APORTES DESDE UNA INVESTIGACION EN EL CONTEXTO DE LA FORMACION DEL PROFESORADO

María Beatríz Bouciguez, Liliana Irassar, María Cristina Modarelli, María Rosa Nolasco y María de las Mercedes Suárez
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires Argentina
cmodarel@fio.unicen.edu.ar, msuarez@fio.unicen.edu.ar

Resumen. En este trabajo se exhibe el análisis de las respuestas a un cuestionario administrado en el marco del Curso de Capacitación "El software libre en el aula de matemática". La instrumentación de dicho curso responde al objetivo *Generar espacios de formación e innovación para los docentes del Nivel Secundario a fin de optimizar las prácticas pedagógicas en beneficio del procesos de enseñanza y de aprendizaje* correspondiente al Proyecto de Investigación: "Articulación escuela secundaria-universidad: análisis de aspectos disciplinares, vocacionales y discursivo-comunicativos en los estudiantes de la FIO". Dicho proyecto está acreditado por el Programa de Incentivos de la SPU. El curso se formuló atendiendo a la incorporación de las netbook en las Escuelas Secundarias de la Provincia de Buenos Aires en Argentina y al hecho de que los profesores enfrentan dificultades para utilizar las nuevas tecnologías en las aulas, entre otros aspectos.
Palabras clave: formación continua, aulas con netbook
Abstract. This paper shows the analysis of the answers to a questionnaire which was provided within the framework of a Training Course called "Free software in maths class". The building up of the course aims to produce spaces of formation and innovation for High school teachers in order to improve pedagogical practices that benefit the teaching-learning process that belong to the Research Project: "Articulation of secondary school and university: analysis of disciplinary, vocational and discursive-communicative aspects in students at Facultad de Ingeniería de Olavarría".This project is already accredited by the Programme of Incentives of the SPU. The course was formulated in response to the provision of netbooks for High Schools of Provincia de Buenos Aires and to the fact that, among other aspects, teachers afford difficulties at the moment of using new technologies in the classroom.
Key words: continuous training, classrooms with netbooks

Introducción

Considerando que desde la Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires (DGCyE) se han determinado las Orientaciones para la presentación de Cursos de Capacitación y las mismas deben contemplar: *"La planificación de la enseñanza de las matemáticas en el marco de las definiciones del Diseño Curricular. El problema de la evaluación en el área. Los contenidos matemáticos: profundización de los contenidos del área y análisis didáctico, las condiciones de trabajo en las aulas, los tipos de problemas, la intervención del docente y la participación de los alumnos en los distintos años y ciclos*" desde el Proyecto de Investigación: "Articulación escuela secundaria-universidad: análisis de aspectos disciplinares, vocacionales y discursivo-comunicativos en los estudiantes de la FIO" se formuló la propuesta "El software libre en el aula de matemática" atendiendo estas recomendaciones.

Este trabajo consiste en el análisis de las respuestas producidas en la administración de un cuestionario en el marco del antes mencionado Curso el cual contó con puntaje asignado por la DGCyE mediante Resolución N° 5812-0087644/10 y se dictó en la Facultad de Ingeniería (FIO) de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) en el año 2011.

Esta capacitación estuvo a cargo de docentes de la FIO integrantes del Núcleo de Actividades Científico Tecnológicas (NACT) denominado GIASU (Grupo de Investigación en Articulación Secundaria Universidad), grupo que lleva a cabo como una de sus líneas de trabajo el Proyecto de Investigación ya citado acreditado por el Programa de Incentivos de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación de la Nación.

La instrumentación de este tipo de tareas viene a cumplimentar uno de los objetivos de dicho proyecto: *Generar espacios de formación, capacitación e innovación permanente para los docentes del Nivel Secundario y Superior; a fin de optimizar las prácticas pedagógicas y promover el análisis de las tareas docentes en beneficio de los procesos de enseñanza y de aprendizaje*; el cual será retomado y recreado en el Proyecto *Escuela secundaria-universidad: su articulación y la formación docente. Análisis de aspectos vocacionales y disciplinares en matemáticas en los estudiantes de la FIO*.

Como ya se dijo se exhibe el análisis e interpretación del cuestionario que fue respondido por los profesores asistentes, todos a cargo de asignaturas de Matemática en Escuelas Secundarias de Olavarría y zona.

