



FORMACIÓN DOCENTE EN MATEMÁTICA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

Güichal Edgardo, Guala, Graciela; Malet, Ana; Montano, Andrea; Oscherov, Viviana; Cocilova, Ana

Universidad Nacional del Sur – Argentina

gguala@criba.edu.ar

Nivel educativo: Educación Secundaria y Superior

Palabras clave: Educación Matemática, Competencias Docentes, Nuevas Tecnologías, Formación Docente Continua

RESUMEN

Los avances logrados en el desarrollo del Proyecto de Investigación en Educación Matemática: *El uso de nuevas tecnologías en la enseñanza del Cálculo* (Proyecto de Investigación (PGI) subsidiado por la Secretaría de Ciencias y Tecnología de la UNS que se lleva a cabo en el Departamento de Matemática de la UNS), que llevamos a cabo en el ámbito de la UNS, nos orientaron a formular, en el marco del *Programa de Capacitación gratuita para docentes de las Universidades Nacionales*, la propuesta del curso de formación para docentes de escuelas secundarias y de educación superior: *Nuevas tecnologías y enseñanza de la matemática*.

Según Cabero la llegada de las TICs al sector educativo viene enmarcada con cambios en las relaciones sociales y con una nueva concepción de la relación tecnología-sociedad que determinan las relaciones tecnología – educación.

Por otro lado, aparece la formación de competencias, entre las que Perrenoud menciona la de utilizar las nuevas tecnologías.

En los lineamientos curriculares nacionales para la formación docente inicial también se señala que la docencia como práctica centrada en la enseñanza implica, entre otras, capacidad para seleccionar y utilizar nuevas tecnologías de manera contextualizada.

Finalmente Litwin señala que las tecnologías se incorporarán a las aulas cuando en realidad se hayan incorporado en la formación docente. Si son parte de la propuesta de formación, es probable que su incorporación sea cada vez más fácil y genuina.

La necesidad de crear un espacio donde discutir estas cuestiones y generar propuestas áulicas, nos motivó a proponer el curso de formación docente al que nos referimos en este trabajo, que abarcó tanto los vínculos de las tecnologías y el aprendizaje, las operaciones mentales así como la construcción de competencias.

INTRODUCCIÓN

Los avances logrados en el desarrollo del Proyecto de Investigación en Educación Matemática: *El uso de nuevas tecnologías en la enseñanza del Cálculo* (Proyecto de Investigación (PGI) subsidiado por la Secretaría de Ciencias y Tecnología de la UNS que se lleva a cabo en el Departamento de Matemática de la UNS), que llevamos a cabo en el ámbito de la UNS, nos orientaron a formular, en el marco del *Programa de Capacitación gratuita para docentes de las Universidades Nacionales*, la propuesta del curso de formación para docentes de escuelas secundarias y de educación superior: *Nuevas tecnologías y enseñanza de la matemática*.

¿Por qué pensamos y propusimos un curso de formación docente relacionando las nuevas tecnologías y la enseñanza de la matemática?

En los últimos años el campo profesional se ha visto ampliamente modificado por el uso de las TICs. La formación de alumnos que se insertarán en este campo no puede quedar al margen de estos desarrollos. Como afirman Cabero y otros (2003) “La llegada de las Tecnologías de la Información y la Comunicación al sector educativo viene enmarcada por una situación de



cambios (...), que no pueden ser considerados al margen de los cambios que se desarrollan en la sociedad relacionado con la innovación tecnológica, con los cambios en las relaciones sociales y con una nueva concepción de la relación tecnología-sociedad que determinan las relaciones tecnología – educación”.

Por otro lado, aparece la formación de competencias. Philippe Perrenoud publicó en 1999 el libro *Diez nuevas competencias para enseñar*. En él, en primer lugar desarrolla cuál es el sentido que otorga al concepto de competencias docentes para luego elaborar una especie de inventario de diez grandes familias de competencias, que no son ni definitivas ni exhaustivas. Una de ellas es: *Utilizar las nuevas tecnologías*.

Para este autor el concepto de competencia representa una capacidad de movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones. Las competencias no son en sí mismas conocimientos, habilidades o actitudes, aunque movilizan e integran estos factores. La movilización resulta pertinente en una situación. Las competencias profesionales se crean, en formación, pero también por la navegación cotidiana de una situación de trabajo a otra. El ejercicio de competencias pasa por operaciones mentales complejas sostenidas por esquemas de pensamiento, los cuales permiten determinar y realizar una acción relativamente adaptada a una situación. (Perrenoud, 2004).

