EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

D'Andrea, R. E, [1,2]; Sartor, P.M[3]

1) Facultad de Química e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica Argentina. Campus Rosario. Rosario, Provincia de Santa Fe. Argentina. rodolfoedandrea@yahoo.com.ar
2) Instituto Superior N° 25 "Beppo Levi". Puerto General San Martín. Provincia de Santa Fe. Argentina. patriciamsartor@gmail.com

RESUMEN

Palabras claves: *extensión, educación matemática, articulación, lenguaje matemático*

En este trabajo se presenta una experiencia de articulación coordinado por un grupo de trabajo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, y realizada en el ámbito del Instituto Superior N° 25 "Beppo Levi" de Puerto General San Martín, Santa Fe. Se detallan las acciones realizadas para interactuar con otros niveles del sistema educativo, empleando la extensión como estrategia. Con estas acciones se pretende realizar un aporte para la divulgación del conocimiento científico en un marco de integración. Estas acciones derivan de un proyecto de investigación en curso acreditado y están dirigidas a Profesores de Matemática del ciclo medio y estudiantes del último año del Profesorado de Matemática. Estas actividades pretenden aportar una mejora a la formación del profesorado, extrapolando didácticamente los resultados obtenidos de investigación, y de ellas surge un espacio que posibilita la reflexión sobre la importancia y las estrategias didácticas para la inclusión del lenguaje matemático, la argumentación y la demostración entre los contenidos de la enseñanza media y terciaria. De este modo se intenta construir un puente de articulación entre Escuela Media, Profesorado y Universidad.

Introducción

En este trabajo se presenta una experiencia de articulación coordinada por un grupo de investigación de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, y realizada en el ámbito del Instituto Superior N° 25 "Beppo Levi" de Puerto General San Martín, provincia de Santa Fe. Se detallan algunas de las acciones realizadas para aproximarse e interactuar con otros niveles del sistema educativo, empleando la extensión como estrategia educativa. Con estas acciones se pretende realizar un aporte para la divulgación del conocimiento científico generado en un proyecto de

investigación en curso acreditado, en un marco de integración con los niveles educativos terciario y medio.

La Extensión Universitaria y La Investigación

La estructura de la Universidad actual puede asimilarse a una tríada conformada por sus tres ejes fundamentales: investigación, docencia y extensión. El término extensión hace referencia a la preconcebida voluntad de la institución universitaria para vincularse con la sociedad en la que se desenvuelve (Bibiloni y otros, 2003). La extensión, entonces, tiene como objetivo fundamental la construcción y mantenimiento constante de un puente entre las actividades de investigación y docencia con las demandas educativas del entorno social.

Las profundas y significativas transformaciones sociales, culturales, económicas y políticas de los últimos años, así como el cambio drástico en la forma en que se produce el conocimiento, han problematizado los modos de vinculación entre la investigación científica y tecnológica y el entorno social y el mundo de la producción, cuestionando seriamente las tradicionales concepciones sobre 'ciencia, tecnología y sociedad'. Esto instala, con mayor fuerza, la necesidad de generar renovados procesos de vinculación entre la Universidad, la sociedad y las organizaciones del medio socioproductivo, y la necesidad de establecer vínculos y mecanismos que optimicen un proceso cooperativo e interactivo, además de generar nuevos espacios de colaboración e influencia mutua en la definición de estrategias comunes. La Universidad a través de la extensión universitaria promueve la apropiación social del conocimiento y la democratización de la información, aspectos clave para contribuir a la transformación social; integrándose así al medio del cual se nutre, consciente y comprometida con las problemáticas sociales y, al mismo tiempo, interactuando en forma permanente con los demás vértices de nuestra sociedad: la economía, la política y la cultura. Esta acción de diálogo, comunicación e interacción entre universidad – sociedad resulta imprescindible para el autofortalecimiento académico, científico y tecnológico de la universidad. En este marco, se conceptualiza la función de la Extensión Universitaria en su dimensión social y pedagógica en la búsqueda de una sociedad más justa y solidaria de forma de contribuir en la formación de ciudadanos críticos y comprometidos, que se nutren simultáneamente de las problemáticas sociales así como de los saberes y conocimientos existentes en el medio social.

