte para representar a las restantes entidades y sirve de instrumento para la acción, los argumentos justifican los procedimientos y las proposiciones que, junto con las definiciones, resuelven las situaciones-problemas. Así mismo, estos objetos pueden ser considerados desde distintas miradas: ostensivos (explícitos) o no ostensivos; extensivos o intensivos; personales o institucionales; significantes o significados (antecedentes o consecuentes de una función semiótica); unitarios (objetos considerados globalmente como un todo) y sistémicos (considerados como sistemas formados por componentes estructurados).

En este marco, el aprendizaje supone la apropiación por parte de cada estudiante de los significados validados en el seno de una institución. Plantearlo así pone como eje principal al proceso mediante el cual cada sujeto crea un significado vinculando una expresión con un contenido a través de una función semiótica. Así, los objetos se vinculan a través de las funciones semióticas construidas entre ellos, pudiendo ejercer el rol de antecedente o de consecuente.

Desde la didáctica general, nos enmarcamos en las teorías constructivistas, en particular en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (Ausubel, 2002; Ausubel et al. 1976), en el trabajo colaborativo de Vygotsky (Vygotsky y Cole, 1978) y en el andamiaje de Bruner (Bruner, 1980).

Ausubel pone el énfasis en elaborar la enseñanza a partir de experiencias y conocimientos que tiene cada estudiante, dándoles significado y mejorando el proceso de aprendizaje.

Las nociones de trabajo colaborativo de Vygotsky y de andamiaje docente de Bruner se basan en el constructivismo cognitivo y el constructivismo social, especialmente en los conceptos de zona de desarrollo próximo, colaboración entre pares e interacción social durante el aprendizaje.

Desarrollo

En el nuevo contexto del trabajo virtual, propusimos para las instancias de evaluación y de acreditación un conjunto de actividades teórico-prácticas cuyo foco se encuentra en la interpretación y aplicación de los objetos matemáticos en situaciones-problema vinculadas a las carreras que se dictan en la Facultad.

Entendemos que la evaluación es parte del proceso de enseñanza y aprendizaje y que no puede estar alejada de la manera en que se desarrollan las actividades durante el cursado de la asignatura. Debido a la organización del trabajo en la universidad según el tipo de

cargo docente, la asignatura se organiza en tres espacios: teóricos-prácticos, tareas de aulas (formato común a la mayoría de las asignaturas) y, en nuestra propuesta, incorporamos un encuentro semanal de “Taller”, de dos horas reloj.

En esta oportunidad contamos la experiencia del desarrollo de los talleres de manera virtual durante los años 2020 y 2021, en la asignatura Matemática II, y en el cuatrimestre correspondiente al “recursado” de la materia, pues el número de estudiantes (aproximadamente 300), al ser considerablemente menor que en el cursado así lo permite.

Los talleres se llevaron a cabo por la plataforma Discord. Esta plataforma es libre y tiene la ventaja de permitir trabajar en sala general y en salas grupales. Cada integrante tiene un rol asignado, que puede ser tutor o estudiante: los tutores (docentes) pueden ingresar a todas las salas; los estudiantes que conforman un mismo grupo le dan un nombre a éste, y pueden ingresar en cualquier momento a la sala general y a la de su grupo, permitiéndoles reunirse aún fuera de los horarios de clase.

Para estos encuentros se presentan situaciones-problema contextualizadas a las ciencias naturales y podemos describir la metodología de trabajo en los mismos mediante tres momentos. En un primer momento el grupo se maneja de manera independiente para realizar la lectura, la búsqueda del modelo que permitirá resolver el problema, la resolución del mismo y el análisis de la factibilidad del mismo. Cuando lo necesitan llaman a su docente, que los guía, responde las inquietudes, pero permitiendo que planteen diferentes propuestas y decidan la que consideren oportuna. En un segundo momento, los grupos acceden a la sala general y comentan con el resto del curso su propuesta de manera de sacar conclusiones acerca de lo planteado por sus pares. En un tercer momento cada grupo entrega un informe de su trabajo que será corregido por su tutor con su correspondiente devolución. Con respecto a la evaluación de los talleres, no se asigna nota, sino que se realiza un reporte acerca de la entrega, que incluye el aspecto coloquial, simbólico, la pertinencia de los conceptos, propiedades y teoremas utilizados, las justificaciones, etc. El fin de esta evaluación es aportar a la evaluación continua de cada estudiante para el logro de los objetivos de la asignatura.

Estas tareas se plantearon a libro abierto y con la posibilidad de usar las herramientas tecnológicas implementadas en el cursado y a su vez se incentivó el trabajo en grupo para fomentar el carácter colaborativo de la actividad al mismo tiempo de generar situaciones donde la fundamentación y discusión hasta lograr una conclusión consensuada cobraba especial importancia.

