

II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales *Actas*, II: 35-41, 2009. La Plata.

EL LABORATORIO DE GEOMETRÍA: UNA EXPERIENCIA DE ARTICULACIÓN ENTRE LA FORMACIÓN DOCENTE Y LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

FERNÁNDEZ, O. E.

Instituto del Profesorado Espíritu Santo. Prof. G. Maier 4798. Quilmes Oeste.
oscarestebanfernández@yahoo.com.ar

RESUMEN

Descripción de una experiencia con estudiantes de un profesorado en matemática, en el Espacio de la Práctica docente II. La misma consiste en la organización y puesta en marcha de un laboratorio itinerante de geometría (LIG) con el que se visitan escuelas secundarias de la región. Se trata de un proyecto de extensión del Instituto del Profesorado Espíritu Santo de Quilmes, el cual se viene desarrollando desde el año 2005, y cuyo objetivo principal es contribuir en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de la geometría a través de una propuesta de intervención en las instituciones educativas de la región. El enfoque teórico adoptado recoge aportes de Claudi Alsina respecto de la enseñanza de la geometría, la Teoría Socio-Histórica de Vygotsky y la Teoría de Situaciones Didácticas de la Didáctica de las Matemáticas.

Palabras clave: laboratorio de geometría, resolución de problemas, lenguaje matemático, modelización, formulación de procedimientos.

CONCEPTUALIZACIONES BÁSICAS

El laboratorio de geometría

La estructura de laboratorio es un modelo pedagógico de utilización del material, que enfatiza el “aprender haciendo”; es un entorno que emerge cuando *“el profesor y los alumnos trabajan y se comunican por medio de un plan conjunto de actividades de investigación, acorde con sus intereses, capacidades y habilidades.”* (Alsina y otros, 1998; 16-17). Una de las formas de organizar la tarea en una estructura de laboratorio es a partir de la propia aula, como laboratorio móvil, reorganizando su espacio interior.

El laboratorio de geometría es un medio constituido con una finalidad didáctica, en el que los estudiantes interactúan con los materiales desde una modalidad cooperativa, investigando, resolviendo los problemas que el docente propone. La exploración del material propicia en los alumnos la posibilidad de generar estrategias para alcanzar, mediante un complejo proceso de traducción, las expresiones formales que sintetizan las acciones desarrolladas. Este proceso, conocido como matematización, es fundamental en la construcción de los conceptos geométricos, de modo que puedan ser reutilizados en situaciones nuevas. El docente acompaña a los estudiantes enseñando a investigar, sosteniendo la incertidumbre que los problemas puedan generar, procurando mantener una justa tensión entre el grado de dificultad de los problemas planteados y el nivel de conocimientos disponibles de los alumnos para resolverlos.

El material didáctico

El material didáctico juega un papel fundamental en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría, su utilización adecuada representa la base en la construcción de conceptos, relaciones y métodos geométricos (Alsina y otros, 1998).

Al material didáctico suele atribuirse dos funciones principales: mediar en los aprendizajes de los estudiantes y apoyar las prácticas de enseñanza de los docentes, de modo que se lo puede concebir como puente entre la enseñanza y el aprendizaje. Su sola presencia no garantiza el desarrollo de estos procesos; es en la red de relaciones que los comunica donde cobra sentido (Cifuentes, 2003).

El material didáctico que se utiliza en el laboratorio de geometría constituye el conjunto de modelos geométricos con el que los estudiantes interactúan en el contexto de una determinada problemática, para elaborar relaciones pertinentes y, mediante la utilización de un sistema teórico-geométrico, producir nuevos conocimientos.

