

LA ENSEÑANZA DE LAS GEOMETRÍAS EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES EN MATEMÁTICA: DECONSTRUCCIÓN DEL SABER, PRÁCTICAS ÁULICAS Y TIC

GEOMETRY TEACHING IN MATHEMATICS TEACHER TRAINING; KNOWLEDGE DECONSTRUCTION, CLASSROOM PRACTICES AND INFORMATION-COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Daniela Emmanuele

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) – Universidad Nacional de Rosario (UNR) (Argentina)

emmanuedaniela@gmail.com; emman@fceia.unr.edu.ar

Resumen

En este trabajo, enmarcado dentro del Proyecto de Investigación ING 548, se indaga cómo se desarrolla el proceso de construcción/deconstrucción del saber geométrico; en qué medida este proceso favorece la articulación de los distintos tipos de pensamiento; y la relación existente entre las propuestas pedagógicas, las prácticas áulicas y el uso de las TIC. Para ello, hemos realizado observaciones de clases, entrevistas y encuestas tanto a docentes (secundarios y universitarios) como a alumnos de las materias *Geometría III* de la carrera de Profesorado en Matemática perteneciente a nuestra institución; y *Tópicos de Geometría* del Instituto de Educación Superior N° 28 “Olga Cossettini” de Rosario.

Palabras clave: geometrías, deconstrucción, prácticas áulicas

Abstract

This work, framed within the Research Project ING 548, presents a study on how the process of geometric knowledge construction / deconstruction is developed; to what extent this process favours the connection of different types of thinking; and the relationship between pedagogical proposals, classroom practices and the use of ICT. So, we have made observations of classes, interviews and surveys to both teachers (secondary and university ones) and students of the Geometry III subjects in the mathematics training teacher degree of our institution; and of the Topics of Geometry of the Institute of Higher Education No. 28 "Olga Cossettini" of Rosario.

Key words: geometry, deconstruction, classroom practices

■ Introducción

El informe de avance que se presenta a continuación corresponde a una investigación en curso, no concluida, al momento de su comunicación.

Planteo del problema – Relevancia y pertinencia del tema: En la disciplina Matemática, las Geometrías son consideradas como la rama más fértil para describir, modelizar, comprender el espacio físico (más allá de cuál sea el espacio físico considerado) e interpretar la realidad de este. A pesar de ello, las distintas geometrías (Euclidiana, Afín, Proyectiva, Diferencial, entre otras), en general, han estado ausentes – a excepción de la geometría euclidiana plana - dentro del currículo del Profesorado en Matemática. Incluso, la Geometría Euclidiana, se dicta siguiendo programas que difieren tanto en sus contenidos como en las actividades áulicas propuestas, de acuerdo con los distintos Institutos Superiores de Profesorado (ISP) o Universidades donde los profesores se forman. Creemos que esta falta de uniformidad ha incidido seriamente en la manera en que se desarrolla el proceso de deconstrucción del saber en los futuros docentes y en los docentes formadores, afectando y modificando las prácticas áulicas consideradas provechosas para la transmisión significativa de las geometrías. Convencidas de que las geometrías permiten abordar y nutrir diversas temáticas, especialmente en los primeros años de la escuela secundaria y en los primeros años de la mayoría de las carreras universitarias relacionadas con la matemática (ingenierías, arquitectura, biología, economía, agrimensura), decidimos indagar respecto a la enseñanza de las geometrías en la etapa de *formación inicial de docentes*.

Coincidimos con la idea ampliamente aceptada de que no es posible aprehender un objeto geométrico sin que el mismo se haya podido manipular ya sea, desde lo concreto, o bien, desde el plano de las representaciones mentales, para lo cual deben existir actividades áulicas en las prácticas de enseñanza que favorezcan estos procesos de representación. Pero, además, si pretendemos que dichas actividades resulten plenamente significativas (en el sentido de que se conviertan en una instancia donde se problematice el conocimiento), el conocer las motivaciones históricas que dieron origen a los distintos conceptos geométricos, sus aplicaciones y sus relaciones con vastas áreas de la Matemática favorecería tal propósito; en particular, conocer las profundas relaciones que tienen las Geometrías con el Álgebra y el Cálculo. Es decir, consideramos provechoso que se articulen las TIC (que no sólo mediatizan las representaciones, sino que impulsan la construcción mental de las mismas) con aquellas prácticas áulicas tendientes a la recuperación del sentido histórico y social que tales temas geométricos portan.

