

**CB 04****NUEVOS ESPACIOS DE CONSTRUCCIÓN Y PRODUCCIÓN DE  
CONOCIMIENTO DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA.  
UN CASO DE CAPACITACIÓN DOCENTE EN LA PROVINCIA DE MENDOZA**

**Pablo CARRANZA<sup>1</sup>, Fernando DONADEL<sup>2</sup>, Luis REINA<sup>3</sup>, Darío REYNOSO<sup>4</sup>, Sandra  
SEGURA<sup>5</sup>**

- (1) Universidad Nacional de Río Negro**  
**(2) Instituto Superior San Pedro Nolasco**  
**(3) Instituto de Enseñanza Superior “Del Atuel”**  
**(4) Instituto Superior San Pedro Nolasco - I.C.B. UNCuyo**  
**(5) UTN (Facultad Regional Mendoza) - UNCuyo**  
*ssegura@frm.utn.edu.ar*

**Palabras Clave:** didáctica de las matemática, capacitación, construcción, producción de conocimiento.

**RESUMEN**

La Fundación YPF inicia en el año 2009 un programa orientado al fortalecimiento de la enseñanza en escuelas técnicas. Este programa denominado “Una escuela hacia el futuro”, se desarrolla en cinco provincias de la República Argentina y tiene como objetivo principal fortalecer la enseñanza en un grupo de escuelas técnicas que se encuentran ubicadas en zonas de influencia de YPF.

En el marco del Programa, el Proyecto en el área de Matemática, ideado por Patricia Sadovsky y Carmen Sessa, tiene como objetivos: contribuir al desarrollo profesional de los docentes, acompañar a los docentes en la realización de experiencias de enseñanza innovadoras, fortalecer a las escuelas técnicas dotándolas de ciertos equipamientos, generar un espacio intensivo de formación docente en Matemática y sobre todo ayudar a constituir en cada escuela equipos de trabajo docente.

Por lo que el sentido fundamental del Programa en el área de Matemática, es que los docentes produzcan saberes sobre la enseñanza, es decir que se formen críticamente como profesores, siendo capaces de reflexionar sobre su propia práctica y elaborar ideas a partir de esa posición.

El presente trabajo describe una experiencia en el marco del programa en la Provincia de Mendoza.

**1. LOS ORÍGENES DEL PROGRAMA**

La Fundación YPF inicia en el año 2009 un programa orientado a las escuelas técnicas. Este programa denominado “Una escuela hacia el futuro”, se desarrolla en cinco provincias: Buenos Aires, Chubut, Mendoza, Neuquén y Santa Cruz. El mismo tiene como objetivo principal:

*(...) fortalecer con un alto nivel académico a un grupo de escuelas técnicas que se encuentran localizadas en las zonas de influencia de YPF”. (Fundación YPF, 2009)*

Basado en dos leyes Nacionales de Educación, el programa se direcciona en tres áreas de conocimiento:

*Matemática desde un enfoque que aborda la resolución de problemas, Ciencias Básicas (física, química, biología y geografía) desde una perspectiva integradora y en relación con la educación ambiental y Actualización Tecnológica Aplicada a la Industria.* (Fundación YPF, 2009)

Por lo cual y en el marco antes referido, la Fundación YPF *Da cuenta de su preocupación por mejorar la inserción laboral y social de las personas en las zonas de influencia de la Empresa poniendo especial énfasis en los jóvenes.* (Aportes para el Foro Educativo Neuquino, 2010)

Siendo además los objetivos desde el área de Matemática los siguientes:

- *Contribuir al desarrollo profesional de los docentes en el área de Matemática acompañándolos en la realización de experiencias de enseñanza innovadoras que se propongan explícitamente mejorar la calidad de los aprendizajes de los alumnos.*
- *Fortalecer a las escuelas técnicas dotándolas de equipamiento necesario para el desarrollo de las actividades educativas propuestas.*
- *Generar un espacio intensivo de formación docente en Matemática.*
- *Constituir en cada escuela equipos de trabajo de docentes de matemática que asuman la responsabilidad de elaborar y llevar adelante proyectos de enseñanza, promoviendo esta modalidad de trabajo docente compartido más allá del presente programa.* (Fundación YPF, 2009)

Por lo que el sentido fundamental del Programa en el área de Matemática, es que los docentes produzcan saberes sobre la enseñanza, es decir que se formen críticamente como profesores, siendo capaces de reflexionar sobre su propia práctica y elaborar ideas a partir de esa posición.