La acreditación de la asignatura se alcanza con la aprobación de exámenes parciales y finales que incluyen el tipo de problemas que se desarrollan en los talleres, con un enfoque principalmente interpretativo.

1. Actividades Propuestas bajo la Modalidad de Taller

A continuación, presentamos como ejemplo las actividades propuestas en los talleres iniciales de Matemática II. Estas actividades se relacionan con los conceptos del Cálculo Diferencial sobre aplicaciones de la derivada (contenido de la asignatura Matemática I, correlativa anterior a Matemática II), y su relación con conceptos del Cálculo Integral (tema correspondiente a Matemática II).

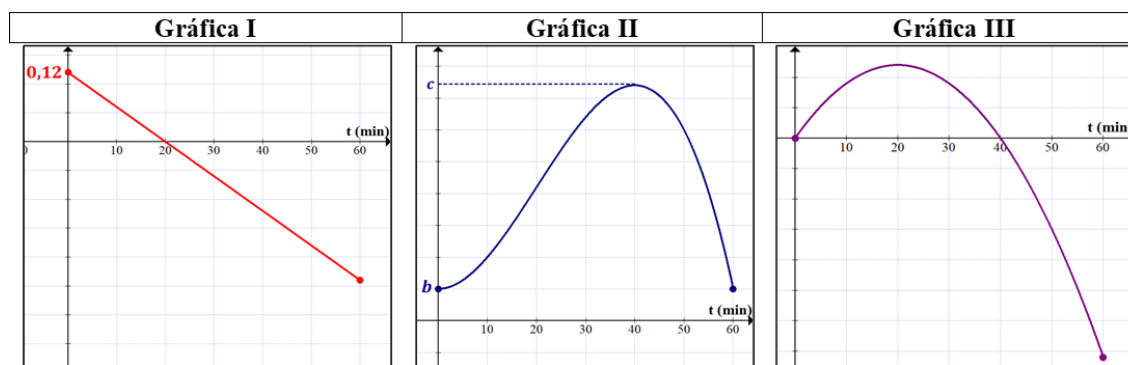
El Cálculo Diferencial y el Cálculo Integral forman parte de la rama de la Matemática que estudia los procesos de cambio y constituyen no solo una herramienta analítica para el tratamiento de aplicaciones en distintos campos disciplinares, sino también fomentan el desarrollo de la intuición en la comprensión de los procesos fisicoquímicos y biológicos que son esencialmente dinámicos.

TALLER 1

Situación:

Inmediatamente después de comer, algunas células de la pared del estómago comienzan a liberar la hormona “gastrina” a la sangre. La gastrina produce, en el organismo, dos efectos: estimula la liberación de ácido y los movimientos del estómago. Justo en el instante en que la comida digerida con ácido llega hasta el intestino, comienza a actuar la secretina (otra hormona), que inhibe la producción de gastrina.

Para recabar datos acerca de este proceso se realizó una experiencia con la que se efectuaron algunas gráficas. El problema fue que se perdieron los títulos de los gráficos, de manera que la información que envió el equipo que realizó la experiencia es la siguiente: “Una de las gráficas siguientes representa la cantidad de gastrina (**g**) en 1 litro de sangre, en función del tiempo (**t**) desde el momento en que se consume un alimento. Otra representa la velocidad de cambio de la cantidad de gastrina (**v**) en función del tiempo, mientras que la restante representa la derivada de la velocidad (**a**) en función del tiempo. (**[g]**=ng, **[v]**=ng/min, **[a]**=ng/min², **[t]**=min). No sabemos cuál es cuál ni cómo analizarlo. Por otro lado, la gráfica **I** es un segmento de recta, por lo que creemos que se pueden hallar las leyes de las funciones **g**, **v** y **a**.”



El trabajo en grupo acerca de esta situación consiste en analizar las conclusiones del equipo que realizó la experiencia y completar el informe del proceso lo más detallado posible, para lo cual se apelará a todos los conocimientos adquiridos acerca del estudio de las funciones escalares.

Para lograr el objetivo, les aconsejamos comenzar por extraer la información de los gráficos que les permita decidir cuál de las gráficas corresponde a la función **g**, cuál a la función **v** y cuál a la función **a**; luego analizar qué representan los valores de **b** y **c** en el contexto del problema, la veracidad de las conclusiones del equipo de investigación y sacar algunas otras conclusiones que les parezcan oportunas.

Para el informe grupal se pide comunicar claramente la información extraída, los análisis llevados a cabo y las conclusiones además de diferenciar cuáles de todos los valores informados son exactos, cuáles son aproximados y cuáles son suposiciones.

