

EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN EL CONTEXTO DE LA FORMACIÓN CIENTÍFICA: MATEMÁTICA PARA ESTUDIANTES DE GEOLOGÍA.

Liliana del Valle Medina - Carlos Gabriel Rosa Herrera
lilianajalile@hotmail.com – cgherrera@tecno.unca.edu.ar
Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.

Tema: Educación matemática en contexto
Modalidad: Comunicación Breve (CB)
Nivel: Universitario
Palabras Claves: Matemática, Modelización, Geología.

Resumen:

El proyecto de investigación “La Matemática como disciplina transversal en la formación de Licenciados en Geología” actualmente en ejecución en la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca tiene como objetivo general identificar los requerimientos de la formación matemática en la carrera de Licenciatura en Geología como herramienta integral de modelización de los fenómenos que ocurren en la Tierra, identificando los requerimientos de contenidos conceptuales y de procedimientos matemáticos necesarios para las asignaturas del ciclo superior de la carrera de acuerdo al diseño curricular vigente, como así también las competencias vinculadas con los saberes matemáticos requeridos en la formación profesional. Como resultados preliminares se observa que las asignaturas correspondientes al ciclo superior de la carrera de Licenciatura en Geología requieren, según criterios de sus respectivos docentes, conocimientos matemáticos muy variados desde vectores y matrices hasta estadística descriptiva, los temas que considerados imprescindibles son los siguientes: funciones, derivación e integración de funciones de una variable, cálculo de áreas mediante integración, funciones de varias variables y fundamentalmente estadística descriptiva. También se trabajó en la articulación horizontal y vertical de contenidos con asignaturas correspondientes al Ciclo Básico como así también del Ciclo Superior de la Carrera.

Introducción

Dentro de la problemática general de la Educación Matemática, consideramos particularmente importante analizar las particularidades de la enseñanza de esta Disciplina en el contexto de la formación científica; creemos que las preguntas acerca de qué, cómo y cuándo enseñamos Matemática se responden en relación con la respuesta a la pregunta de para qué la enseñamos. En este contexto se elaboró el proyecto de investigación “La Matemática como disciplina transversal en la formación de Licenciados en Geología” actualmente en ejecución en la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca, cuyo objetivo general es identificar los requerimientos de la formación matemática en la carrera de Licenciatura en Geología como herramienta integral de modelización de los fenómenos que ocurren en la Tierra.

El Proyecto se orienta a la resolución de un desafío que enfrenta la enseñanza de la Matemática en las Carreras Científicas y Tecnológicas, y en particular la Licenciatura en Geología, consiste en encontrar estrategias que permitan que esta importante disciplina se integre efectivamente al currículo y logre los objetivos que se esperan de ella en la formación de esos especialistas. Para ello es necesario analizar los requerimientos de contenidos conceptuales y procedimientos matemáticos necesarios para afrontar el aprendizaje de las asignaturas del ciclo superior de la carrera según el diseño curricular vigente, como así también el ejercicio profesional y la capacitación permanente.

Una observación preliminar motivadora del Proyecto es que en la educación universitaria en Ciencia y Tecnología en general la enseñanza de las Ciencias Básicas - entre ellas la Matemática- se sitúa en el comienzo de los estudios, en un periodo en que el estudiante no ha tenido ocasión de establecer contacto con los conocimientos propios de la carrera. El fundamento declarado en los diseños curriculares de esta ubicación es la necesidad de dotar a los alumnos de una base sólida en ciencias y el desarrollo de habilidades intelectuales tales como la deducción, la observación rigurosa, la interpretación de situaciones y resultados entre otras. En el caso particular de las Matemáticas en la Licenciatura en Geología se desarrollan desde temas básicos como álgebra de matrices y trigonometría plana hasta temas complejos como diferenciación e integración en varias variables y estadística inferencial, condensados en un solo curso de la carrera. Las aplicaciones de estos conceptos se desarrollan en asignaturas de los cursos superiores, con el resultado de que tales aplicaciones adquieren el carácter de casos particulares, de resolución generalmente algorítmica. Una consecuencia es que muchos estudiantes consideren a la Matemática como una disciplina compleja, abstracta y desvinculada de su interés profesional, con la consiguiente falta de motivación para su aprendizaje.

En el convencimiento de que el análisis y superación de las deficiencias reconocidas tendrá una influencia positiva en la calidad del graduado, es que se plantea este estudio orientado a determinar qué, cuánto, cuándo y cómo enseñar Matemáticas en la Licenciatura en Geología.