## **2. NECESIDADES PREVIAS Y GESTIÓN DEL PROGRAMA**

Para aportar a la mejora de la calidad educativa con más inclusión, como lo expresa Patricia Sadovsky y Carmen Sessa en el escrito “Más Inclusión con calidad” de noviembre de 2011, se planteó como necesario estudiar con los docentes los problemas de enseñanza que enfrenta el área. Por lo cual se torna necesario promover la reflexión y la producción de los docentes hacia una clase de matemática en la cual los alumnos produzcan conocimiento. Se puede decir que una de las primeras marcas del programa en el área de matemática se ubica en este punto: trabajar con los docentes para el fortalecimiento de su relación con la matemática a enseñar y con la enseñanza. Es decir se pretende construir una posición autónoma, en relación con la enseñanza, trabajando sobre la idea de una clase de matemática viva, a la cual todos los estudiantes sean convocados.

Para lograr lo planteado, se parten de algunos supuestos que modelan el trabajo: pensar la enseñanza se asume como hecho colectivo y los resultados dependen de un trabajo periódico y sistemático. Es el colectivo de docentes de cada escuela el que puede re-pensar la enseñanza y eventualmente modificarla (Sadovsky & Sessa, 2011).

Es por eso que se convocaron, de manera voluntaria, a todos los profesores de matemática de cada escuela que participa del programa.

Para organizar este trabajo colectivo, existe un coordinador por escuela. Estos coordinadores conforman a su vez un equipo en cada provincia que se reúne periódicamente con un Coordinador provincial para reelaborar lo que va pasando en cada escuela. Se trabaja a partir de la posición en la que se encuentran los profesores de las escuelas, y también aportan, plantean situaciones, proponen materiales para estudiar, discutir y transformar.

Luego del estudio y el trabajo sobre algunas temáticas propias de los problemas en la enseñanza del álgebra y del cálculo, los grupos por escuela finalmente van produciendo

pequeñas secuencias de enseñanza para el aula- referidas a diferentes temas - que ponen en juego otro funcionamiento de la clase.

Estas clases planeadas colectivamente son estudiadas luego por el equipo que las pensó. Para ello se toman datos, en la mayoría de los casos otros colegas participan de la clase, se registra, se sacan fotos de las carpetas y/o del pizarrón (en algunos casos se filma). Como el tiempo de las reuniones es insuficiente para analizar todo este material. Necesariamente se recorta y se consideran algunos episodios a estudiar en profundidad.

Con esta forma de trabajo, tanto la planificación como el estudio a posteriori de las clases es realizada en forma conjunta, entre pares. Esto constituye una novedad para los docentes, con una potencialidad que aún hoy a los docentes les resulta extraña.

### 3. PRIMERAS EXPERIENCIAS Y ALGUNAS VOCES DE LOS DOCENTES

En el caso de la Provincia de Mendoza, las escuelas convocadas a participar en el programa fueron: Esc. Escuela 4-104 S/N de Luján de Cuyo, Escuela 4-002 - Fray Luis Beltrán, Escuela 4-111 - "Ing. Pablo Nogués" de Mendoza Capital, Escuela 4-003 - Emilio Civil de Maipú, Esc. N°4-124 "Reynaldo Merín" de San Rafael, Esc. 4-018 "Gral. Manuel N. Sabio" de Malargüe, Escuela IPEM 4 – 106 - IV Brigada Aérea de Las Heras, Escuela 4-019 Santa Maria de Oro de Rivadavia.

Dada la imposibilidad de relatar cada una de las experiencias de las ocho escuelas, en el apartado siguiente se relata el trabajo en una escuela en particular donde se describen las vivencias de alumnos y profesores.

#### 3.1 Diseño de una experiencia y análisis a priori: el caso de la Escuela 4-003 "Emilio Civit" de Maipú, Mendoza.

Luego de varios encuentros de trabajo reflexivo sobre algunos temas que preocupan a los docentes en la enseñanza, se decide trabajar sobre actividades alrededor del concepto de funciones polinómicas. Se leen varias propuestas de libros de texto escolar y artículos de Enseñanza de la Matemática (Douady, 1999) que abordan el tema. Luego se decide seleccionar algunas de ellas, para así transformarlas y generar una actividad para llevar al aula.

En primer lugar se realiza el análisis de las tareas a llevar al aula (2° de Polimodal), y se construyen los primeros escritos.

Los profesores acuerdan la gestión de la clase a desarrollar: las consignas se entregarán de a una y en fotocopia, se trabajará en equipos de 4, teniendo en cuenta que son 44 alumnos.

Se prevé una primera puesta en común, al término de la Actividad 1, donde se controlan los valores obtenidos pidiendo a distintos alumnos que pasen al pizarrón y los muestren. La idea es permitir la elaboración de conjeturas a los alumnos del tipo: "cuando x es negativo f(x) es negativo y a positivo da positivo", "hay ciertos valores a partir de los cuales hay cambio en los signos".