El problema es que, a diferencia de la situación de amplia aceptación y mediano uso de las TIC que encontramos en las escuelas secundarias, en los ámbitos de los profesorados, ya sean terciarios o universitarios, las TIC no terminan de instalarse como parte del bagaje de instrumentos didácticos de los que disponen los profesores para la enseñanza en general, pero particularmente, para la enseñanza de las geometrías. “[...] los usos de los nuevos medios digitales con sentido pedagógico, [...], son aun esporádicos y dependen, más que de una acción institucional coordinada, de la voluntad y formación de cada docente, al interior de cada una de sus materias. (Montero, 2014)

Preguntas de Investigación: Con el fin de lograr que los futuros docentes sean capaces de transmitir significativamente los contenidos geométricos, en su futura práctica áulica (en la escuela secundaria o en carreras universitarias, y más aún en el Profesorado en Matemática), es fundamental que ellos, como alumnos de profesorado, hayan sido partícipes de una clase configurada como una comunidad de producción (Sessa, 2011); es decir, una clase donde hayan tenido la posibilidad de construir, deconstruir y reconstruir el conocimiento que fundamenta y organiza la acción sobre los objetos de la matemática, dotándolos de significado. Pero entonces nos interrogamos por qué tipo de relaciones es posible establecer entre el uso de las TIC, los procesos de deconstrucción/construcción del conocimiento y la transmisión significativa de las geometrías.

Más precisamente, las preguntas que guían esta investigación están planteadas en torno a:

- ¿Qué características tiene el proceso de deconstrucción del saber geométrico en relación a la transmisión significativa de las geometrías?

- ¿En qué medida el proceso de deconstrucción favorece la articulación de los distintos tipos de pensamiento?
- ¿Cuál es la relación existente entre las propuestas pedagógicas, las prácticas áulicas y el uso de las TIC?

■ Marco teórico

Nuestro marco teórico de referencia se asienta fundamentalmente en la Socioepistemología, que nos brinda los conceptos de problematización del conocimiento, discurso matemático escolar (dME), deconstrucción del conocimiento y empoderamiento docente (Reyes-Gasperini, D.; Cantoral, R.; 2014); y particularmente, para este estudio, incorporamos el concepto de dispositivo analizador de Loureau (Loureau, 1977).

A partir de investigaciones previas y tomando como referencias: i) la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (TSME) (Cantoral, 2016; Cabrera y Cantoral, 2013); ii) la teoría foucaultiana respecto a la producción de objetos y sujetos discursivos (Foucault, 1992), y iii) las teorías del análisis institucional (Loureau, 1977; Guattari, Ardoino y otros, 1981), entendemos por *deconstrucción* al proceso por el cual el profesor desacopla sus propios saberes para ofrecer un espacio de construcción de conocimientos a sus alumnos. Tal proceso supone analizar los distintos saberes que se poseen (disciplinares, institucionales, pedagógicos, didácticos, etc), esto es descomponer esos saberes en unidades simples, para favorecer en los alumnos la síntesis, la articulación y la elaboración de estos. Estudiando cómo se lleva a cabo dicho proceso, y a partir de algunas experiencias, propusimos establecer como elementos constitutivos elementales de dicho proceso, el reconocimiento de estrategias didácticas, núcleos de articulación temática, distintos casos de uso, y especialmente, el conocimiento tanto del origen histórico de los conceptos y su evolución, así como del campo de aplicación de estos. (Emmanuele, Rodil y Vernazza, 2018). En este caso, nos dedicamos a entender este proceso particularmente en la construcción de lo geométrico, pero focalizando, por otro lado, su articulación con lo algebraico y lo analítico.