Tales consideraciones están dirigidas al perfeccionamiento curricular pues, como guía del proceso de enseñanza-aprendizaje, "el currículum debe ser objeto de estudio y

análisis por nuestra parte, buscando en todo momento su sentido y aplicación al trabajo que se lleva a cabo en las aulas." (Ruiz Iglesias, 2000).

Los resultados de esta investigación orientarán a determinar los problemas fundamentales básicos a que se enfrenta el profesional de geología, es decir aquellos que se presentan más frecuentemente y que pueden ser resueltos por ellos sin la colaboración de especialistas de otras ramas incluyendo la matemática, así como los modelos matemáticos fundamentales básicos, que son los que permiten describir esos problemas mediante el lenguaje de la matemática; con esto se logra la fundamentación de la disciplina, su objeto de estudio y los objetivos, correspondientes al diseño curricular.

A partir de la identificación de los modelos matemáticos fundamentales básicos será posible hacer la selección de los contenidos matemáticos requeridos para abordar la modelación, que es el segundo elemento del Modelo Teórico Curricular, a partir de las fuentes y los tipos de contenidos, que requieren una minuciosa investigación pedagógica. Tal selección desemboca en las distintas asignaturas del Diseño Curricular, que se estructurarán en el sistema de conocimientos y habilidades.

Una propuesta mediante la cual se logre que la Matemática se integre en forma sistémica al currículum de la carrera jugando su papel de disciplina metodológica fundamental, logrando una mejor preparación de los profesionales e influyendo en un aumento de la calidad del trabajo de estos tiene que concebirse con una ejecución en todos los años de la carrera.

Para ello será necesario:

- a) Definir para cada año de ésta, los objetivos que deben lograrse a través de la formación que reciben los estudiantes en las asignaturas de la disciplina Matemática, así como los relacionados con la consolidación de las habilidades para la aplicación de los modelos matemáticos y de los experimentos de cálculo en los problemas de su profesión
- b) Planificar actividades multidisciplinarias, tales como la realización de tareas, concursos, proyectos de curso, prácticas de producción y trabajos científicos, donde la Matemática juegue un papel fundamental, y se propongan evaluaciones conjuntas.
- c) Incluir asignaturas facultativas para complementar la formación matemática en cuestiones específicas de utilidad para su labor profesional y optativas para los

estudiantes de alto aprovechamiento que pueden llegar a aplicar la matemática en investigaciones fundamentales de su profesión.

d) Introducir el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y utilizarlas como elemento de integración.

Fundamentación teórica

1. El papel de la matemática y el nivel práctico del currículum.

La matemática es herramienta de trabajo y además disciplina básica fundamental en la formación de un científico. El estudio de la matemática en una carrera de formación científica como lo es la Licenciatura en Geología debe formar parte del proceso de apropiación por parte de los estudiantes de los conocimientos y habilidades que propician su preparación científico-técnica; se reconoce a la enseñanza de la matemática en las carreras científicas y tecnológicas la misión histórica de desarrollar el pensamiento lógico, el pensamiento algorítmico, y el pensamiento heurístico.

En este sentido centraremos nuestra atención en el nivel práctico del currículum, pues es en la programación de las diferentes materias y en su ejecución en las aulas donde se decide la calidad de la formación de los profesionales.

Para realizar una propuesta viable de inserción de la Matemática en la carrera con vistas a superar las deficiencias planteadas al inicio, debemos seguir una metodología que no solo tenga en cuenta cómo debe funcionar esa inserción, sino también porqué debe ser así; y estos aspectos son temas de discusión de la Teoría curricular y del Diseño curricular; tal investigación permitirá conocer los fundamentos de la práctica docente en la enseñanza de la Matemática y relacionar esta actividad con el perfil profesional de los estudiantes y futuros profesionales, y esto solo es posible si profundizamos en los aspectos del Modelo Teórico Curricular.

2. La modelización matemática.

En el contexto del desarrollo científico y tecnológico actual, ha adquirido importancia el desarrollo del pensamiento de modelación, consistente en "la posibilidad de elaborar modelos matemáticos de los objetos estudiados por las diferentes ramas de la Ciencia y la Técnica, es decir de describir mediante el lenguaje riguroso de la Matemática, (números, conjuntos, relaciones, funciones, ecuaciones, etc.), las propiedades de estos objetos reales..." (Hing Cortón, 1995).