**Primera actividad:** (El uso de calculadoras está prohibido)

Dando a x valores numéricos obtenga los valores de la siguiente expresión:

$$f(x) = \frac{1}{10}(x-2)(2x-3)(x+5)(4x+1)(1-x) \quad (1)$$

¿Son todos estos valores positivos? ¿O son todos negativos? ¿O algunos son positivos y otros negativos? Cuando tenga una duda, llame al profesor.

Se lleva adelante el análisis a priori y mientras se discute se fotografía lo realizado por los profesores. (Fig.1)



Luego se realiza una primera puesta en común en donde los alumnos escriben sus respuestas en el pizarrón y, se analizan entre todos para comprobar su validez.

Se inicia la Actividad 2 y, contrariamente a lo previsto por los profesores, los alumnos responden rápidamente y con manejo de conceptos y técnicas. Se realiza la puesta en común luego de un tiempo de trabajo y se decide continuar con la Actividad 3, que consistió en la construcción de un gráfico aproximado con la información disponible en el pizarrón. Esto último estuvo a cargo de un alumno con ayuda de todos. A continuación se proyectó la imagen del gráfico realizado en Graphmatica para poder comparar con el realizado en el pizarrón.

Los alumnos comprueban que el gráfico aproximado al que llegaron es muy parecido al realizado con medios informáticos. La profesora institucionaliza el conocimiento trabajado y pide a cada equipo que “invente” otra función de grado mayor o igual a 3 y confeccione un gráfico aproximado. Luego los alumnos pueden verificar esa aproximación con el software poniéndolo a consideración de todo el curso.

### 3.3 Análisis a-posteriori de la experiencia

Con el grupo de los docentes se comienza a observar la filmación, como se dijo, aquí radica parte de lo novedoso de esa forma de trabajo, que permite analizar, verse dando clase, ver a los alumnos, escuchar preguntas que en clase no escuchamos, observar gestos, entre otros. Están presentes el coordinador, los profesores que estuvieron en el aula y los que participaron en la génesis de la actividad pero no presenciaron la experiencia. Se pensó que esa situación podía enriquecer el análisis, dado que los que no estuvieron en el aula pueden tener preguntas e ideas sobre lo que ven, permitiendo nuevos puntos de discusión o explicación sobre los episodios transcurridos en la clase, siendo además interesante para los que sí estuvieron en la clase, ya que les permite “observarse”, siendo una situación nueva para todos.

Se ve en la filmación que el clima en el aula es natural. Hay acuerdo en pensar que la profesora acertó en indicar claramente el objetivo de las actividades y de la experiencia compartida.

Surge una idea a discutir: *¿Qué pasa si una persona ajena al diseño de la experiencia la observa? ¿Puede comprender los objetivos y la forma de trabajo? ¿Y si se para desde otro “paradigma”?* Hay profesores que opinan que puede aportar cosas desde su “desconocimiento” del diseño. La presencia de un observador “externo” puede traer aparejados aspectos positivos.

Se divide el análisis en dos momentos: observación de la filmación y análisis de las producciones escritas de los alumnos (ver figura 2). A continuación se describe el primer momento, el análisis de las producciones será tema para otra comunicación.

En el transcurso de la filmación, cada docente va haciendo aportes. Se observa que la profesora “introduce” la experiencia mencionando el trabajo en equipo que implicó y el deseo de hacer mejor las cosas para los alumnos. Los profesores sienten la necesidad de ser reconocidos en el trabajo que están haciendo dentro del equipo.

Se observa que las consignas fueron fácilmente comprendidas por los alumnos como se había previsto.

Se realizó un cambio el día anterior a la experiencia, se tenía una consigna de la actividad y es cambiada por:

**Primera actividad:** (El uso de calculadoras está prohibido)

Dando a  $x$  valores numéricos obtené los valores de la siguiente expresión:

$$f(x) = \frac{1}{10}(x-2)(x-3)(x+2)(2x+1)(1-x) \quad (3)$$

¿Son todos estos valores positivos? ¿O son todos negativos? ¿O algunos son positivos y otros negativos? (registrá tus cálculos)

Se puede observar que hay dos factores cambiados. Esto se debió a que en la prueba realizada por los docentes el día anterior a la experiencia se notó que el gráfico de la función original no mostraba la continuidad del mismo. Los profesores observan que la profesora del curso hace una aclaración respecto a la cantidad de valores numéricos a dar a la variable  $x$ , se preguntan por qué lo hace. La docente indica que tuvo “miedo” que los alumnos sólo dieran 1 o 2 valores a la variable y que eso fuera a deteriorar la discusión en la puesta en común.