El dispositivo analizador, concepto tomado del Análisis Institucional, es un concepto clave para la comprensión de lo que ocurre en una clase de Matemática donde los procesos de deconstrucción y construcción se despliegan. El juego de interacciones que se dan, lo que allí acontece, echa luz sobre: i) las características del proceso de deconstrucción que realiza el docente; ii) las particularidades del proceso de construcción que realizan los alumnos y, iii) a través de ellos, cómo se retroalimenta el profesor para transitar un nuevo proceso de construcción junto a sus alumnos y los aprendizajes logrados, sea cual fuere el grado de adquisición de estos. Es decir, permite analizar y entender cómo evoluciona el proceso de empoderamiento docente al calor de los aprendizajes mutuos.

El dispositivo analizador puede revelar, por ejemplo, las contradicciones del grupo, sus ocultamientos, las contradicciones de las instituciones, el vacilamiento de los alumnos (futuros docentes) que no saben cómo apropiarse de los conocimientos y el vacilamiento del profesor, que no sabe cómo ofrecer adecuadamente sus saberes, cómo ponerlos a disposición para que sus alumnos se los apropien. Se trata entonces de un dispositivo que permite pesquisar los puntos de tensión tanto del proceso de deconstrucción que ha de llevar a cabo el docente como los puntos de tensión en el proceso de construcción del conocimiento que deben llevar a cabo los alumnos. Mediante este dispositivo, podemos comprender mejor e intervenir de modo de cooperar con un buen desarrollo de ambos procesos y fundamentalmente de favorecer su articulación, realizando mediaciones oportunas. El dispositivo analizador funciona como un potente instrumento que visibiliza diferentes dimensiones (histórica, institucional, pedagógica, didáctica, cognitiva, social, epistemológica) y distintas perspectivas (individual, colectiva o grupal). Desde un enfoque socioanalítico, creemos que el analizador permitiría un rediseño adecuado del dME (con fuerza instituyente en el contexto áulico e institucional) al poner en evidencia las significaciones instituidas en torno a los conceptos, en nuestro caso, geométricos, así como también en torno al uso instituido de las TIC y las prácticas áulicas que se generan a raíz de ellas.

De modo tal que nuestra investigación se ubica en la denominada aproximación socioepistemológica, que, por definición de sus autores, procede de “[...] un singular cruce entre la Matemática, las Ciencias Sociales y las

Humanidades. De la primera, retoma su dimensión cultural y de las otras, el dominio privilegiado de las *prácticas* y la *construcción de significados compartidos*” (Cantoral, 2016, p 29). Por lo que prestamos atención simultáneamente a cuatro dimensiones (permanentemente imbricadas) en la construcción de conocimiento matemático: la social y cultural, la epistemológica, la cognitiva y la didáctica. Las nociones de las que nos servimos (dME, deconstrucción, empoderamiento, descentración de los objetos, entre otras) constituyen potentes unidades de análisis para explorar, describir y comprender el origen social del conocimiento y su transmisión. Resultan sustanciales, las nociones de resignificación y las de prácticas sociales, dado que éstas son generadoras de conocimiento y posibilitan construir distintos escenarios y situaciones para la apropiación progresiva de los saberes y su puesta en acto.

■ Metodología

Nuestra investigación es de carácter exploratorio-descriptivo puesto que queremos inspeccionar, investigar y describir qué características tienen los procesos de construcción/deconstrucción de los saberes geométricos. Además, intentamos analizar en qué medida estos procesos favorecen la articulación de los distintos tipos de pensamiento y cuál es la relación existente entre las propuestas pedagógicas, las prácticas áulicas y el uso de las TIC. Hemos adoptado una perspectiva cualitativa ya que focalizamos nuestra atención en lo que los sujetos hacen (lo que los sujetos dicen que hacen y lo que observamos que hacen) dentro de las instituciones seleccionadas para este estudio (Rodríguez Gil, Gil Flores y García, 1996); no obstante, nos valemos de un instrumento propio del método cuantitativo: la encuesta (que nos permitirá recoger y tabular datos relativos tanto al proceso de deconstrucción de lo geométrico).

Nos ocupamos de estudiar de manera subjetiva, particularidades dentro del tema elegido, extrayendo conclusiones permanentemente atravesadas por el contexto. El diseño seleccionado es de tipo transeccional exploratorio, es decir, se recolectaron datos en un solo momento, en un tiempo único, con el fin de explorar todo lo concerniente a nuestras preguntas de investigación (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Lucio, 2008).