“Un modelo matemático es una relación entre ciertos objetos matemáticos y sus conexiones por un lado, y por el otro, una situación o fenómeno de naturaleza no matemática. Este aspecto fundamental del concepto de modelo desde ya tiene significativas implicaciones didácticas. En primer lugar, esto implica que, cuando la matemática es aplicada a una situación extra-matemática, algún tipo de modelo matemático está involucrado explícita o implícitamente en ella; en segundo término para que un alumno experimente con un modelo matemático y sea capaz de reflexionar sobre las relaciones existentes en él, es una precondition epistemológica que este alumno sea capaz de percibir la situación o fenómeno modelado y la matemática en juego, como dos objetos separados pero al mismo tiempo interrelacionados.” (Blomhoj, 2008).

La modelización matemática no ha sido incorporada formalmente en los ambientes de aprendizaje, por lo que se hace necesario analizar los elementos que deben ser tomados en cuenta para llevarlas a las aulas de clase. De este modo se pretende conocer los elementos cognitivos y de habilidades del pensamiento que intervienen en la construcción de un modelo matemático. Para ello se hace necesario analizar qué elementos de orden cognitivo debe tener el estudiante para la construcción de un modelo matemático para la resolución de un problema de la ciencia en estudio, en este caso Geología. Estos requerimientos cognitivos serán fundados en las teorías cognitivas del aprendizaje, fundamentalmente en la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.

3. Teorías cognitivas del aprendizaje

La teoría del Aprendizaje Significativo plantea que el aprendizaje del alumno depende de sus conocimientos previos que son relacionados con la nueva información que le es presentada. Entendemos por estructura cognitiva al conjunto de conceptos e ideas que un individuo posee en un determinado campo de conocimiento, así como también su organización. Conocer dicha estructura no solo significa conocer la cantidad de información que se posee, sino también cuáles son los conceptos y proposiciones que maneja. Ausubel resume este hecho en el epígrafe de su obra de la siguiente manera: “Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñese consecuentemente”. (Ausubel, et al, 2001).

Metodología, diseño experimental y métodos

El Proyecto se estructura a partir de un diseño de naturaleza cualitativa ya que se extraen descripciones a partir de observaciones que adoptan la forma de entrevistas, notas de campo, grabaciones de audio y vídeo, registros escritos. Se trata de identificar la valoración del conocimiento matemático por parte de alumnos, docentes, profesionales e investigadores de la Geología, y las implicancias de estas valoraciones en la enseñanza y el estudio de la disciplina.

Además de tener en cuenta todo lo referente al modelo curricular es necesario partir de un diagnóstico previo del estado en que se encuentra la enseñanza de la matemática y de todas las demás disciplinas de la carrera, así como sobre las necesidades de habilidades matemáticas que se requieren en esas disciplinas y en el trabajo investigativo y técnico relacionado con la labor del Licenciado en Geología. Esto tiene que ver con los tipos de resultados de aprendizajes deseados de la Teoría curricular. Para este análisis se utilizarán las siguientes técnicas:

- a) Entrevistas y Cuestionarios: con el Director de la Carrera, Jefes de Cátedras, Directores de Centros o Grupos de Investigación, Profesionales vinculados a centros de producción y servicios importantes.
- b) Análisis de Documentos: Documentos normativos, documentación e información científico – técnica, Plan de Estudios vigente como así también las planificaciones académicas y bibliografía utilizada particularmente en las ciencias básicas.
- c) Instrumentos de recolección de datos diseñados con el objetivo de evaluar conocimientos y habilidades matemáticas en los alumnos ingresantes y que cursan primer año de la carrera. Para el análisis de las habilidades matemáticas se trabajó de acuerdo a la definición de Herminia Hernández (2001).

La población en estudio está constituida por docentes, egresados y alumnos de diferentes cursos de la carrera de Licenciatura en Geología de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca.

Resultados preliminares

Entre las actividades desarrolladas y sus resultados se pueden mencionar el estudio de los conocimientos matemáticos de los alumnos ingresantes a la carrera de Licenciatura en Geología durante el curso introductorio de la carrera de la cohorte 2011. En este caso no presentan, en general, dificultades en los contenidos de matemáticas necesarios para comenzar a cursar las asignaturas de primer año de la carrera. (Herrera, et al, 2011). Sin

embargo se observan dificultades en algunos temas puntuales como ser factorización de expresiones algebraicas y en trigonometría.