La resolución de problemas

Un problema existe para un alumno cuando se encuentra ante una situación en la que desconoce la solución y el modo de alcanzarla, pero posee al menos una estrategia para su abordaje. Puede que en algún momento esa estrategia se revele ineficaz, por la propia resistencia de la situación, y mueva al alumno a crear una nueva estrategia que le permita alcanzar la solución del problema, acomodándose o modificando los límites de sus conocimientos anteriores, elaborando nuevas herramientas (idea de conflicto cognitivo). Un problema no se reduce a un enunciado, se define más bien como una terna: situación-alumno-entorno, siendo el entorno un elemento del problema (Charnay, 2001)

Comunicación y lenguaje

La utilización de la palabra como instrumento para la formación de un concepto es la causa del cambio radical que se produce en el proceso intelectual al llegar a la adolescencia. Dirigir

los propios procesos mentales, mediante el uso deliberado de la palabra, es una parte integral del proceso de formación de conceptos: *“hacerse consciente de una operación mental significa transferir ésta del plano de la acción al del lenguaje, recrearla en la imaginación de modo que pueda ser expresada en palabras”* (Vygotsky, 1995; 126).

Es frecuente observar a estudiantes adolescentes resolver con eficacia un problema matemático y presentar dificultades para expresar con palabras el procedimiento empleado en su resolución (Vygotsky 1995; Bruner 1999; Schön 1992). El lenguaje es un instrumento de mediación y se constituye a partir de las demandas de la comunicación (Wertsch, 1988). Desde el enfoque adoptado, la comunicación en un entorno de laboratorio demanda a los estudiantes, por un lado, explicitar las estrategias empleadas y, por el otro, fundamentar las decisiones adoptadas empleando el lenguaje matemático.

En el laboratorio de geometría, se les pedirá a los estudiantes que comuniquen sus procedimientos, oralmente y por escrito. El código escrito constituye un verdadero medio de comunicación, sustancialmente distinto del oral (Cassany, 1994). Desde esta perspectiva, la comunicación exige a la escritura un determinado modo de presentar, justificar y verificar la información; la escritura debe adaptarse a ello.

En la propuesta didáctica implementada con el laboratorio de geometría, los estudiantes van elaborando formulaciones escritas de los procedimientos de obtención de secciones planas del cubo y mediante la confección de borradores sucesivos van progresando en la escritura. Es un proceso gradual y complejo, que requiere de la guía y acompañamiento del profesor para que los alumnos puedan avanzar hacia formas más sofisticadas del lenguaje.

EL LABORATORIO DE GEOMETRÍA EN ACCIÓN

Se describe una experiencia cuyas primeras etapas corresponden al diseño y organización de la propuesta didáctica y las últimas a su implementación en la Educación Secundaria. El contenido elegido fue secciones planas del cubo, correspondiente al 2º año del ciclo básico de la ES en el DC de la Provincia de Bs. As.

Primera etapa: *Análisis de la metodología de laboratorio, los contenidos y el material didáctico*

Los estudiantes docentes estudiaron los contenidos (Diseño Curricular, 2007), consultaron diversas fuentes y elaboraron un glosario; analizaron propuestas didácticas de diversos libros escolares y debatieron acerca de la forma más conveniente de abordar el concepto en el contexto de la ES, a través de una metodología de laboratorio de geometría. Realizaron un profundo análisis didáctico de los contenidos en función de las potencialidades del material didáctico disponible. Exploraron el material, anticipando las acciones que los alumnos de la ES podrían efectuar, incluyendo los errores que se pudieran producir, como paso previo al diseño de la secuencia didáctica.

Segunda etapa: *Diseño de la propuesta didáctica*

Se partió de una estructura básica: inicio-desarrollo-cierre. Se elaboraron varios borradores y se discutieron en forma conjunta cada una de las decisiones didácticas antes de alcanzar la última versión. Se negoció en el contexto de las clases del profesorado, reflexiva y cooperativamente, cada una de las actividades y las intervenciones docentes, fundamentando las decisiones desde los marcos teóricos adoptados; y se dejó margen para adecuar la propuesta al contexto institucional y áulico de cada escuela. El diseño fue concebido como

proyecto, en el sentido de poder reformularlo entre una implementación y otra, sujeto a una evaluación permanente.

Con el propósito de optimizar la organización de la propuesta se formaron comisiones de trabajo. Se produjo el material didáctico necesario para todas las salidas del año. Para construir modelos de cubos en poliestireno expandido (telgopor) se creó un dispositivo, al que se lo denominó “*Geomaq*”¹. La propuesta didáctica diseñada asignó a los estudiantes docentes diferentes roles:

-El *coordinador*, ejerció el rol de profesor de la clase.