Cuando Perrenoud propone como una competencia docente la utilización de las nuevas tecnologías, señala que en lo referido a la incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza podemos encontrar adeptos incondicionales, en algunos casos por moda, por estrategias de mercado, y escépticos, tal vez por la nostalgia de poder continuar viviendo en la época del lápiz y el papel.

En los lineamientos curriculares nacionales para la formación docente inicial aprobados por Resolución Nº 24/07 del Consejo Federal de Educación, también se señala que la docencia como práctica centrada en la enseñanza implica, entre otras, capacidad para seleccionar y utilizar nuevas tecnologías de manera contextualizada.

Finalmente, Edith Litwin (2002) señala que las tecnologías se incorporarán a las aulas cuando en realidad se hayan incorporado en la formación docente. Si son parte de la propuesta de formación, es probable que su incorporación sea cada vez más fácil y genuina.

Estas posturas, cuyo análisis en profundidad resulta prácticamente imposible por la extensión de este trabajo, muestran la necesidad de un análisis crítico sobre las nuevas tecnologías y su incorporación en el campo de la enseñanza.

Si un docente conoce lo que aportan las nuevas tecnologías así como sus peligros y sus límites puede decidir cómo y cuándo usarlas porque ha evaluado sus fortalezas y debilidades, teniendo en cuenta el grupo de alumnos, los contenidos disciplinares a abordar, los recursos con los que cuentan tanto los alumnos como las instituciones.

Asimismo otro aspecto objeto de análisis y reflexión es si los docentes aprovechan las tecnologías como una ayuda para la enseñanza, como un soporte que proporciona cierta innovación o si las aprovechan para la creación, la gestión y el seguimiento de situaciones de aprendizaje.

La necesidad de crear el espacio donde discutir estas cuestiones y generar propuestas nos motivó a proponer un curso de formación docente que se inscribe en la formación continua y abarcó tanto los vínculos de las tecnologías y el aprendizaje, las operaciones mentales así como la construcción de competencias por parte de los docentes

ACERCA DE LA EXPERIENCIA

a) Diseño

a. 1. Las finalidades y los contenidos del curso fueron:

- Análisis de las propuestas pedagógicas y didácticas que se configuran a partir de la incorporación de las nuevas tecnologías. En este proceso se consideraron los enfoques de



enseñanza vinculados a la incorporación de nuevas tecnologías y su impacto en el aprendizaje.

- Desarrollo de competencias para el uso estratégico de programas en las prácticas de la enseñanza de los docentes de matemática de los niveles universitario y secundario, tales como: PLANILLAS DE CÁLCULO, DERIVE y otros de libre acceso.
- Diseño de materiales didácticos a partir de los programas informáticos.
- Diseño de propuestas alternativas de prácticas de enseñanza mediante la articulación de enfoques y herramientas informáticas desde una postura interpretativa y crítica.

a. 2. Destinatarios: Docentes de matemática universitarios y preuniversitarios.

a. 3. Las propuestas de actividades abarcaron:

- La lectura e interpretación crítica de los textos sugeridos que se trataron con la modalidad de seminario: lecturas previas y sesión presencial de análisis y debate.
- Trabajo de laboratorio: encuentros en los que se abordaron el manejo de los programas citados y el diseño de materiales y propuestas alternativas de enseñanza a partir del uso de las herramientas informáticas, según el espacio laboral de cada uno de los participantes.
- Presentación y defensa frente al grupo de las propuestas y materiales diseñados. El propósito de esta actividad fue promover el análisis y la reflexión sobre las propias prácticas.

a.4. Evaluación

Estas producciones se ordenaron con la modalidad de un portfolio, entendido como el proceso dinámico mediante el cual los docentes reúnen los datos provenientes de su trabajo y crecimiento profesional, agrupados y redactados con cuidadosa reflexión, compartidos con colegas y presentados para la discusión y el debate sobre las concepciones de la enseñanza. Este portfolio personal de trabajos fue acompañado de una reflexión personal en torno a las siguientes preguntas:

- ¿Qué interpretación realiza acerca de la incorporación de las TIC's en la enseñanza y el aprendizaje?
- ¿Qué percepciones tiene de sus producciones?
- ¿Puede reconocer aportes del curso en su formación? ¿Cuáles?
- ¿Cómo pueden impactar estos aportes en sus prácticas de enseñanza?