Para la elaboración de la propuesta se utilizaron resultados provistos desde los proyectos de investigación que el GIASU ha venido desarrollando. También fueron insumos las encuestas administradas, en el marco de dichos proyectos y en cursos de capacitación y actualización realizados, a los docentes que dictan matemática en Olavarría y zona de influencia de la FIO; los mismos manifiestan como *necesidades*:

- revisión de contenidos disciplinares,
- gestión de la actitud del estudiante frente a las matemáticas,
- eficacia de métodos y técnicas empleados en la enseñanza de la matemática,
- necesidad de asesoramiento para la enseñanza de la matemática con TIC´s.

En este escenario, el nombre del curso no sólo actuó como excusa para convocar a los docentes sino también para validar nuestro interés investigativo en relevar sus prácticas. Los profesores enfrentan dificultades para utilizar las nuevas tecnologías pese a que constituyen una alternativa para enfrentar el desinterés de los estudiantes. El carácter de esas dificultades pone también de manifiesto cuestiones conceptuales en las que un uso adecuado de la netbook puede favorecer la intervención del docente en el proceso, especialmente para que los alumnos establezcan el "lazo" entre las nociones puestas en juego como *instrumento* y las mismas nociones consideradas como *objeto matemático.*

Estado del arte

La formación de los docentes debería jerarquizar la búsqueda de ejes de articulación e integración entre contenidos y métodos, conocimientos y procedimientos, saberes científicos y saberes pedagógicos. Es indispensable que los profesores revisen en el aula sus creencias y concepciones de carácter epistemológico y didáctico, puesto que influyen en el abordaje de las estructuras curriculares y en su práctica docente.

Si se acepta que una pieza clave en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las matemáticas, es el docente y si se consideran circunstancias tales como el excesivo número de alumnos por grupo, los diferentes sistemas de evaluación en las distintas instituciones, las deficiencias de los programas, la falta de oportunidades de los profesores para su superación profesional, la carencia de motivación de los alumnos, entre otras da como resultado, tanto una preparación de los alumnos por debajo de lo esperado como insatisfacción de los profesores con respecto a su labor.

Desde nuestro rol como investigadores del núcleo GIASU considerando el carácter de "observatorio" del mismo a nivel regional respecto de las problemáticas que involucran el acceso y la afiliación de los alumnos a los estudios superiores, entendemos que esta propuesta contribuyó a articular el trabajo investigativo con el campo profesional de los docentes de secundaria ya que constituyó una acción concreta de transferencia y formación docente dirigida a la comunidad en la que la FIO se inserta. Asimismo se considera que la formación continua del docente de matemática realizada de manera sistemática contribuiría a subsanar, en parte, las situaciones descriptas. Fornacier (1983) considera que una condición necesaria para enseñar matemática es saber matemática y establece una serie de aspectos que deberían estar presentes en la formación de los docentes:

1. Habilidad para detectar los elementos matematizables en las situaciones reales, en otras disciplinas y en el medio ambiente.

2. Conciencia de aquellos hábitos, valores, y actitudes que pueden ser cultivadas en la educación, particularmente dentro de la componente matemática de la misma.

3. Susceptibilidad para captar la naturaleza del estudiante: su experiencia previa, sus necesidades, sus percepciones, sus formas de aprendizaje, sus capacidades.

4. Familiaridad con técnicas de enseñanza a las que pueda recurrir para hacer frente a condiciones diversas.

5. Creatividad didáctica e inventiva para innovar.

Para favorecer los aprendizajes y el desarrollo del pensamiento conceptual es fundamental que los alumnos lleguen a articular diferentes representaciones semióticas; para lo cual es necesario enfrentarlos a suficientes problemas de traslados entre las distintas representaciones semióticas que admite la noción matemática objeto del aprendizaje focalizado. Duval (1996) plantea dos interrogantes claves en relación con el aprendizaje: ¿cómo aprender a no confundir un objeto con la representación que se hace de él? y ¿cómo aprender a cambiar de registro? El objeto matemático representado no debe confundirse con su representación: la ecuación de una parábola y el gráfico de dicha curva se refieren al mismo objeto matemático, pero no dan cuenta de las mismas propiedades del objeto.

Chevallard (1989, citado por D'Amore, 2005) expone que un objeto matemático es un emergente de un sistema en donde se manipulan objetos materiales. Si bien estos se descomponen en diferentes registros semióticos: *registro oral*, *registro gestual* o *registro de escritura* se puede afirmar que, en esta acepción, ya no tiene interés la noción de significado de un objeto matemático sino la relación que se entabla con él. Un objeto matemático es invariante respecto de todas sus representaciones.