The image shows handwritten mathematical work on grid paper. On the left side, there are several equations:
 
$$f(10) = -\frac{6}{5} \cdot 104 \cdot (-209)$$

$$f(-10) = -\frac{624}{5} \cdot (-209)$$

$$f(-10) = \frac{130416}{5}$$

$$f(-8) = \frac{1}{10} (-8-2)(-8-3)(-8+2)(2f(x)+1)(1+8)$$

$$f(-8) = \frac{1}{10} (-10)(-11)(-6)(-15) \cdot 9$$

$$f(-8) = -1 \cdot 66 \cdot (-135)$$

$$f(-8) = -66 \cdot (-135)$$

$$f(-8) = 8910$$
 On the right side, there are two vertical multiplication problems:
 
$$\begin{array}{r} -19 \\ 11 \\ \hline 19 \\ 19 \\ \hline 209 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 134 \\ \times 6 \\ \hline 804 \\ \times 209 \\ \hline 804 \\ 2680 \\ 2680 \\ \hline 130416 \end{array}$$

Figura 2. Producción escrita de un grupo de alumnos

Se continúa con el análisis de la filmación en la cual se ve a los grupos de alumnos discutiendo acerca de la actividad y como al consultarse sienten la necesidad de “justificar” los que dicen. Se observa que algunas dudas son consultadas a los “pares” antes que a la profesora. Los profesores expresan que el tipo de tareas propuestas provoca ese tipo de interacción. Es notoria la forma en la que trabajan los alumnos en cuanto a la prolijidad y el orden en sus hojas.

Una profesora nota que en las hojas de algunos alumnos aparece:

$$f(x) = \frac{1}{10}(2-2)(2-3)(2+2)(2+1)(1-2) \quad (4)$$

haciendo uso de la forma  $f(x)$  en lugar de  $f(2)$  que sería “lo correcto”. Se observa que no es un accionar de todos y el hecho es un detalle que no debe provocar alarma. Se plantea entre los docentes el interrogante ¿los errores de notación son necesariamente sinónimo de desconocimiento de conceptos?. Dando lugar a una nueva construcción de saberes didácticos. En la filmación también se observa que la profesora “devuelve” los interrogantes que algunos alumnos hacen, a los profesores que observan les parece muy buena la intervención (“generalmente tendemos a contestarle nosotros!!!”, afirman algunos) pues logra que la discusión que se daba entre los alumnos siga adelante.

En la primera puesta en común, son varios los grupos que pasan al pizarrón, los profesores expresan que esta decisión facilita la validación por la variedad de valores tomados por cada grupo. Se analiza también la conjetura que realizaron los profesores en el análisis a priori, en la cual se suponía que los alumnos iban a tender a probar con valores “habituales” para ellos (-2, -1, 0, 1, 2) pero resultó que aparecieron otros muchos valores. Una profesora lo atribuye a que los alumnos “se dieron cuenta” que había algo con las raíces. Efectivamente se escucha a algunos grupos hablar de “raíces” en la primera actividad que no dice nada al respecto.

También es motivo de análisis una parte de la experiencia donde la profesora del curso revisa con los chicos las cuentas hechas por ellos y esa revisión se va haciendo “a mano”, respetando

la consigna que especifica el NO uso de calculadora, si la profesora hubiera tenido una hoja con las respuestas al revisar se hubiera perdido una instancia de discusión. La profesora trabaja CON los alumnos en lugar de PARA los alumnos en esa forma de gestionar la clase. Un detalle de interés fue observar que el grupo de alumnos con los que se realizó la experiencia tuvo menos problemas que los alumnos que relata la investigación analizada por los docentes en los encuentros previos.

El grupo de profesores también se pregunta ¿en qué influye el uso o no de la calculadora?, la profesora del curso toma la palabra y dice: *“si tenemos en cuenta la actividad que íbamos a hacer a continuación, podemos entender que al pedirles no usar calculadora estábamos buscando que ellos intuyeran... necesitaran... buscaran... formas más eficientes de responder. El hacer tantas cuentas podía ayudar”*. El grupo coincide con esta afirmación, ya que en la filmación hay varios grupos intentando, ya en la primera actividad, buscar formas algo más “económicas” de resolver lo solicitado.

Otra profesora piensa que el tema de prohibir el uso de la calculadora también permitió a los alumnos darse cuenta que había un paréntesis capaz de cambiar el signo de la función. La calculadora al resolver todo de una vez no permitiría notar ese detalle. En conclusión, el trabajo matemático que promovió el NO uso de la calculadora fue más rico que si se hubiera permitido.

Una profesora reflexiona que quizás hubiera sido interesante consultar a los alumnos acerca del uso de la calculadora. Ella proponía preguntarles: *“si hubieras usado la calculadora ¿hubiese sido mejor?”*. La idea es que se podría haber reflexionado junto a ellos respecto del uso de tecnología en clase de matemática.