Para alcanzar nuestro propósito, decidimos recolectar datos mediante las siguientes técnicas:

- 1) observaciones de clases de asignaturas relacionadas con las geometrías (específicamente observamos clases de *Geometría III*, materia cuatrimestral, correspondiente al segundo cuatrimestre del cuarto año del Profesorado en Matemática de la FCEIA, y de *Tópicos de Geometría*, materia anual, correspondiente al tercer año del Profesorado de Tercer Ciclo de la Educación General Básica y de la Educación Polimodal en Matemática del Instituto de Educación Superior N° 28 “Olga Cossettini” (IES N°28);
- 2) encuestas a alumnos de las materias observadas;
- 3) entrevistas a las docentes cuyas clases fueron observadas; y
- 4) encuestas a docentes (secundarios y universitarios).

La recolección de datos se llevó a cabo durante el segundo cuatrimestre del año 2017, en la FCEIA y en el IES N° 28, pero también participaron actores de otros institutos superiores de profesorado (ISP N° 21, ISP N° 3). Dado que los procesos de construcción/deconstrucción de lo geométrico involucran tanto a docentes como a alumnos, y lo mismo ocurre con el proceso de articulación de los distintos tipos de pensamiento, se trabajó en primera instancia, con los alumnos que se encontraban cursando durante ese período del 2017, los últimos años de la carrera de Profesorado en Matemática de las instituciones mencionadas. En segunda instancia se trabajó con los docentes de las asignaturas relativas a las geometrías (en algunos casos coincidieron con los docentes cuyas clases fueron observadas). Por último, se administraron encuestas a docentes de Matemática en ejercicio profesional en escuelas secundarias y/o en universidades. Dado que el informe corresponde a una investigación en proceso, aún no se han analizado y correlacionado los datos recogidos en su totalidad; está pendiente la triangulación metodológica que se

ha planteado dentro del diseño con el fin de contrastar los elementos obtenidos, analizar cuán consistentes son al compararlos y ponerlos en oposición, en definitiva, de significarlos y validarlos.

Las observaciones de clase, concebidas como un dispositivo analizador que nos permitirá establecer pautas para una propuesta de rediseño del dME, fueron consensuadas con las profesoras dictantes y fueron llevadas a cabo por integrantes de nuestro equipo de investigación. Se diseñaron tomando en cuenta los indicadores a pesquisar, esto es, el tipo de uso de las TIC que se hace en el aula (inductivo de definiciones y propiedades, instrumental y mecánico, exploratorio, otros), las prácticas áulicas generales que las acompañan (en particular, si estimulan la articulación de los distintos tipos de pensamiento) y los elementos constitutivos específicos del proceso de deconstrucción de los saberes geométricos presentes en las propuestas didácticas realizadas. En relación a la propuesta de enseñanza se atendió a la creatividad, coherencia y la construcción del conocimiento y su sentido; respecto a los recursos utilizados se atendió a la pertinencia y creatividad; en cuanto al enfoque epistemológico se atendió al dominio del tema, la preparación científica y el tipo de marco histórico-epistemológico subyacente; también se registraron cuestiones referidas a las habilidades para favorecer la participación de todos los alumnos y a los aspectos lingüísticos en cuanto al uso de vocabulario específico.

Las encuestas (de carácter anónimo y voluntario) se diseñaron atendiendo a su finalidad, esto es, como un recurso para poder detectar ciertos elementos relativos a los procesos de deconstrucción/construcción, en particular, las concepciones epistemológicas respecto de lo geométrico y la dimensión sociocultural de dicho conocimiento. Se entregó la encuesta en papel y se esperó a que el docente/alumno la complete y la entregue en mano. Copiamos aquí la encuesta para alumnos.