En matemática se utilizan numerosos registros de expresión y representación: registro del lenguaje natural, gráfico, figurativo (incluye dibujos), tablas de escritura para los números, etc.:

> Es indudable el valor cognitivo que comportan las actividades de articulación entre registros. Ahora bien, en torno a un procedimiento de resolución de sistemas de ecuaciones, una verdadera articulación debería permitir explicar, vía tratamiento en un determinado registro, los distintos pasos del procedimiento desplegado en el otro. Si en cambio, la conversión al registro de gráficos cartesianos está al servicio de trasladar la información que se obtiene para dar significado al estado final de un procedimiento algebraico, el tratamiento algebraico no llega a ser explicado en tanto procedimiento de resolución y más que una articulación de registros podríamos decir que el tratamiento en un registro se ofrece a cambio de otro. (Sessa, C. y Cambriglia, V. 2007, p.21)

Los diferentes softwares usados con criterios adecuados deben constituirse en un *aliado* que permita apropiarse de una gama de heurísticas para realizar un mejor control de la actividad y de los resultados. Es pertinente no restringir su uso a aspectos técnicos y de cálculo para así contribuir a poner en juego los conceptos y específicamente con GeoGebra se destaca la importancia de poder trabajar simultáneamente sobre tres registros de representación semiótica: numérico, algebraico y gráfico.

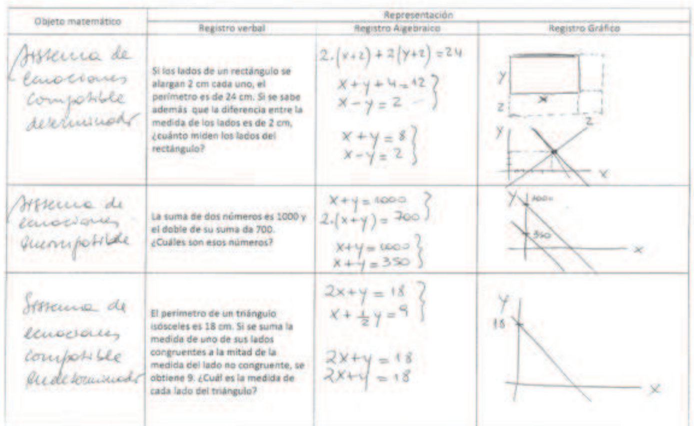
Frecuentemente los profesores observan que la adquisición del conocimiento matemático no introduce a los estudiantes en las formas del pensamiento matemático, como por ejemplo, la habilidad para cambiar el registro de representación pero correspondientemente numerosos estudios, dan cuenta de que algunos profesores exhiben dificultades similares a las detectadas en los estudiantes.

Análisis de las producciones

El cuestionario consistió en, dados tres sistemas de ecuaciones lineales en su registro verbal, realizar la conversión a los restantes registros de representación e identificar el objeto matemático.

Algunas de las veinticuatro producciones de los docentes se exhiben a continuación:

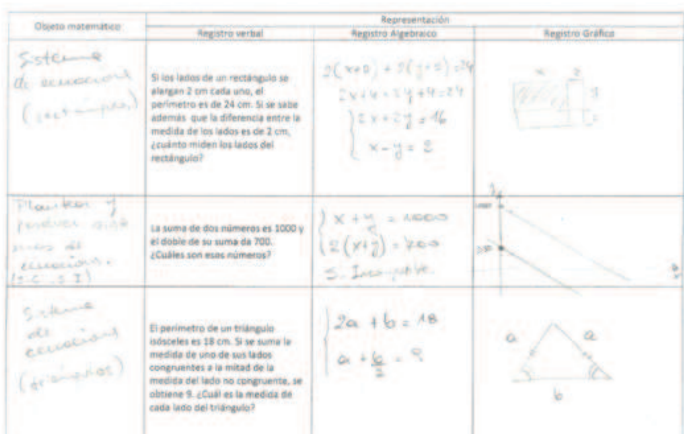
DOCENTE 1



Objeto matemático	Representación		
	Registro verbal	Registro Algebraico	Registro Gráfico
Sistema de ecuaciones compatible determinado	Si los lados de un rectángulo se alargan 2 cm cada uno, el perímetro es de 24 cm. Si se sabe además que la diferencia entre la medida de los lados es de 2 cm, ¿cuánto miden los lados del rectángulo?	$2.(x+2)+2(y+2)=24$ $x+y+4=12$, $x-y=2$ $x+y=8$, $x-y=2$	
Sistema de ecuaciones incompatible	La suma de dos números es 1000 y el doble de su suma da 700. ¿Cuáles son esos números?	$x+y=1000$, $2.(x+y)=700$ $x+y=1000$, $x+y=350$	
Sistema de ecuaciones compatible indeterminado	El perímetro de un triángulo isósceles es 18 cm. Si se suma la medida de uno de sus lados congruentes a la mitad de la medida del lado no congruente, se obtiene 9. ¿Cuál es la medida de cada lado del triángulo?	$2x+y=18$, $x+\frac{1}{2}y=9$ $2x+y=18$, $2x+y=18$	