En el video aparece una situación en la que la profesora le habla a todo el curso y pone en común una idea de uno de los grupos, a continuación se transcribe el diálogo:

*P: a ver, ellos dicen que se dieron cuenta de que la función era de grado impar. ¿De dónde pudieron sacar eso? De grado 5 dicen ellos.*

*A1: x por x por x por x por x*

*A2: tiene 5 raíces*

*A3: porque está así.... factorizado!*

En este diálogo se observa cómo los alumnos van proponiendo conjeturas y son ellos mismos los que se responden, algunos mostrando su primera intuición cuando dicen *“x por x por...”* y otros contestando *“si se ve fácilmente por la forma en que está factorizado”*, la comunicación de sus ideas les permite validar sus conjeturas.

Luego de la puesta en común, se les proporciona a los alumnos la segunda actividad:

**Segunda actividad:** (El uso de calculadoras está prohibido)

Encuentra una manera que te permita decidir confiable y rápidamente si la expresión de la actividad anterior es  $< 0$  o  $> 0$  cuando la profesora de un valor a  $x$ .

Solamente una respuesta será aceptada. El cálculo de la expresión no será permitido (es demasiado largo!!).

Cuando creas que tienen un método llama a la profesora.

La profesora da sólo 10 minutos para la Actividad 2, se le pregunta por qué daba tan poco tiempo siendo que se había sospechado, en el análisis a priori, que la segunda actividad podía resultarle de mayor dificultad a los alumnos. Ella responde que pensaba en lo que quedaba de tiempo (en primer lugar) y que ya había visto a algunos grupos “sospechando” maneras más eficientes de conocer el signo de la función.

Surgen algunas ideas sobre cómo implementarlo en otra oportunidad, bajo qué condiciones se puede hacer, qué cuestiones mantener invariantes y cuáles modificar, sin saber los profesores se plantean cuestiones que la didáctica de la matemática trata como es la reproductibilidad de situaciones, se vuelve a mostrar la construcción de saberes didácticos en el grupo.

Una profesora recuerda que cuando se diseñaba la experiencia se había acordado no escribir la leyenda “*cuando creas que tienen un método llama a la profesora*” pero ve que en la actividad sí aparece. Los profesores le explican que lo colocaron porque es muy común que los alumnos llamen al profesor al intentar respuestas para “ver si esta bien”. Y la intención era que los alumnos lo pensarán, lo discutirán y al tener alguna propuesta ya armada recién allí llamarán para contarla.

Se observa también en la filmación que ante la consulta de un alumno acerca de si “*era necesario simplificar*” una expresión numérica fraccionaria la profesora le contesta: “*no importa el valor numérico*”. Se analiza con los profesores que sería mejor devolver esa pregunta a los alumnos tratando de que sean ellos los que entiendan la necesidad o no de los valores numéricos en la actividad.

Se ve en la filmación las distintas propuestas de los equipos y el intento de verificación para lograr las conclusiones más ajustadas.

La profesora los lleva a escribir las conclusiones en forma de intervalos (que ellos conocen) y van quedando escritos en el pizarrón.

Otro de los aspectos que surge en el análisis de las producciones es que la “notación” aparece como una cierta necesidad del problema. El tema del lenguaje y la notación correctos ha sido tema de discusión muchas veces en el equipo docente.

Los profesores también concluyen que lo escrito en el pizarrón es como la “cocina” del conocimiento, la “notación” y los conocimientos transitorios que aparecen en plena producción de conocimientos dejan a las formas de escritura en un segundo plano.

Una profesora consulta si en la puesta en común se escribe todo lo que le dicen los alumnos o sólo las cosas correctas. Era una pregunta ya instalada en el grupo, el de permitir todo tipo de propuestas de solución y dejar para la discusión grupal la validación de dichas propuestas.

Se observa que hay equipos de alumnos que encuentran “reglas” y otros que encuentran “excepciones” a dichas reglas. Se ve un buen trabajo matemático.

Se reflexiona acerca de que los chicos aprenden más cuando son ellos los que piensan, conjeturan, validan; que cuando son los profesores los que hacen todo.

Otro punto que entró nuevamente en discusión fue sobre “re-diseños” necesarios para enfrentar a otros grupos. *¿Qué se entiende por re-diseño? ¿Cuáles son las cosas que se deben re-diseñar? ¿Sólo las consignas de la actividad?, o también se puede re-diseñar la gestión de la clase.* Hay profesores que creen que las cuestiones de gestión de la clase no se diseñan sino que “van saliendo solas”. Otros sostienen que todo se puede pensar en las instancias de diseño.

Se puede ver en estas intervenciones de los docentes, cómo van evolucionando en relación a su práctica diaria, cómo las decisiones que se van tomando en una clase pueden pensarse a priori, en definitiva cómo van construyendo conocimiento didáctico en el “hacer” diario.

Siguiendo con el análisis de la filmación, se observa a un grupo indicando que en un intervalo hay “excepciones” queriendo indicar que dentro de él hay valores especiales (las raíces). Esto muestra a los profesores que los alumnos son capaces de descubrir cuestiones matemáticas, que pasan a ser ellos quienes sacan las conclusiones con la guía del profesor.