■ Encuesta sobre geometrías para alumnos del Profesorado en Matemática

- 1) Explique con sus palabras en qué consiste/n la/s geometría/s.
- 2) ¿Cómo se clasifican las geometrías de acuerdo a la metodología de trabajo o el enfoque que se le dé para su tratamiento? Explique brevemente en qué consiste cada categoría de trabajo.
- 3) ¿Conoce la historia de la/s geometría/s? Comente brevemente qué conoce acerca de su historia. ¿Puede mencionar algunos referentes o autores que propiciaron el desarrollo de las geometrías? Si su respuesta es afirmativa, trate de mencionar los autores contextualizándolos en tiempo y espacio geográfico.
- 4) ¿Conoce las aplicaciones de las geometrías? Si su respuesta es afirmativa, indique si se trata de una aplicación intramatemática o extramatemática.
- 5) ¿Considera necesario el estudio de las geometrías en la escuela secundaria? ¿Por qué?
- 6) ¿Considera necesario el estudio de las geometrías en el Profesorado en Matemática? ¿Por qué?
- 7) En sus clases, como alumno de las materias Geometría I y/o Geometría II (o Geometría Euclidiana y/o Álgebra y Geometría Analítica), ¿usaban software? ¿Cuál? En caso afirmativo, ¿para qué se lo usaba?:
 - Inducción de definiciones
 - Inducción de propiedades geométricas
 - Ejercitación práctica
 - Construcción de figuras
 - Comprobación de propiedades
 - Transformación de figuras
 - Otras (aclarar): _____
- 8) Si no lo hicieron en las clases de geometría, ¿dónde usaban software? ¿En qué otra materia? ¿Cuál software usaron? ¿A qué propósito servían esas clases?

La que corresponde a los docentes en ejercicio profesional en el nivel secundario y superior es similar, con pequeñas variantes, y se agregan dos preguntas:

9) Ahora como docente de secundaria, ¿usa software en sus clases? ¿Por qué sí o por qué no? Y, como docente universitario, ¿usa algún software en su materia? ¿Por qué sí o por qué no? Comente.

10) En cualquiera de las dos situaciones anteriores, con el uso del software, ¿cuál es la finalidad que persigue? Detalle.

■ Análisis e interpretación de los datos obtenidos

En todo momento del análisis, a partir de los instrumentos utilizados, intentamos: identificar el tipo de uso de las TIC que se hace en el salón de clases, caracterizar las prácticas áulicas que las acompañan, detectar los elementos específicos del proceso de deconstrucción de los saberes geométricos presentes en las propuestas didácticas profesoriales, y discernir en qué medida estimulan la articulación de los distintos tipos de pensamiento en los alumnos.

Encontramos que:

En cuanto al uso de las TIC:

Los profesores de Matemática parecen restringir el uso de los softwares en sus prácticas docentes, a una actividad menor, de ejercitación, y no de generación de conceptos y de captación de propiedades. Cuando se indaga a los profesores secundarios y/o universitarios acerca de si usan software en sus clases de geometría, por ejemplo, la docente M responde: “*Como docente de secundaria uso software sólo en 1er año, por comodidad, las aulas cuentan con proyector y hay una netbook por alumno. En cambio, en las otras escuelas hay que ir al aula de informática y los alumnos deben compartir las computadoras. Como docente universitario no uso, no había pensado usar software también en este nivel, puede ser por falta de conocimiento sobre qué software usar y cómo usarlo o tal vez porque como alumna universitaria fueron muy pocas las veces que usamos*”. Y cuando se les consulta a los alumnos de profesorado en qué materias (relacionadas a las geometrías u otras) han usado software y con qué finalidad, un gran porcentaje responde como el alumno P: “*No usé software prácticamente en ninguna de las materias, salvo en Cálculo y en Taller de Docencia*”.

Respecto a las prácticas áulicas:

a) hallamos que la mayoría de ellas se sustentan en concepciones ontoepistémicas que - en general - obstaculizan los procesos bajo estudio; nos referimos al hecho de que tanto docentes como alumnos no están familiarizados con el plural “las geometrías”. Prevalece la geometría euclidiana como modelo único posible para “la” (no “una”) geometría. Además, predomina una visión estática de las geometrías, asociadas al estudio de las figuras, los cuerpos y sus propiedades, y al cálculo de perímetros, áreas y volúmenes. Raras veces los encuestados (tanto docentes como alumnos) manifiestan una visión dinámica de las geometrías relacionándolas con movimientos o transformaciones y sus invariantes. A la consigna explique con sus palabras en qué consiste/n la/s geometría/s, por ejemplo, el docente C responde: “*La geometría es una rama de la matemática que estudia las propiedades de los elementos que constituyen el plano y el espacio*”; y el alumno J responde: “*La geometría es una parte de la matemática que se encarga de estudiar las figuras geométricas, sus propiedades, etc, tanto en el plano como en el espacio. Surgen los conocimientos de recta, plano, punto, polígonos, etc*”.