Génesis de la articulación: El proyecto de investigación

Los estudiantes tienen profundas dificultades para comprender, reproducir y generar demostraciones matemáticas. Esto se debe al desconocimiento del lenguaje matemático y

el desarrollo de destrezas tales como justificar y sostener razonamientos que son fundamentales para la construcción de cadenas argumentativas que hacen a la estructura de una demostración. En un nivel muy general, estos son los grandes problemas detectados a través del desarrollo del proyecto de investigación acreditado, iniciado en 2011 y en curso. El proyecto denominado: Análisis del Lenguaje Matemático y su influencia en los procesos de validación en estudiantes universitarios de Ingeniería, es llevado a cabo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires en convenio marco con la Facultad de Química e Ingeniería del Campus Rosario de la Pontificia Universidad Católica Argentina.

Este proyecto tiene como objetivo indagar sobre el conocimiento y manejo del lenguaje matemático en el ámbito áulico y como ese lenguaje es empleado para facilitar los procesos de validación que constituyen la esencia de la teoría que sustenta la Ciencia Matemática. En este proyecto, el interés se centra en conocer cómo los docentes y estudiantes utilizan el lenguaje matemático en el ámbito áulico y como se emplea ese lenguaje en procesos de validación. Para lograr los objetivos de investigación, se propuso: 1) explorar las ideas que tienen los docentes de Matemática de Carreras de Ingeniería sobre el lenguaje matemático y la epistemología de esta Ciencia, 2) estudiar la utilización que hacen los docentes del lenguaje matemático en el ámbito áulico, 3) analizar el nivel de conocimiento del lenguaje matemático con el que acceden los estudiantes a la Universidad, 4) analizar los procesos de validación utilizados por los estudiantes frente a ejercicios que requieren del uso del lenguaje matemático, 5) caracterizar y analizar las dificultades en los procesos de validación, causadas por el nivel de acceso al lenguaje matemático y 6) proponer líneas de acción para la resolución de las dificultades identificadas.

El enfoque tradicional de la educación matemática, con procesos de comunicación unilaterales, no hace énfasis en la transmisión y comprensión del lenguaje formalizado, lo que trae aparejadas consecuencias negativas. El lenguaje matemático tiene su propia sintaxis la que, en general, no coincide con la del lenguaje común o natural, y es importante tener en cuenta que no existen razones valederas para admitir que el estudiante descubrirá tal sintaxis por sí mismo y sin ningún tipo de apoyo al respecto. La adquisición del dominio de este lenguaje no se logra de forma espontánea, sino que se requiere del ejercicio de acciones mentales que deberían ser desarrolladas en actividades propuestas al estudiante por el docente. Los docentes deberán reflexionar y ser conscientes de la importancia de este lenguaje. Los resultados obtenidos a partir del análisis de los trabajos de campo realizados, revelan que el estudiante universitario que utiliza Matemática como herramienta no puede, en general, abordar en general procesos de validación. En estos, se involucra la búsqueda de ejemplos y contraejemplos; la demostración formal, entre otros procesos

epistemológicos que hacen al desarrollo usual de cualquier curso universitario de Matemática.

Las reflexiones generadas por los resultados de la investigación permitieron generar el siguiente diagnóstico: El estudiante que ingresa a Carreras que utilizan Matemática como herramienta, requiere comprender la demostración de proposiciones y teoremas e implícitamente la argumentación que se halla presente en estos procesos. Este tipo de estudiante tiene profundas dificultades para comprender, y más aún para reproducir demostraciones. Se presume que estos problemas probablemente se deban a la existencia de un retardo en el desarrollo del pensamiento formal y la supresión de desarrollos teóricos matemáticos en el ciclo medio.