Identifica correctamente el objeto matemático; en el registro algebraico realiza también el tratamiento e incorpora el registro figurativo en el caso del primer problema en la columna del registro gráfico.

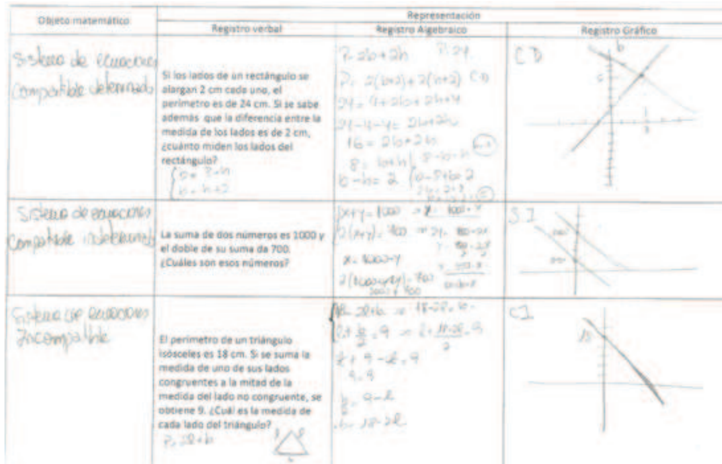
DOCENTE 2



Objeto matemático	Representación		
	Registro verbal	Registro Algebraico	Registro Gráfico
Sistema de ecuaciones (rectángulos)	Si los lados de un rectángulo se alargan 2 cm cada uno, el perímetro es de 24 cm. Si se sabe además que la diferencia entre la medida de los lados es de 2 cm, ¿cuánto miden los lados del rectángulo?	$2(x+2)+2(y+2)=24$ $2x+4+2y+4=24$ $2x+2y=16$, $x-y=2$	
Plantear y resolver sistemas de ecuaciones. (S.C. S.I.)	La suma de dos números es 1000 y el doble de su suma da 700. ¿Cuáles son esos números?	$x+y=1000$, $2(x+y)=700$ S. Incompatible	
Sistema de ecuaciones (triángulos)	El perímetro de un triángulo isósceles es 18 cm. Si se suma la medida de uno de sus lados congruentes a la mitad de la medida del lado no congruente, se obtiene 9. ¿Cuál es la medida de cada lado del triángulo?	$2a+b=18$, $a+\frac{b}{2}=9$	

No identifica correctamente el objeto matemático y agrega contenidos. El registro algebraico está correcto. En la columna del registro gráfico incorpora el registro figurativo.