-Los *asistentes grupales*, acompañaron y guiaron a un pequeño grupo de alumnos, colaborando con la tarea del coordinador. De este modo, los practicantes fueron ejecutando sus prácticas de un modo progresivo, comenzando por el manejo de grupos reducidos. Al término de cada práctica, cada estudiante docente elaboró un *relato de experiencia*, en el que se incluyeron las producciones de los alumnos, las intervenciones docentes, las debilidades y fortalezas de la experiencia, y las propuestas superadoras para futuras implementaciones.

-Los *observadores no participantes*, presenciaron las clases y confeccionaron un registro escrito de lo observado, instrumento para el análisis y la reflexión posterior.

Básicamente, la secuencia didáctica desarrollada en cada visita a las escuelas de Nivel Secundario respondió a la siguiente estructura:

Objetivos

- Modelar y clasificar secciones planas de cubos
- Formular procedimientos para la obtención de secciones planas del cubo
- Definir secciones planas del cubo

Presupuesto de tiempo: 2 horas

Contenidos: Secciones planas del cubo

Materiales didácticos: Modelos de cubos de poliestireno expandido, trinchetas.

Organización de la clase

El estudiante docente coordinador ejecuta el rol de “*profesor*” de la clase. Los estudiantes docentes asistentes acompañan y guían el trabajo en cada grupo de 4 o 5 alumnos.

Inicio

Presentación de los estudiantes-docentes. Presentación del objetivo de la experiencia y de la metodología a emplear. Demostraciones acerca del uso del material didáctico.

Desarrollo

► *Etapas 1: Exploración.* Formación de grupos de 4 o 5 alumnos. Cada grupo comienza a experimentar y a explorar los materiales disponibles de acuerdo al objetivo planteado por el coordinador. Se modelizan diversas secciones planas del cubo. Énfasis en la actividad de descubrimiento y análisis de las posibilidades del modelo. Se entrega a cada grupo un glosario acerca de los elementos del cubo.

► *Etapas 2: Formulación de procedimientos.* Los alumnos comienzan a explicitar los procedimientos de obtención de las diferentes modelizaciones de secciones planas encontradas en la etapa anterior. Se trata de expresar con palabras la acción desarrollada de modo que a partir de esta formulación, cualquier otro alumno del salón pueda alcanzar una sección plana determinada, en forma deliberada. Generalmente las primeras formulaciones se efectúan en código oral, para luego avanzar hacia la escritura. La tarea del *estudiante asistente*

¹ Geo: geometría, Maq: máquina; “*máquina de geometría*”. Este dispositivo consiste en un soporte que mantiene tensado un hilo metálico muy fino, el cual se calienta al estar conectado en sus extremos a una fuente eléctrica. Una vez encendido, el hilo caliente, va cortando con precisión el material, permitiendo la fabricación de modelos de prismas, conos, cilindros, semiesferas y sus secciones.

es fundamental para acompañar a los alumnos en el complejo proceso de formulación, guiando la actividad y respetando los sentidos que los alumnos otorgan a cada sección plana.

► *Etapa 3: Comunicación.* El coordinador de la clase promueve la socialización y el intercambio de las formulaciones producidas en cada grupo. Se leen en voz alta las producciones obtenidas. Es un espacio propicio para la validación y puesta a prueba de las formulaciones realizadas. Se reescriben y corrigen los textos de acuerdo a las demandas de la comunicación

► *Etapa 4: Institucionalización.* El coordinador otorga a cada formulación el status de conocimiento matemático tal como es reconocido por la cultura, reformulando, descontextualizando y despersonalizando las producciones socializadas de modo que puedan ser reutilizadas en situaciones nuevas.