La comprensión del proceso deductivo de validación de proposiciones matemáticas expuestas por el profesor en el aula le resulta difícil de comprender al estudiante. Este entiende qué se espera de él cuando se le pide una demostración y reconoce que la verificación es un recurso insuficiente como demostración, sin embargo tiende a recurrir a la misma como mecanismo de prueba. Esto probablemente está asociado al hecho de que en la vida y en las ciencias experimentales la verificación es el método de prueba estándar, enfrentándose los estudiantes a un problema epistemológico no menor. Cuando el estudiante es evaluado sobre sus conocimientos de la teoría, o en su capacidad para desarrollar demostraciones, las reacciones son previsibles. Se observan así dos posiciones diametralmente opuestas. Por un lado estudiantes que a pesar de haber recibido un desarrollo en clase se limitan a verificar con imprecisiones, ignorando lo realizado por el docente; mientras que otros repiten lo que este realizó pero de modo mecánico y carentes de comprensión. El estudiante tiene fuertes creencias sobre una Ciencia Matemática que consiste según su propio lenguaje ‘en hacer ejercicios’ en el peor de los casos; y en el mejor, que permite resolver problemas que tienen que ver con la cotidianeidad, pero sea como sea, su epistemología es algo muy lejano y hasta inexistente.

Es de destacar que en base a este diagnóstico se están estudiando en la fase final del proyecto, diferentes propuestas didácticas para atenuar el problema subyacente de la validación, tratando de generar un modelo en base a la estructura del lenguaje matemático en general.

Es de destacar que el análisis de esta investigación tuvo que observar también la acción docente. Los docentes entrevistados para esta investigación manifestaron que en su etapa de estudiantes fueron exigidos con respecto a la demostración, debiendo recurrir a actitudes rituales y memorísticas en la mayoría de los casos a los efectos de poder acreditar la aprobación de los diferentes cursos de Matemática. Manifestaron también no haber recibido una formación explícita y sistematizada sobre el Lenguaje Matemático. Como consecuencia, en sus aulas tampoco instruyen a los estudiantes sobre el Lenguaje y la

epistemología Matemática, evitando la realización de demostraciones, lo que consecuentemente debilita estos procesos en el aula.
Estos resultados de la investigación fueron el disparador para la decisión de generar una real transferencia de los mismos y que se tradujo en una actividad de extensión consistente en la realización de un taller destinado a profesores de Matemática y estudiantes de profesorado sobre El Lenguaje Matemático y la argumentación denominado “Estrategias didácticas para el desarrollo de demostraciones matemáticas”

La Articulación

El Instituto Superior Nº 25 “Beppo Levi” se funda en 1990 por iniciativa del gobierno municipal de Puerto General San Martín, provincia de Santa Fe, con el objetivo de brindar a la comunidad, capacitación técnica superior en las áreas Química, Comercio Exterior y Sistemas de Control en la Tecnología de la Producción, como consecuencia del desarrollo industrial de la región y el cambio tecnológico producido en las empresas de la zona. En agosto de 1990 comienzan las actividades de extensión promoviendo las Jornadas del primer ciclo: Comercio Exterior, invitando a personalidades del mundo de los negocios, de las embajadas, industriales y comerciantes destacados a disertar sobre sus experiencias en comercio exterior, siendo especialmente jóvenes quienes asisten a dichas jornadas. Año tras año, se desarrollan las mismas incorporando temáticas como Química, Medio Ambiente, Comercialización, Sistemas automatizados de control, Informática e Higiene y Seguridad, junto a las cuales el Instituto incorpora estas áreas a su oferta educativa.

De este modo, las jornadas se transforman en la mejor forma de difusión y promoción del propio Instituto y son difusoras de la calidad de sus graduados, que frecuentemente se transforman en expositores como representantes de las empresas en las que trabajan o como socios de las mismas. Durante 2013, se incorporaron dos temáticas nuevas a las jornadas: la Matemática y la Historia de la región, motivados por el epónimo del Instituto, ya que Beppo Levi fue un destacado matemático que abordó su ciencia desde la docencia, la investigación y la extensión. La jornada de Historia se incorpora a la extensión vinculada a la región en la que se encuentra situado el Instituto y se abre al mundo desde la Batalla de Punta Quebracho, mojón importantísimo de la llamada “guerra del Paraná”.