TALLER 2

En esta oportunidad, continuando con la situación anterior, les pedimos que, a partir de lo aprendido en la asignatura, averigüen la variación en la cantidad de gastrina en la primera hora desde que se ingiere un alimento.

Pero tenemos algunos interrogantes:

Con la información y los conocimientos con que contamos, ¿se puede calcular de manera exacta? ¿Por qué? ¿A partir de cuál/es gráfico/s?

Si queremos realizarlo a partir del gráfico de la variación de cambio de la gastrina, ¿cuántas posibilidades de encontrar una aproximación tenemos?

Presentar un informe en el que se comunique claramente la información extraída, los análisis llevados a cabo y las conclusiones. Además, diferenciar cuándo los valores informados son exactos, cuándo son aproximados y cuándo son suposiciones.

Reflexiones

Consideramos adecuada la propuesta de trabajo presentada pues permite acercar otra mirada de la Matemática como una herramienta fundamental para el abordaje de las ciencias experimentales en una Facultad en la cual el objeto principal de estudio en las carreras que en ella se dictan no es esta ciencia.

Uno de los objetivos de esta propuesta de enseñanza es que cada estudiante alcance un aprendizaje significativo del objeto matemático trabajado, pudiendo extrapolarse a situaciones contextualizadas donde la elección del objeto matemático necesario para dar respuesta al problema no sea evidente. Esta es la idea de problema que ponemos en práctica en nuestro proyecto.

Las actividades propuestas en nuestras clases requieren situarse en un contexto químico-biológico y entender toda la información (química, biológica, matemática, etc.) para plantear un modelo matemático, resolverlo y dar respuesta al problema.

Como cierre de cada encuentro se dispone de un espacio de reflexión para evaluar la factibilidad del modelo, si es el único posible, si hay que mejorarlo, si hay que ajustar algún parámetro, si el mismo es válido con alguna limitación o bajo ciertas premisas.

Es importante mencionar que, en las clases o espacios de consulta, se fomenta el trabajo colaborativo y la discusión en grupos sosteniendo que la co-construcción de conocimientos entre pares muchas veces genera apropiación de los mismos más allá de la intervención docente. Al mismo tiempo, la acción docente se dirige más hacia moderar y guiar los aportes de cada estudiante que a exponer una solución al problema.

Lo anterior, sumado a nuestras concepciones docentes y de la disciplina, nos permite generar y poner en práctica propuestas de enseñanza que faciliten a nuestros estudiantes acercarse a la Matemática desde un lugar no tradicional en la Universidad, desde una mirada interpretativa, incorporando las TIC como recurso didáctico.

Consideramos que con esta forma de trabajo se puede lograr que los contenidos matemáticos curriculares sean interpretados en un sentido dinámico, para que cada estudiante adquiera competencias que le permitan avanzar a un estado de conceptualización y aplicación de los conocimientos en el contexto del desarrollo de su profesionalidad.

Incorporar el espacio de taller en el período de aislamiento nos permitió tener un contacto más cercano con cada estudiante, favoreciendo la interacción entre pares de estudiantes o entre docentes y estudiantes, ya que la misma se dio de una manera más natural pues en cada grupo fue posible conectarnos con las cámaras encendidas. Esta situación se vio dificultada en las tareas de aulas, con grupos de aproximadamente 60 estudiantes o en los teóricos-prácticos, con aproximadamente 150 estudiantes, donde las conexiones se ven

ralentizadas cuando todas las cámaras están encendidas, sumado al hecho de que el docente cuando comparte su pantalla no ve a los estudiantes.

Podríamos decir que nos acercamos a conseguir que los estudiantes logran aprender al estar motivados a interpretar los objetos matemáticos en contextos pues pudimos enseñar con modelos una matemática relevante.

Con esta propuesta de trabajo logramos un compromiso de parte de cada estudiante para el aprendizaje de los conceptos matemáticos ya que manifestaron sentirse motivados porque la situación problemática disparadora era del ámbito químico-biológico y para dar respuesta a la misma se acudió a algún modelo previamente trabajado.

2. Referencias:

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva* (Vol. 40). Grupo Planeta (GBS).
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (Vol. 3). México: Trillas.
- Bruner, J.S. (1980). *The Social Context of Language Acquisition: Witkin Memorial Lecture*. Educational Testing Services.
- Font, V. & Godino, J. (2006). La noción de configuración epistémica como herramienta de análisis de textos matemáticos: su uso en la formación de profesores. *Educación Matemática. Pesquisa.*, 8 (1), 67-98.
- Godino, J. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22 (2/3), 237–284.
- Godino, J., Batanero, C. & Font, V. (2007). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39, 127-135.
- Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard University Press.