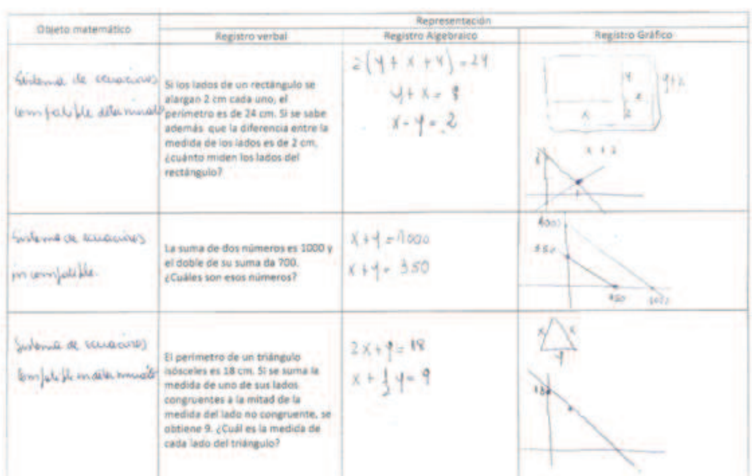
DOCENTE 3



Objeto matemático	Representación		
	Registro verbal	Registro Algebraico	Registro Gráfico
Sistema de ecuaciones compatible determinado	Si los lados de un rectángulo se alargan 2 cm cada uno, el perímetro es de 24 cm. Si se sabe además que la diferencia entre la medida de los lados es de 2 cm, ¿cuánto miden los lados del rectángulo?	[illegible]	CD
Sistema de ecuaciones compatible indeterminado	La suma de dos números es 1000 y el doble de su suma da 700. ¿Cuáles son esos números?	[illegible]	SI
Sistema de ecuaciones incompatible	El perímetro de un triángulo isósceles es 18 cm. Si se suma la medida de uno de sus lados congruentes a la mitad de la medida del lado no congruente, se obtiene 9. ¿Cuál es la medida de cada lado del triángulo?	[illegible]	CI

Identifica correctamente uno solo de los objetos matemáticos, no agrega contenidos y si bien el registro gráfico estaría correcto no se corresponde con las otras columnas. En el registro algebraico incorpora el tratamiento también.

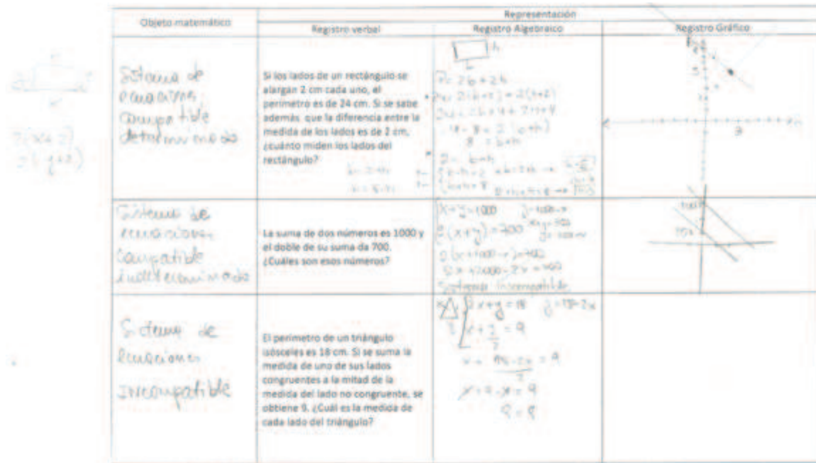
DOCENTE 4



Objeto matemático	Representación		
	Registro verbal	Registro Algebraico	Registro Gráfico
Sistema de ecuaciones compatible determinado	Si los lados de un rectángulo se alargan 2 cm cada uno, el perímetro es de 24 cm. Si se sabe además que la diferencia entre la medida de los lados es de 2 cm, ¿cuánto miden los lados del rectángulo?	$2(y+x+y)=24$ $y+x=8$ $x-y=2$	
Sistema de ecuaciones incompatible	La suma de dos números es 1000 y el doble de su suma da 700. ¿Cuáles son esos números?	$x+y=1000$ $x+y=350$	
Sistema de ecuaciones compatible indeterminado	El perímetro de un triángulo isósceles es 18 cm. Si se suma la medida de uno de sus lados congruentes a la mitad de la medida del lado no congruente, se obtiene 9. ¿Cuál es la medida de cada lado del triángulo?	$2x+y=18$ $x+\frac{1}{2}y=9$	

Identifica correctamente el objeto matemático y convierte adecuadamente al registro algebraico. En el registro gráfico agrega lo figurativo.

DOCENTE 5



Identifica correctamente el objeto matemático del primer problema. En el registro algebraico realiza también el tratamiento e incorpora el registro figurativo en esa columna. Si bien no agrega contenidos hay una figura fuera de la tabla. El registro gráfico no se corresponde con las otras columnas y está incompleto.

Se exhibe a continuación un resumen que muestra el tipo de identificación realizado:

Problema 1											
Objeto matemático				Registro algebraico				Registro gráfico			
IC	IM	NI	NR	IC	IM	NI	NR	IC	IM	NI	NR
4	4	14	2	2	13	9	0	6	13	5	0
Problema 2											
Objeto matemático				Registro algebraico				Registro gráfico			
IC	IM	NI	NR	IC	IM	NI	NR	IC	IM	NI	NR
4	4	12	4	10	12	2	0	5	17	2	0
Problema 3											
Objeto matemático				Registro algebraico				Registro gráfico			
IC	IM	NI	NR	IC	IM	NI	NR	IC	IM	NI	NR
4	2	13	5	16	5	3	0	2	14	7	1

IC: Identifica correctamente; **IM**: Identifica medianamente; **NI**: No identifica; **NR**: No responde

Se detectó que los docentes confunden objeto matemático con contenidos (los que aparecían en el registro verbal para dar el contexto) y registro gráfico con figurativo (dibujan la figura geométrica que aparecía mencionada en el texto). Se evidenció que en el registro algebraico los docentes incorporan la resolución, es decir confunden conversión con tratamiento.