Durante los días 20 y 21 de mayo de 2013 se realizó un taller denominado “Estrategias didácticas para el desarrollo de demostraciones matemáticas”, sobre la importancia de la argumentación en la demostración de teoremas, originalmente destinado a los profesores de matemática del Instituto y al que asistieron también estudiantes de profesorado de matemática del Instituto Superior Nº 22 “Maestro Addad” de Fray Luis Beltrán, provincia de

Santa Fe. Más de 150 personas transformaron el Centro Cultural Municipal “Batalla de Punta Quebracho” en un ámbito pleno de estudio y aprendizaje para enseñar. El taller fue conducido por dos docentes investigadores de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires que trabajaron con los participantes la importancia de las demostraciones. Asimismo propusieron actividades de demostración matemática e implícitamente de argumentación, previa exposición de ejemplos, con el auxilio de guías didácticas estratégicas que conducen a utilizar el raciocinio libremente, sin ocupar tiempo en memorización de secuencias pero que posibilitan el desarrollo de una de las facultades más importantes de la mente humana: el raciocinio y su acción asociada: la argumentación. La argumentación es indispensable para la vida, tanto cotidiana como académica, es la herramienta con que la lógica se expresa y la matemática es una de las herramientas para desarrollarla. Este taller sirvió para extender a la comunidad, la investigación en desarrollo por el núcleo en que se hallan insertos estos profesores investigadores de la Universidad antes mencionada, experiencia que está en agenda para repetirse. Debe destacarse que los estudiantes y profesores que asistieron al taller de forma espontánea interactuaron con los docentes y generaron todo tipo de preguntas vinculadas a su quehacer profesional. De esta manera la investigación llevada a cabo por los docentes dictantes del taller encontró su cauce al poder establecer un contacto directo con los destinatarios de la problemática abordada. Problemática que finalmente desembocará en los estudiantes secundarios y terciarios, intentándose construir un puente de articulación entre Escuela Media, Profesorado y Universidad.

Estructura del Taller

“*A menudo, la demostración existe para el alumno como un ritual, un discurso que debe repetir o cuyo estilo debe imitar si se le pide probar un enunciado, más que como una herramienta explicativa basada en un sistema común de validación construido y aceptado por él y su grupo (Balacheff, 1982)*”. (Azcárate Giménez, 1995, p.8). Muy pocos estudiantes son capaces de reproducir lo que su profesor hizo en clase razonadamente y no como una simple repetición memorística, carente de sentido y que en poco tiempo se esfuma y no cumple realmente su objetivo. En general, los estudiantes buscan únicamente satisfacer un requisito obligatorio de carácter ritual que permite la promoción de una determinada asignatura. Cabe preguntarse entonces:

¿Es necesario enseñar a demostrar?; ¿Con qué objetivo?; ¿Cómo es posible guiar al estudiante para que sea capaz de respetar el proceso deductivo cuando valida proposiciones matemáticas?; ¿Que estrategias pueden utilizarse para que realice este proceso desde el razonamiento y no desde la memoria repetitiva?

Estas preguntas son los disparadores que estructuraron y sostuvieron el trabajo del taller. Su objetivos fueron: debatir la importancia de la demostración matemática y presentar estrategias, técnicas y modelos didácticos que eviten saltos cognitivos aparentemente inevitables en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la demostración. Se pretendió con esto generar debates que puedan aclarar a los participantes cómo es posible facilitar el acceso a la prueba matemática de manera de lograr en el estudiante, un aprendizaje constructivo y comprensivo.