Al observar la construcción del gráfico aparecen estas cuestiones en el equipo: se observa en un alumno dudas que son lógicas de esperar: se sabe que en cierto lugar la función es negativa y el alumno (que también lo sabe) se ve dudoso al intentar dibujar (¿para abajo como?). La profesora le ayuda a entender que nadie sabe, en principio, de qué forma es la gráfica exactamente. De modo que el alumno decide dibujar una línea hacia abajo con cierta timidez. Este gesto muestra lo “transitorio” del conocimiento que se está produciendo. Los docentes reflexionan sobre el “conocimiento provisional” propio de la “construcción” de saberes.

La docente del curso va guiando el trabajo hacia mayores niveles de “precisión” pidiendo valores intermedios entre los ya conocidos. Se considera que esa guía docente es de sumo interés ya que sin ella el trabajo puede volverse inútil y mucho más arduo. Los docentes se preguntan *¿hasta donde la guía docente “interfiere” los conocimientos de los alumnos?*,

*¿cuál es la medida de la “ayuda necesaria”?*. Se observa nuevamente como emerge la reflexión sobre su propia práctica y cómo van elaborando ideas a partir de esa posición.

A medida que va transcurriendo la puesta en común cada vez más alumnos participan y acuerdan en los intervalos que faltan.

La puesta en común termina mostrando el gráfico hecho en Graphmatica al lado del que quedó hecho en el pizarrón. Hay gran sorpresa en los chicos y en también en los profesores que no habían participado en la puesta en acto de la experiencia y observaban el video.

Esta sorpresa en realidad muestra que ni los alumnos se creían capaces de poder “hacer” ni los profesores creían que sus alumnos pudieran producir matemática en el aula. Esto nuevamente se transforma en un logro para el proyecto, ya que lo que se lee en las investigaciones en didáctica de la matemática no son sólo cuestiones teóricas sino que también se pueden ver reflejadas en el aula.

Se escriben las conclusiones finales de la clase a modo de cierre. Como sobró algo de tiempo la profesora les propone a los chicos una nueva actividad consistente en “inventar” una nueva función y obtener su gráfica aproximada.

Es notorio resaltar como los docentes producen conocimiento didáctico en cada una de las etapas de esta experiencia. Primero en el estudio de libros de texto escolar y en artículos de investigación en Enseñanza de la Matemática, luego en la reescritura de las actividades a llevar al aula en función de su experiencia docente y de las lecturas realizadas. En tercer lugar el cambio en la gestión de la clase de los docentes participantes y por último, en el análisis a posteriori de la puesta en el aula. En esta última etapa se observa en cada diálogo, en cada pregunta que plantean, al docente como constructor del conocimiento didáctico.

#### **4. OTRAS ACCIONES IMPLEMENTADAS EN EL MARCO DEL PROGRAMA**

Además de los encuentros periódicos (cada quince días) en las escuelas, se realizaron otras acciones que apuntan a la construcción colectiva de saberes, entre ellas podemos citar:

- Encuentro Regional en San Rafael-Mendoza, al cual asistieron la mayor parte de los docentes de las escuelas de Mendoza y Neuquén (aproximadamente 100 docentes), el eje fue el uso de la calculadora en el aula (octubre de 2010). En el encuentro se presentaron los grupos de las escuelas y los equipos docentes contaron sus experiencias sobre la utilización de la calculadora como una herramienta o como un obstáculo para el aprendizaje de los alumnos. Se trabajaron distintas actividades en las cuales se propiciaba el uso de la calculadora, haciendo un debate y análisis sobre su potencialidad, dificultades a la hora de llevarlas al aula, nociones matemáticas involucradas, ventajas/desventajas que tiene trabajar con calculadora o sin calculadora en clase de matemáticas, gestión de la clase, manejo de variables didácticas en las tareas para hacer que la calculadora sea una herramienta, entre otras. En este encuentro la Fundación YPF le hizo entrega a cada docente de una calculadora científica.
- Video Conferencia entre docentes de una escuela de Mendoza y una escuela de Neuquén (9 docentes incluidos los coordinadores de las escuelas), en donde los docentes intercambiaron ideas, perspectivas, inconvenientes y potencialidades del uso del software Geogebra (julio de 2011). Se presentaron los equipos y se contaron experiencias personales y de aula en el uso de Netbooks y Geogebra. Los docentes plantearon interrogantes en relación a: la implementación y uso de netbooks en el aula de matemática, uso de Geogebra como herramienta de trabajo y como “elemento de visualización”. Se consideró la necesidad de una decisión institucional para que todos los docentes de matemática de una misma escuela fueran introduciendo a sus alumnos en el uso del software si se pretende el uso como herramienta, siendo además necesaria la preparación de archivos y tareas para incentivar conjeturas y conclusiones. Se analizaron variables didácticas como el tipo de gráficas, qué dejar ver y qué no, el uso de deslizadores, el tipo de tareas, el gerenciamiento de la clase, entre otros. El encuentro dio inicio a la creación de un espacio de colaboración entre equipos que muestran

las mismas inquietudes (más allá de las realidades de cada escuela) y que tienen el mismo norte: que los alumnos aprendan y logren apropiarse de las nociones matemáticas involucradas en las diversas situaciones.