b) los docentes -en su mayoría- realizan una presentación teórica, mediatizada por algún problema considerado motivador, que en general, no colabora con la articulación de los distintos tipos de pensamiento que se deberían propiciar. Por ejemplo, a partir de las observaciones de clase, registramos que el docente H introduce su clase con una presentación teórica del tema que va a desarrollar, formula definiciones y propiedades, continúa con la presentación de ejemplos y por último propone ejercicios cuya resolución se realiza con lápiz y papel, no aprovechando los recursos tecnológicos con los que cuenta la institución. A partir de las entrevistas, obtuvimos que

algunos docentes, según manifiestan, primero indagan sobre los conocimientos previos y los repasan para, a partir de esa etapa diagnóstica y recordatoria, introducir nuevas fórmulas. Sólo algunos declaran utilizar videos educativos o algún software. Casi ninguno expresa realizar una contextualización histórica; observamos una única situación donde un docente utilizó un dato histórico acerca de lo que estaba enseñando pero resultó más bien un comentario de tipo anecdótico, no una contextualización que permitiera poner en evidencia las contracciones inherentes a la construcción histórica y social de la temática en cuestión. Es decir no se tomó como variable didáctica contemplada realmente en la propuesta de enseñanza, sino que fue sólo un relato de una historia que no se aprovechó más que a título de anécdota o efemérides.

En cuanto a los elementos que caracterizan a los procesos de deconstrucción y construcción bajo estudio encontramos que:

a) en general, los alumnos (y también algunos docentes) no distinguen los distintos enfoques metodológicos mediante los cuales se pueden enseñar las geometrías, esto es, no discernen con claridad el enfoque sintético del analítico, confundidos muchas veces con las diversas clasificaciones posibles de las geometrías según el grupo de invariantes que involucre. Por ejemplo, cuando se les consulta al respecto, oponen “geometría analítica” con “geometría euclidiana”. Cuando se les pregunta por cómo se clasifican las geometrías de acuerdo a la metodología de trabajo o el enfoque que se le dé para su tratamiento, por ejemplo, el docente J responde: *“Geometría euclidiana: trabaja las transformaciones rígidas, rotaciones, simetrías y traslaciones en el plano y el espacio, trabaja con los axiomas de Euclides; y Geometría Analítica: trabaja en encontrar fórmulas que describan curvas en el plano o en el espacio”*; “y el alumno B contesta: *“Existen varios tipos de “geometría”, pero los más conocidos son la geometría euclidiana, la geometría analítica y las no euclidianas”*.

b) En su mayoría, desconocen autores y referentes históricos de los conocimientos geométricos; pero en los casos en que pueden reconocerlos, no pueden contextualizarlos en tiempo y lugar, desconociendo el contexto en el que los saberes se engendraron y los conflictos epistemológicos que debieron, en algunos casos, sortear. Cuando se les hace la pregunta: *¿Conoce la historia de la/las geometría/s? Comente brevemente qué conoce acerca de su historia. ¿Puede mencionar algunos referentes o autores que propiciaron el desarrollo de las geometrías? Si su respuesta es afirmativa, trate de mencionar los autores contextualizándolos en tiempo y espacio geográfico*, por ejemplo el docente M responde: *“Conozco algo de la historia de la geometría euclidiana, formada por axiomas y postulados, y el surgimiento de las geometrías no euclidianas a partir de contradecir o tratar de demostrar el 5to postulado de Euclides, que dice que por un punto exterior a una recta pasa una única recta paralela a ella. Como referentes recuerdo a Euclides, Lovachevsky y Bolyai, pero no sabría especificar las épocas con exactitud, Euclides antes de cristo y los otros dos siglo XVIII”*; el docente A contesta: *“No conozco la historia de las geometrías. En el profesorado, estudié sobre la historia de las matemáticas (incluía algo sobre Geometría), pero, honestamente, no recuerdo, no me resultó un aprendizaje significativo. Los autores que conozco asociados al desarrollo de la Geometría tienen que ver con aportes específicos. Euclides, porque su obra representa la base de la geometría. Era Griego y vivió varios siglos A.C (no recuerdo con precisión). Gauss, Pitágoras (griego), Thales, Descartes”*; y el alumno CH contesta: *“No recuerdo con exactitud la historia de la/las geometría/s en su comienzo, pero sí recuerdo algunos referentes en la geometría como Pitágoras y Thales de Mileto”*.