Como instancia final para la acreditación, se solicitó la presentación de una propuesta de enseñanza que incorporara el uso estratégico de software, recuperando las producciones desarrolladas durante el curso y la fundamentación de las decisiones tomadas desde los marcos teóricos trabajados.

Para la fundamentación se sugirió tener en cuenta: la intencionalidad que orienta el trabajo en la clase (¿para qué?), los contenidos (¿qué?) y su tratamiento (¿cómo?), la/s estrategia/s de enseñanza implementada/s, el sentido de las actividades que se desarrollan, los recursos necesarios, cómo se articulan teoría y práctica, todo ello sin perder de vista el contexto (nivel educativo, espacios disponibles, institución) de implementación de dicha propuesta de enseñanza.

Esta producción podía realizarse en forma individual o grupal, para finalmente presentarla al grupo total para su análisis y debate.

a. 5. Duración del curso: Se propusieron diez encuentros de tres horas reloj cada uno para el tratamiento de los contenidos de manera integrada.

b) Puesta en acto.



El primer encuentro permitió reconocer las distintas posturas de los docentes en actividad con respecto a la incorporación de las nuevas tecnología en sus clases: aquellos que las consideran como una fuente de ilustración, animación y recursos sofisticados que pueden “garantizar” la atención y el aprendizaje de los alumnos, quienes las ven como un recurso para el mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática por la facilitación de los procesos perceptivos, quienes aceptan que los docentes tienen que tener capacidades vinculadas a las tecnologías ante la asimetría que asumen frente al conocimiento de los alumnos y se acercaron al curso sin saber cómo manejar el mouse.

Asimismo hubo pedidos recordándonos que en este curso “empezábamos de cero” y expresiones como:

No utilizo las TIC's en el aula: por desconocimiento personal, lo cual me limita; cuando lo intenté en la Escuela no conseguí las condiciones necesarias, esto es, la sala de computación estaba ocupada en mi horario o el ayudante tenía horarios en los cuales yo estaba ocupada; como tengo mis “limitaciones” con las TIC's no me siento capacitada para la elaboración de trabajos prácticos en los cuales pueda hacer un buen uso de la tecnología; para implementar las TIC's tendría que elaborar trabajos para que los alumnos aprovecharan el tiempo en sus casas, dificultando así, la tarea de aquellos que no poseen los medios necesarios; para desarrollar una clase con las TIC's en el aula no dispongo de los elementos necesarios, ejemplo: cañón, PC, notebook, etc; creo que el problema más grave con el que me enfrente es la falta **de tiempo de clase**, sobre todo en el Nivel Polimodal.

En el caso de los docentes universitarios en general usaban otros programas como MATLAB o MATHEMATICA.

En los encuentros posteriores se desarrollaron Guías de Actividades en el Laboratorio de Matemática. El Laboratorio de Matemáticas es una estrategia pedagógica de utilización del material, en la que se encuentra un conjunto de actividades matemáticas para ser desarrolladas autónomamente por los participantes a través del uso de variados materiales, proceso que proporciona un ambiente de aprendizaje en el que se genera la relación entre actividad matemática y material manipulativo, relación que contribuye a la construcción y fundamentación de pensamiento matemático. (Arce, Jorge. www.colombiaaprende.edu.co/html.ultima_consulta:25-06-09).

Estas tuvieron la intencionalidad de que los participantes vivenciaran, experimentaran las potencialidades para el aprendizaje de la matemática que tienen los programas propuestos. El trabajo en laboratorio permitió experimentar con los programas señalados orientándolos con fines didácticos. Estos instrumentos fueron comprendidos como una ayuda para construir conocimientos al hacer accesibles operaciones y manipulaciones que son dificultosas y en algunos casos imposibles con lápiz y papel y permitieron concentrarse en tareas más específicas y dejar al programa las tareas más repetitivas. Los cursantes multiplicaron las pruebas y los errores y así pudieron saber de inmediato los resultados y modificar “a la vista” las estrategias. (En el Anexo se pueden ver los contenidos tratados).