- A cada docente que participa en el programa se le entregó material bibliográfico referido al rol del alumno y del docente en la clase de matemática (Sadovsky, 2005), (GCBA- SE, 2000), estudios didácticos sobre distintos conceptos (Giuliani y Segal, 2008), la enseñanza de algunos tópicos en especial (fracciones, algebra, geometría, decimales) (Sessa, 2005), (Itzcovich, 2006), (MEGCBA, 2006), el rol de problema en la construcción de conceptos matemáticos (Panizza & Sadovsky, 1994), entre otros.
- Entrega de un laboratorio móvil (uno por escuela integrante del programa) conteniendo: cinco notebook, un equipo multimedia de proyección, una impresora, treinta calculadoras científicas, treinta set de geometría, material para trabajar geometría plana, un generador de cónicas (para trabajar geometría en el espacio) y un set de cuerpos geométricos. Se analizó y aprendió a usar en cada equipo el material generándose, en algunos casos, actividades para su utilización.

Por otro lado, y apuntando a un objetivo específico del Proyecto, se ofreció a los docentes y coordinadores el curso *Introducción al manejo del software de geometría dinámica Geogebra*, dictado por profesores de la Universidad San Martín, el cual tuvo como principal objetivo el fortalecimiento del uso de nuevas tecnologías en el aula (septiembre de 2011). Los objetivos generales del curso fueron: comprender conceptual y operativamente el empleo del Geogebra como mediador pedagógico para realizar construcciones geométricas y para resolver problemas que involucren un tratamiento funcional y/o algebraico; reflexionar sobre los cambios en las concepciones y enfoques, tanto del aprendizaje como de la enseñanza en matemática con la utilización de las TICs; la revalorización del empleo de la exploración y la visualización, como paso previo a la justificación y, cómo ambas actividades se potencian mediante el uso de un software de geometría dinámica; analizar el potencial de un software de geometría dinámica en los procesos que se centralizan en la búsqueda de distintas formas de resolver un problema y, en la búsqueda de significados y conexiones en el estudio de contenidos matemáticos determinados; generar materiales didácticos digitales a través de la creación de Applets, empleando el Geogebra. El curso se dividió en dos partes, en la primera parte se trató el uso de Geogebra desde el modelo de geometría euclídea y como software para la resolución de problemas geométrico-algebraicos; y en la segunda parte cómo se puede usar el software para el tratamiento de funciones matemáticas.

Como corolario del curso, los docentes vieron la potencialidad del uso de simuladores para la enseñanza a través de las nuevas tecnologías, lo que dio inicio al uso en el aula de la Netbook. En algunas escuelas se plantearon actividades con el uso de Geogebra que fueron llevadas al aula a fines del año 2011. El resultado de estas experiencias serán relatadas en una próxima comunicación.

## **5. ALGUNOS ELEMENTOS PARA UN PRIMER BALANCE**

Se elaboraron algunos criterios de autoevaluación que abarcaron diferentes dimensiones entre los que se pueden citar: la constitución de grupos de trabajo, su permanencia a través del tiempo, la incorporación de nuevos docentes y algunas deserciones producidas. Otros elementos a considerar fueron la evolución cualitativa, que implica el desarrollo logrado por los profesores de manera tanto individual como grupal respecto a la perspectiva de los aportes que puede hacer la didáctica de la matemática a la clase.

También se tomó en cuenta las diferentes “etapas” por las que fue pasando el grupo: indiferencia, reflexión, estudio, producción, experimentación. Las producciones logradas por el equipo y los “cambios” en las producciones de los alumnos también fueron elementos analizados donde emergieron interesantes aportes. La dimensión cuantitativa también tuvo su lugar en esta mirada al interior de los grupos al considerar el número de docentes que asistían

por escuela, cantidad de asistentes a los diferentes cursos propuestos por la Fundación, entre otros.

Otro aspecto a considerar fue la evolución producida en relación a la disposición y compromiso manifestado por los directivos de escuelas con el programa, la disponibilidad que brinda la institución de tiempos, espacios, difusión, recursos, entre otros.