Durante el cursado del primer año de la carrera, año 2011, se analizó el desarrollo de habilidades matemáticas. Con respecto a la habilidad de graficar, se observó que los alumnos realizan una correcta interpretación geométrica de los sistemas de ecuaciones lineales en el espacio R^3 , relacionando las gráficas de las ecuaciones con las matrices reducidas por filas correspondientes. Desde el punto de vista de la Interpretación, no se observaron dificultades desde el punto de vista geométrico aunque si desde el punto de vista analítico (Aranda, et al, 2011).

También se analizaron los niveles de comprensión del concepto de derivada (Veron, et al, 2012) donde se evidencia una tendencia hacia la mecanización de los algoritmos de derivación. Entrevistas con alumnos mostraron que esta situación se repite en relación con otros conceptos como lo son la integración y la resolución de ecuaciones.

En el trabajo La Matemática como disciplina transversal en la formación de Licenciados en Geología (Medina, et al, 2012) se analizaron a través de una encuesta realizada a docentes de las asignaturas correspondientes al ciclo superior de la carrera, los requerimientos matemáticos de las asignaturas correspondientes a las Geologías Básicas y Geologías Aplicadas; como resultado de tal análisis se encontró que las asignaturas correspondientes al ciclo superior de la carrera de Licenciatura en Geología requieren por parte de los alumnos -según el criterio de sus respectivos docentes- conocimientos matemáticos muy variados que abarcan desde vectores y matrices hasta estadística descriptiva. Se estima conveniente profundizar este análisis con aportes del ejercicio profesional y los estudios de posgrado, para determinar conceptos y habilidades

Otras actividades desarrolladas consistieron en actividades de articulación de contenidos de matemática, con otras asignaturas de los ciclos de Ciencias Básicas Generales y Geologías Básicas como ser Física y Geofísica respectivamente.

Conclusiones

En esta primera etapa del proyecto se han analizado los conocimientos matemáticos de alumnos ingresantes a la carrera de Licenciatura en Geología, como también de los que cursan el primer año de la carrera, no observándose mayores dificultades en conocimientos de los temas matemáticos considerados imprescindibles para el normal

cursado de la carrera, aunque si se observan una tendencia hacia la mecanización de los algoritmos en la resolución de situaciones planteadas durante el cursado de la asignatura Matemáticas del primer año de la carrera especialmente en los temas derivación e integración. Con referencia a las actividades de articulación de contenidos la utilización y explicitación de los conceptos matemáticos a utilizar en otras asignaturas como Física o Geofísica le confiere estatus científico a la explicación de fenómenos naturales permitiendo extender las soluciones a diferentes situaciones a través del análisis de supuestos y generalizaciones.

Referencias

- Aranda, M. D. & Herrera, C.G. (2011). *Utilización de software libre en la interpretación geométrica de sistemas de ecuaciones lineales en el espacio R^3* . II Congreso Internacional de Educación en Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca. Argentina.
- Ausubel, D.; J. Novak, & H. Hanesian. (2001). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas. México DF.
- Blomhøj, Morten. (2008). Modelización Matemática - Una Teoría para la Práctica. *Revista FAMAF. Volumen 23*.
- Hernández Fernández, H.; Delgado Rubí, J.R. & Fernández de Alaiza (2001): Cuestiones de didáctica de la matemática. Homo Sapiens Ediciones. Rosario. Santa Fe. Argentina.
- Herrera, C.; Ortiz, E.; Moreno, O. E. & Medina, L. (2012). Modelización matemática: Propuesta didáctica de articulación entre Matemática, Física y Geofísica. Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. Tucumán. Argentina.
- Herrera, C. G. & Verón, C. A. (2011). *Conocimientos de Matemáticas de los Alumnos ingresantes a la carrera de Licenciatura en Geología*. II Congreso Internacional de Educación en Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca. Argentina.
- Hing Cortón, R. (1995). *Programa para el desarrollo de la Matemática Aplicada en la Universidad Central de las Villas*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.
- Medina, L. & Herrera, C.G. (2012). La matemática como disciplina transversal en la formación de Licenciados en Geología. Producción científica de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas III. Universidad Nacional de Catamarca. Pag. 11-16. Catamarca. Argentina.
- Ruiz Iglesias, M. (2000). *El enfoque integral del currículum para la formación de profesionales competentes*. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Verón, C. A; Dip, H. R. & Herrera, C.G. (2012). *Procedimientos Generales matemáticos en alumnos de primer año de la Licenciatura en Geología. Estudio de caso: La derivada*. Publicado en VIII Jornadas de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA. ISSN 1853-7871.