c) En cuanto al valor histórico-social que portan las geometrías tanto docentes como alumnos asignan un alto valor de utilidad a lo geométrico pero no pueden manifestar aplicaciones concretas de las geometrías, sólo en algunos casos se plantearon aplicaciones intra-matemáticas y extra-matemáticas. En general, no reconocen a raíz de qué tipo de demandas sociales o para resolver qué tipo de problemas es que se generaron ciertos conocimientos geométricos; es decir, se desconoce el origen y la evolución de los conceptos geométricos así como su aplicación concreta. Por ejemplo, cuando se les pregunta acerca de las aplicaciones de las geometrías, la docente C contesta: *“En trabajos de arquitectos, agrimensores, supongo que aplican conocimientos de geometría pero exactamente no sé cuáles. Al usar un teodolito, utilizan proporciones geométricas. Para el trazado de mapas, para la astronomía también, pero no sé exactamente qué conceptos utilizan en qué. En dibujo técnico, para dibujar en perspectiva.”*; y el alumno V

dice: “La geometría tiene muchísimas aplicaciones, algunas que podría mencionar son en la ingeniería, en la arquitectura, la investigación matemática, etc”.

En cuanto a la articulación de los distintos tipos de pensamiento no encontramos propuestas que tiendan a ello, más bien encapsulan los conocimientos en un solo tipo.

■ Discusión de los resultados

Los resultados a los que arribamos luego del análisis anterior se resumen en los siguientes puntos:

- El uso que se hace de las TIC en el salón de clases de profesorado es, en general y salvo pocas excepciones, instrumental y mecánico, consistente en mera ejercitación práctica.
- Se desconocen las distintas geometrías, así como se observan dificultades para discriminar entre distintos enfoques para el tratamiento de una misma geometría.
- Predomina una concepción estática de la geometría relacionada al estudio de figuras planas.
- Prácticamente, excepto en una situación, no hemos podido observar la práctica áulica de servirse de las TIC para que a partir de la exploración (y no mediante la presentación teórica del tema) se puedan construir conocimientos geométricos.
- La práctica áulica más frecuentemente observada e informada por los docentes resultó ser la presentación teórica mediatizada por la introducción de un problema motivador pero no encontramos situaciones donde la introducción de un tema geométrico se realice desde la presentación de actividades de exploración mediante el uso de las TIC o la presentación de un problema abierto, contextualizado históricamente y epistemológicamente situado, a partir del cual y por articulación de los distintos tipos de pensamiento se pudiera construir nuevos conceptos.
- El conocimiento acerca de los procesos históricos en los cuales tuvieron lugar la generación y/o evolución de un concepto geométrico, en general, se desconocen.
- El conocimiento de las aplicaciones concretas es bastante limitado, más aún cuando de aplicaciones extramatemáticas se trata.

Este último ítem sea quizás la razón por la cual no pudimos detectar con claridad el grado de articulación de los distintos tipos de pensamiento. Las clases observadas no fueron concluyentes al respecto. Éste es un punto de debilidad de la investigación que intentaremos fortalecerlo mediante nuevas estrategias de recolección de datos.

Compartimos la apreciación de Scholz y Montiel (2017) cuando expresan que:

[...] al confrontar (dialectizar) el análisis de los procesos de construcción geométrica con el análisis del discurso Matemático Escolar (dME) (reportado por: Montiel y Jácome, 2014; Cantoral, Montiel y Reyes-Gasperini, 2015), se pone en evidencia la riqueza en el lenguaje y en el pensamiento que se pierde cuando el dME norma la construcción de significados tanto para el que enseña como para el que aprende. (Scholz Marbán, A.; Montiel Espinosa, G., 2017, p. 1024).