Conclusiones

Consideramos que el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas, es el resultado del efecto combinado de procesos de formación docente, prácticas pedagógicas, planes y programas de estudio y contextos económicos, sociales y culturales.

Adherimos a lo que expresan algunos autores quienes en el contexto de tratamiento de sistemas de ecuaciones afirman: "Asumimos que un trabajo de esta naturaleza debería acompañar al habitual de producción y apropiación de algoritmos de resolución, si se tiene en la mira dotar de sentido a los objetos y prácticas algebraicas". (Sessa, C. y Cambriglia, V. 2007, p.21)

En este relevamiento se detectó que en el registro algebraico los docentes incorporan la resolución, es decir confunden conversión con tratamiento. Si bien desde un punto de vista matemático la conversión y el tratamiento son un todo observamos que los docentes profundizan en el tratamiento y así gestionan sus clases.

En la enseñanza de este tema es necesario promover actividades que permitan desplegar distintas estrategias. Subyace en el tratamiento de los problemas similares a los brindados el concepto de sistemas de ecuaciones como "dos igualdades numéricas que se cumplen para un par de números desconocidos, a develar" (Panizza, M. 1999, p.454). En los cuadros que completan, lo que hemos denominado cuestionario, se evidencia que los docentes no utilizan en los procedimientos para resolver sistemas de dos ecuaciones con dos incógnitas con solución única el hecho de que todas las rectas que van obteniendo cumplen una condición: pasar por el punto solución del sistema. En el trabajo con sistemas que no tengan solución y con sistemas con infinitas soluciones, es imprescindible articular los métodos gráficos con los algebraicos: "Asociar dichos métodos [algebraicos] con los sistemas con única solución, restricción que reduciría considerablemente el dominio de aplicabilidad de los métodos algebraicos" (Sessa, C. y Cambriglia, V., 2007, p.15). Estas mismas autoras sostienen que la decisión didáctica de desvincular del tratamiento algebraico a los sistemas indeterminados o incompatibles podría estar condicionada por la omisión de la noción de sistemas equivalentes durante el tratamiento de sistemas determinados. En definitiva, para que un alumno disponga de un conocimiento apropiado acerca de los sistemas lineales, es necesario que interprete cómo sustituir un sistema por otro equivalente, qué significa la equivalencia entre sistemas, cuáles son los distintos registros de representación y qué significa la solución y también que sea capaz de resolverlos con ciertas garantías de éxito.

Consideramos que antes de introducir nuevas tecnologías es necesario centrarnos en el conocimiento disciplinar de los docentes ya que la introducción de una determinada tecnología en las prácticas educativas no supone un cambio en sí mismo. En éste sentido, qué tecnología o tecnologías utilizar debería ser un elección pedagógica ligada a decisiones sobre los objetivos y propósitos, la selección y secuenciación de contenidos, la propuesta de actividades, las estrategias de enseñanza, los instrumentos y recursos de evaluación, entre otras variables.

Referencias bibliográficas

D´Amore, B. (2005) *Bases filosóficas, pedagógicas, epistemológicas y conceptuales de la didáctica de la Matemática*. México. Reverté Ediciones SA.

Duval, R. (1996) Quel Cognitif Retenir en Didactiques des Mathématiques? *Recherches en Didactique des Mathématiques. 16(3),*349-382.

Fornacier, J. (1983) La responsabilidad de los maestros de escuela primaria frente a la componente matemática del currículo: implicaciones para la formación de maestros. En R Morris (Comp.). *Estudios en educación matemática.* (pp. 5-16). París: Organización de las Naciones Unidas para la educación, la Ciencia y la Cultura. UNESCO.

Guzmán, I. (1998) Registros de representación, el aprendizaje de nociones relativas a funciones: voces de estudiantes. *Revista latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa.1(1),* 5-21.

Panizza, M. Sadovsky, P. y Sessa, C. (1999) La ecuación lineal con dos variables entre la unicidad y el infinito. *Enseñanza de las Ciencias, 17 (3),* 453-461.

Sessa, C. y Cambriglia, V. (2007). La validación de procedimientos para resolver sistemas de e cuaciones. *Yupana, 1(4),* 11-24.