Conclusiones

El lenguaje que utiliza Matemática se presenta de modos diferentes, es decir como un Lenguaje Coloquial con el que puede expresarse en forma oral o escrita; un Lenguaje Simbólico que ofrece la ventaja de ser más sintético y más claro para las demostraciones y razonamientos y como un Lenguaje gráfico que sirve para aclarar o interpretar conceptos o proposiciones a través de la visualización. Debe destacarse que en los tres casos se trata del mismo lenguaje, pero expresado de modo diferente. Pero la clave del lenguaje matemático es el lenguaje simbólico que es la esencia de la Matemática misma, aunque a diferencia de los otros dos requiere específicamente que quién se inicie en el mismo deba recorrer un camino hacia la abstracción. (D´Andrea, Curia, Lavalle, 2012)

Como producto de la exposición de los docentes, la reflexión generada por el debate y las actividades propuestas para el desarrollo de demostraciones en espacios grupales en el taller se pudieron observar dos cuestiones fundamentales. Por un lado, se observó en la formación de los profesores, una disociación entre los contenidos puramente matemáticos y la acciones didácticas que puedan establecer un aprendizaje constructivo; y por otro lado, un desconocimiento del lenguaje matemático tanto en los estudiantes del profesorado como en los profesores mismos

En el desarrollo y tratamiento de la didáctica de las ciencias, en general, es preciso tener en cuenta, tradiciones docentes y sociales muy enraizadas. Estas tradiciones consideran a la enseñanza como una tarea simple, para la cual basta conocer los contenidos a enseñar, tener alguna práctica docente y, a lo sumo, adquirir algunos conocimientos ‘pedagógicos’ de carácter general. McDermott (1990) y Viennot (1997) han mostrado las insuficiencias de una formación del profesorado que separa los contenidos científicos de los pedagógicos, haciendo ver la necesidad de un tratamiento global e integrado de los problemas específicos que plantea el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Una revisión histórica de los problemas que ha planteado la educación científica, los intentos de solución y sus resultados, puede contribuir a mostrar esta necesidad de tratamientos científicos específicos

y, en definitiva, a cuestionar una tradición que, al contemplar la enseñanza de las ciencias como tarea esencialmente simple, bloquea la posibilidad de avances fundamentados.

Los individuos en su etapa de estudiantes tienen por lo general, visiones epistemológicas inadecuadas sobre la naturaleza de la ciencia, actitudes no científicas, empleando modos de razonamiento espontáneos y metodologías que reflejan estrategias de sentido común al enfrentar situaciones problemáticas, con serias incomprensiones del conocimiento científico involucrado (Viennot, 1985; Guridi, 1999). Estas actitudes si no son detectadas en el momento adecuado, el estudiante se apropia de los contenidos como puede y con el tiempo en aquellos que abordan la docencia de las ciencias se transfieren a los nuevos estudiantes de forma distorsionada multiplicando aún más las confusas y errròneas visiones epistemológicas carentes de sustento.

Referencias Bibliográficas

Azcárate Giménez, C. (1995) Procesos de pensamiento matemático avanzado. Definiciones, demostraciones, ¿Por qué?, ¿Cuándo?, ¿Cómo?. Documento interno del Departamento de Didáctica de la Matemática y Ciencias Experimentales de la Universidad Autonóma de Barcelona. p.8.

Bibiloni, A.G.; Roberts, L.T. y Porta, A.A. (2003). Alcances de la Extensión Universitaria en la crisis. Antecedentes y Presente. Presentado en las I Jornadas Nacionales de Transferencia Universitaria hacia proyectos de interés social y comunitario, Facultad de Filosofía y Letras, UBA, octubre de 2003. Disponible en Internet, en: www.exactas.unlp.edu.ar/secretarias/formulario10.pdf.

McDermott, L. C. (1990). A perspective on teacher preparation in physics - other sciences: the need for special science courses for teachers". *American Journal of Physics. (*58), 8, 734-742.

D´Andrea, R.E., Curia, L., Lavalle, A. (2012). Razonamiento deductivo y validación en estudiantes universitarios. Alemania: Editorial Académica Española.

Viennot, L. (1997). Former en didactique, former sur le contenu?. *Didaskalia. (*10), 75-96.