El dominio de los programas propuestos obligó a planificar, decidir, encadenar operaciones, y todo esto fue formador de competencias, donde el instrumento se constituyó en secundario en relación con las operaciones cognitivas: memoria, deducción, anticipación, etc. Asimismo el trabajo en laboratorio se realizó en parejas lo que generó la verbalización y debate de hipótesis, el logro de acuerdos para decidir qué operaciones seguir, la toma de decisiones con recursos informáticos que actúan como mediadores.

Así mismo en poco tiempo se dieron cuenta que tanto los docentes de nivel secundario como los del universitario en realidad no habían usado con anterioridad el programa EXCEL como se planteaba en el curso (la mayoría no conocía el DERIVE) esto favoreció el clima de colaboración.

El reconocimiento de las potencialidades del trabajo con las nuevas tecnologías, particularmente sus aportes en cuanto a la capacidad de experimentar y a la visualización, facilitó la transferencia a las propuestas alternativas de enseñanza.

A modo de ejemplo, mostramos propuestas de dos docentes, uno dirigido a alumnos de segundo año de Polimodal y otro destinado a el Curso de Nivelación para ingresantes a la UNS.

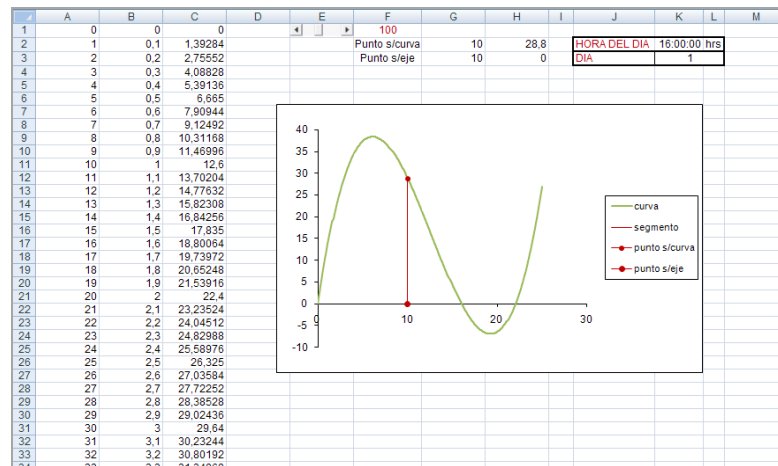
A)

El tema elegido fue función polinómica, el sentido de la actividad es que los alumnos participen, jueguen, interactúen, observen y experimenten, tanto individual como grupalmente, con las herramientas que les brindamos.

Problema: El Servicio Meteorológico utilizó como modelo para la variación de la temperatura (en °C) durante cierto día la siguiente fórmula $T(t) = 0,04 (t^3 - 38.t^2 + 352.t)$, donde t está medido en horas, y **$t = 0$ corresponde a 6 horas.**

Observe la gráfica de $T \dots$

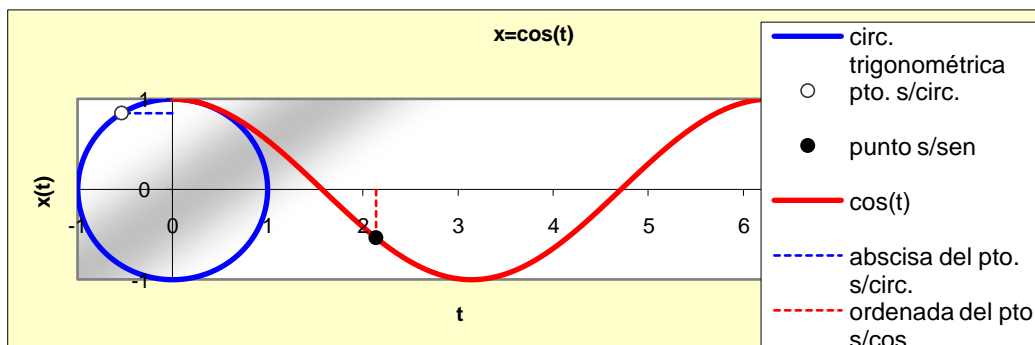
- Se quiere averiguar a qué hora del día la temperatura fue de 0°C
- ¿En qué momentos del día la temperatura tomó valores superiores a 0°C ? ¿e inferiores a 0°C ?
- ¿Cuál fue la mayor temperatura que se registró y a qué hora fue? ¿Y la menor?
- ¿Qué sucedió al día siguiente?
- Compare los resultados obtenidos con sus compañeros y saque sus propias conclusiones.