Tercera etapa: Visita a las escuelas

INSTITUCIÓN	CICLO LECTIVO	DESTINATARIOS
Inst. Superior Espiritu Sto. Quilmes	2006	1° año profesorado de matemática
E. E. Agraria N°1 Quilmes	2006	2° año ESB
E.E.Media N°4 Fcio. Varela	2006	1° año POLIMODAL
CEM 2000. F. Varela	2006	3° año ESB (ex EGB3)
IPES Quilmes	2007	1° año profesorado de matemática
E.E.Media N°4 Fcio. Varela	2007	2° año POLIMODAL
E. E. Agraria N°1. Quilmes	2007	2° año POLIMODAL
Nuestra Sra. Ptuo. Socorro	2007	2° año ESB

Cuarta etapa: *El análisis de las prácticas de enseñanza y la reflexión sobre lo que pasó*

Al concluir cada salida se montaron espacios para la reflexión y el análisis, para socializar lo vivido e interpretarlo desde los marcos teóricos disponibles. Poder conversar sobre lo acontecido, permitió al grupo considerar la propia práctica como objeto de reflexión, tomando distancia de ella, en un ejercicio metacognitivo colectivo que posibilitó los cambios necesarios para mejorar las futuras intervenciones. Se transcriben algunas reflexiones de los estudiantes docentes acerca de la experiencia desarrollada:

“Fue muy productiva esta propuesta llevada a cabo, me permitió aun más valorar la carrera elegida y el lugar que ocupan los docentes en el aula” (Celia)

“Este proyecto me parece una forma muy buena de aprender a desempeñarse en esta que será nuestra salida laboral, aprendiendo de nuestros errores, corrigiéndonos y fortaleciéndonos en la práctica” (Raúl)

Las producciones escritas de los alumnos de Nivel Secundario también fueron objeto de análisis y reflexión. Se transcriben algunas de sus formulaciones para la obtención de una sección plana triangular escalena:

► *“ Elegimos tres aristas con un vértice en común, marcamos en cada una un punto que esté a diferente distancia del vértice, luego realizamos una sección plana que contenga a esos tres puntos” (Ramona, Roberto, Ana, y Marcelo – 1° año Polimodal - E.E.M.N°4, Fcio. Varela)*

► *“Elegimos uno de los vértices del cubo y marcamos un punto con diferentes distancias al vértice en cada una de las aristas que concurren al vértice elegido. Seccionamos por esos puntos y obtenemos un triángulo escaleno” (Rosana, Lucía – 1° año – IPES, Quilmes)*

Los relatos de experiencias producidos por los estudiantes docentes, en el rol de asistentes grupales, dan cuenta de la intervención docente desarrollada y la actividad de los alumnos:

“Estaban muy contentos. A medida que obtenían la figura que deseaban se entusiasmaban más y querían seguir investigando. Sección plana heptagonal: la conclusión fue inmediata. Se dieron cuenta que si el cubo tiene seis caras no se puede obtener una sección plana heptagonal, pues el heptágono tiene siete lados. Para obtener la sección plana del triángulo equilátero tuvieron dificultades, porque no relacionaban la figura que debían obtener con sus propiedades. Después de algunos minutos les pregunté qué propiedades debía tener la figura que se quiere obtener. La respuesta fue la esperada: “tres lados iguales”. Mi grupo lo obtuvo a través de las diagonales de las tres caras que comparten un mismo vértice y luego seccionar a través de las diagonales.” (Cora, estudiante 2º año profesorado)

Quinta etapa: Evaluación de los resultados obtenidos

Al cierre del ciclo lectivo se efectuó una evaluación de la experiencia en la que participaron estudiantes docentes de 2º y 4º año del profesorado. Los estudiantes de 4º año, quienes habían asistido a las prácticas de enseñanza en calidad de observadores no participantes, desde la asignatura *Metodología de la Investigación Educativa en Matemática*, elaboraron un estudio de calidad de las prácticas de enseñanza implementadas. Esta es una de las conclusiones de sus informes de investigación:

“Durante el transcurso de las diversas situaciones didácticas se destaca el interés y el aprendizaje provocado en los alumnos, motivo por el cual consideramos que fue una experiencia sumamente positiva y alentadora (...) la situación didáctica se encuentra muy resguardada debido a la cantidad de estudiantes docentes que participan en la misma, provocando un alto rendimiento en cuanto al rol docente y al aprendizaje” (**Juan, Mariano, Adriana, estudiantes 4º año profesorado**)

A partir de la evaluación del proyecto se formularon las siguientes apreciaciones:

- La posibilidad de iniciar prácticas de enseñanza durante el segundo año de la carrera docente fue muy conveniente.
- El material didáctico utilizado favoreció la construcción de conceptos, relaciones, y métodos geométricos.
- La metodología de laboratorio de geometría, con énfasis en la resolución de problemas y la modelización, constituyó una propuesta innovadora interesante.
- La participación de los estudiantes docentes de cuarto año con sus informes de investigación representó un importante aporte a la evaluación del proyecto
- La recepción de las escuelas secundarias hacia el proyecto fue altamente positiva

Propuestas de mejora:

- Incorporar láminas de apoyo conceptual en cada grupo para acompañar las intervenciones del asistente grupal.
- Diseñar un instrumento para que los alumnos de la ES evalúen las intervenciones docentes.
- Renovar periódicamente los materiales didácticos de apoyo en las exposiciones
- Abrir el campo organizativo del proyecto a otros docentes y otras asignaturas del profesorado, logrando mayores niveles de participación y articulación entre disciplinas.

CONCLUSIONES

La implementación de una metodología de laboratorio como la descrita en esta comunicación puso en evidencia la complejidad del proceso de formulación de procedimientos por parte de los estudiantes de Educación Secundaria.

Durante el complejo proceso de abstracción necesario para que los estudiantes puedan expresar formalmente los conocimientos matemáticos relativos a las acciones desempeñadas a través de la manipulación del material concreto, los alumnos atravesaron en forma sucesiva y recurrente el pasaje de uno a otro ámbito de pensamiento y lenguaje: de lo abstracto a lo concreto y de lo concreto a lo abstracto constituyeron transiciones graduales necesarias antes de alcanzar formas más sofisticadas del lenguaje disciplinar. La experiencia permitió constatar que el pasaje de lo concreto a lo abstracto no es tan lineal como la oración designa. La comprensión y toma de conciencia de esta complejidad por parte de quienes diseñan e implementan situaciones didácticas en el marco de un laboratorio de geometría, es fundamental para acompañar y sostener el progreso de los alumnos en la construcción de un conocimiento geométrico.

Por otro lado, la secuencia didáctica organizada en etapas de *exploración, formulación, comunicación e institucionalización*, mostró ser una propuesta potente para trabajar en un entorno de laboratorio con estudiantes de Nivel Secundario, abriendo posibilidades hacia la comprensión de las definiciones geométricas.

En todo lo expuesto, el material didáctico empleado resultó ser un modelo conveniente y altamente motivador para implicar a los estudiantes en la actividad de modelización de secciones planas del cubo.

Finalmente, para los estudiantes del profesorado, esta experiencia significó su primera práctica de enseñanza, en el marco de un proyecto institucional, bajo ciertas condiciones de asignación de roles y en un ambiente-clase bastante controlado. Desde este punto de vista, resultó ser una experiencia significativa para ellos y original en el contexto de la región.

BIBLIOGRAFIA

Alsina Catalá, C.; Burgués Flamarich, C. y Fortuny Aymemi, J. (1998) *Materiales para construir la geometría*. España. Síntesis

Bruner, J. (1999) *La Educación, puerta de la cultura*. Madrid. Visor.

Cassany, D. (1994) *Describir el escribir*. España. Paidós Educador.

Charnay, R. (2001) Aprender (por medio de) la resolución de problemas. En Parra C.; Saiz I., *Didáctica de matemáticas. Aportes y reflexiones*. Argentina. Paidós.

Cifuentes V. (2003) *Materiales educativos para el área de matemáticas*, Secretaría de Educación de Cundinamarca, Bogotá, sitio web http://www.cundinamarca.gov.co/Cundinamarca/Archivos/fileo_otrssecciones/fileo_otrssecciones2766497.pdf (última visita: 23/07/08)

Diseño Curricular para 2° año (SB) Matemática, (2007) DGCyE; Prov. de Bs. As.

Schön, D. (1992) *La formación de profesionales reflexivos*. España. Paidós.

Vygotsky, L. (1995) *Pensamiento y Lenguaj*. Argentina. Ediciones Fausto.

Wertsch, J. (1988) *Vygotsky y la formación social de la mente*. España. Paidós,