■ Reflexiones finales

Sabemos que son muchos los factores que sabotean el buen uso de las TIC en el nivel superior (de las entrevistas surgió, entre otros motivos, lo extenso del currículo planteado para los tiempos destinados a su enseñanza, el no contar con computadoras en el mismo aula de trabajo o no saber cómo aplicarlas en nivel superior) pero aún así insistimos en su incorporación y en la preparación de los alumnos de profesorado y de los docentes para su uso, desde una sólida interrelación entre el aspecto técnico, el aspecto disciplinar y el aspecto didáctico. Creemos que

una transmisión efectiva de las geometrías sólo se logrará con la articulación de tres factores esenciales: inserción de las TIC para la construcción de conocimiento en el aula, incorporación de las prácticas de referencia que permitan una contextualización histórico-epistemológica del conocimiento a transmitir que le dé sentido, y de la integración de las aplicaciones concretas no sólo intra sino fundamentalmente extra-matemáticas que brinden recursos a los docentes a cargo de su futura transmisión. Sostenemos que, problematizar el conocimiento relativo a las geometrías requiere la apelación a un enfoque histórico que trascienda lo anecdótico y que recupere los procesos de luchas académicas, históricas, sociales y políticas en que las geometrías se desarrollaron.

Estamos frente a saberes que perdieron su sentido, su significación en la historia de los hombres y que el alumno no puede percibir en su capacidad emancipadora, por eso [...] hay que enseñar no solo los saberes, sino la historia de esos saberes; porque al entender que esos saberes fueron cruciales en la historia, que constituyeron un gran desafío que permitió liberarse de creencias arcaicas y que fueron la manera de librarse del control de los que eran tiranos y omnipotentes, se puede entender la interacción de todos los elementos de nuestro complejo mundo. (Meirieu, P.; 2013, p.8)

A partir de los resultados parciales obtenidos se están diseñando experiencias de aula con docentes del profesorado que incorporen la articulación de los tres factores mencionados más arriba para contribuir al rediseño del discurso geométrico escolar.

■ Referencias bibliográficas

- Cabrera Chim, L.; Cantoral, R. (2013). La deconstrucción del conocimiento matemático: un medio para el análisis del desarrollo profesional del profesor. En R. Flores (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 26*, 1595-1603. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Cantoral, R. (2016) *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre la construcción social del conocimiento*. México: Gedisa, 2° edición.
- Emmanuele, D.; Rodil, F.; Vernazza, C. (2018) Concepciones Ontoepistemológicas y Proceso de Deconstrucción del Saber Matemático en la Formación de Profesores de Matemática. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, Volumen 31* (Número 2) 1077-1084.
- Foucault, M. (1992). *El orden del discurso*. Barcelona: Tusquets.
- Guattari, F.; Ardoino, J. y otros (1981) *La intervención institucional*. México: Folios.
- Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; Lucio, B. (2008). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Loureau, R. (1977) *El análisis institucional: para un cambio de las instituciones*. Madrid: Campo Abierta.
- Meirieu, P. (2013) La opción de educar y la responsabilidad pedagógica. Conferencia organizada por el Ministerio de Educación de la República Argentina. Buenos Aires, 30 de octubre de 2013.
- Montero, J. (2015) Todo empezó con un click. Una clase de Matemática con software de geometría dinámica. EN: Experiencias de enseñanza con TIC en la formación docente. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. E-Book disponible en https://cedoc.infed.edu.ar/upload/Experiencias_de_ensenanza_con_TIC_en_la_Formacion_Docente_Final_4.pdf
- Reyes Gasperini, D.; Cantoral, R. (2014) Socioepistemología y Empoderamiento: la profesionalización docente desde la problematización del saber matemático. *Bolema, Rio Claro (SP)*, v. 28, n. 48, p. 360-382.
- Rodríguez, G.; Gil Flores, J. y García Jiménez, E. (1996). *Metodología de la Investigación cualitativa*. Granada: Aljibe.
- Schols Marbán, A.; Montiel Espinosa, G. (2017) Problematización de la Geometría en la génesis histórica de la Trigonometría. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 30*, 1018-1026.

Sessa, C. et. al. (2011) La formación en las carreras de profesorado en Matemática. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. E-book disponible en http://cedoc.infed.edu.ar/upload/04_1._La_formacion_en_las_carreras_de_profesorado_de_Matematica_1.pdf