El programa también contó con una evaluación externa, solicitada por la Fundación YPF al Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación (sede regional Bs. As)-Organización de la Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (IPE-UNESCO). El mismo en su versión preliminar de noviembre de 2011 dio cuenta de los resultados y logros obtenidos por el programa. En síntesis son:

*(...) la propuesta pedagógica del área cuenta con un alto grado de aceptación de parte de los distintos actores (directores, docentes y directores de áreas provinciales) por su orientación hacia una didáctica innovadora de la matemática, por la posibilidad de incorporar nuevas dinámicas en el aula y por la calidad de sus capacitadores. Su modalidad organizativa privilegia un trabajo grupal que es muy valorado y facilita el seguimiento de los avances y dificultades en las distintas provincias así como el intercambio periódico de experiencias a través de encuentros regionales. (IPE-UNESCO, 2011)*

En relación con las dificultades y problemáticas halladas

*(...) puede decirse que a pesar de manifestar esta fuerte comprensión y apropiación de la propuesta, varios docentes y directivos consideran que su impacto real es a largo plazo y en tal sentido, aún no logran observar grandes modificaciones en su práctica cotidiana.*

*(...) las principales dificultades encontradas en las escuelas se vinculan con problemas institucionales de disponibilidad horaria de los docentes y de disponibilidad de espacio para las reuniones. Mientras que estos últimos se fueron resolviendo en general sobre la marcha, dependiendo de la predisposición de los directivos de los establecimientos, los primeros estuvieron supeditados a los acuerdos logrados con las autoridades provinciales. (IPE-UNESCO, 2011).*

## 6. REFLEXIONES FINALES

La mayoría de los docentes participantes del programa expresan que van logrando esa reflexión necesaria sobre cuál es el trabajo matemático que se quiere que el alumno haga en el aula, qué lugar tienen los saberes previos, por qué a veces esos saberes previos son un obstáculo para el aprendizaje de los alumnos, la potencialidad del trabajo conjunto, la gestión de la clase, la posibilidad de preguntarse cuestiones ya dadas por sabidas y supuestas, en definitiva el aprender a pensar la clase de matemática.

Y por otro lado, como partícipes de esta capacitación se debe resaltar el gran aprendizaje personal alcanzado en el desarrollo de la propuesta, tanto sea el que deviene de la experiencia de aprendizaje de los grupos de profesores que posibilitó un crecimiento didáctico *in situ*, como el proveniente del apoyo brindado por los coordinadores generales, y directoras de proyecto.

Es importante señalar este último hecho ya que tanto la Dra. Patricia Sadovsky, directora hasta el año pasado, y la Dra. Carmen Sessa, directora actual, desde el comienzo de la propuesta, han ayudado a realizar un *tránsito flexible* entre una didáctica teórica y otra que emerge de los grupos de trabajo con profesores y de algunas aulas mendocinas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOUADY, R. 1999. *Relation Function/al algebra: an example in high school (age 15-16)*. European Research in Mathematics Education I: Group 1, pp. 113-124.

- Fundación YPF. SADOVSKY, P. y SESSA, C. 2009. *Programa de Fortalecimiento de Escuelas Técnicas “Una escuela hacia el futuro”*. Área Matemática. Disponible en: <http://www.fundacionypf.org>
- Fundación YPF. 2010. *Aportes para el Foro Educativo Neuquino*. Documento interno.
- Fundación YPF. 2010. *La educación técnica y la formación profesional: debates y tendencias en el mundo hoy*. Documento interno.
- GIULIANI, D. y SEGAL, S. 2008. *Modelización matemática en el aula: Posibilidades y necesidades*. (Libros del Zorzal. Buenos Aires).
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires- SE. 2000. Apoyo a los alumnos de primer año en los inicios del nivel Medio. La formación de los alumnos como estudiantes. Estudiar Matemática.
- Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (IIEP-UNESCO). 2011. Informe (preliminar) Evaluativo de la línea de acción “Una escuela hacia el futuro” del Programa de Fortalecimiento de la Educación Técnico Profesional de la Fundación YPF.
- ITZCOVICH, H. 2006. *Iniciación al estudio didáctico de la Geometría*. (Libros del Zorzal. Buenos Aires).
- Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de BS. AS. (MEGCBA). 2006. *Matemática. Números Racionales*. (Ministerio de Educación de la Ciudad de Buenos Aires. Buenos Aires).
- PANIZZA, M. y SADOVSKY, P. 1994. *El papel del problema en la construcción de conceptos matemáticos*. FLACSO- Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe.
- SADOVSKY, P. 2005. *Enseñar Matemática hoy*. (Libros del Zorzal. Buenos Aires).
- SADOVSKY, P. y SESSA, C. 2011. Más inclusión, con calidad. Mejorar la retención de chicos en los primeros años. Mejorar la Calidad del aprendizaje entre todos. Fundación YPF. Documento interno.
- SESSA, C. (2005). *Iniciación al estudio didáctico del Álgebra*. (Libros del Zorzal. Buenos Aires).