B)

Esta actividad está orientada a mostrar cómo se relacionan los valores de la función trigonométrica coseno de un ángulo t definida sobre la circunferencia trigonométrica con el gráfico en coordenadas cartesianas de la función $x(t) = \cos(t)$.

Se grafica: la **circunferencia trigonométrica** de radio 1; sobre ella un **punto** (en color blanco) de coordenadas $(x(t), y(t))$ cuyas coordenadas varían a medida que se arrastra la barra de desplazamiento situado debajo. En rango de desplazamiento de la barra es entre 0 y 150 y los valores de la variable t asociados varían entre 0 y 2π ; la **abscisa del punto** que es por definición el coseno del ángulo entre el radio vector del punto y el eje X ; **el gráfico de la abscisa en función del ángulo t** , es decir la función $x(t) = \cos(t)$; y sobre ella un **punto** (en color negro) que también se desplaza al mover la barra de desplazamiento.



APORTES Y REFLEXIONES DE LOS PARTICIPANTES

Nos interesa transcribir algunas opiniones y reflexiones de los cursantes. En contraste con la situación del inicio, al finalizar el curso los docentes manifestaron, a partir de sus propias prácticas, los nuevos enfoques y posibilidades que el mismo les brindó

* *El curso cumplió con nuestras expectativas, abriéndonos las puertas a las TIC's de manera clara, siendo muy interesantes y didácticos los temas y actividades seleccionados. Hemos tenido la posibilidad de comenzar a familiarizarnos con el uso de las nuevas tecnologías y distintas propuestas didácticas para incorporarlas en la enseñanza y aprendizaje.*

* *Reconocemos la necesidad de estar capacitados para utilizar las TIC's en nuestra práctica profesional ya que a lo largo del curso hemos podido apreciar que las mismas nos dan la posibilidad de contar con recursos versátiles para desarrollar capacidades de selección, organización, retención, recuperación e interpretación de la información, y especialmente el desarrollo de las correspondientes estrategias.*

Está en nosotros sacar provecho de estas herramientas y diseñar actividades que motiven y generen aprendizajes significativos en nuestros alumnos.

* *El curso aportó mucho a mi formación docente, porque si bien conocía y utilizaba el software EXCEL, nunca me imaginé que lo podía utilizar tanto como herramienta para la matemática y para la enseñanza de la misma.*

Me han motivado mucho las actividades propuestas en el curso, el mismo me hizo ver que hay mucho por seguir aprendiendo, descubriendo, (...) hay que sentarse y trabajar, (...) y sobre todo a no tener miedo a enfrentarse a las TIC's, son sólo herramientas de trabajo.

* *Al principio del curso me veía muy limitada con esto de incorporar las TIC's, todavía me siento limitada, pero me brindaron herramientas para perderles el miedo a no poder utilizarlas, y me mostraron que "metiéndose" y probando se puede aprender, además de también hacerlo a través de una capacitación con profesionales que tienen un buen manejo del tema.*

* *Creo que me dio muchos aportes el curso. Primero desconocía totalmente lo que se podía hacer con Excel y así y todo hay muchas cosas que todavía no sé. No conocía el software Derive y lo accesible que es, por eso creo que está al alcance de los chicos, me refiero a la complejidad.*

* *Considerando que una de las integrantes del grupo se encuentra actualmente trabajando en un curso de 2° polimodal, decidimos adaptar este trabajo a este nivel educativo teniendo en cuenta el contexto y la institución en la que se encuentra, (...) cuenta con un gabinete de computación con los recursos básicos para trabajar. Es por ello que la propuesta fue pensada para ser aplicada en Excel dado que es un programa que está disponible en cualquier computadora.*

* *El trabajo final, lo pensamos como una actividad que consideramos puede ser llevada a cabo, ya que intentamos adaptarlo a un curso real, con su contexto particular, tarea que nos resultó interesante como cierre de este taller y un gran aporte en nuestras prácticas de enseñanza.*



Los aportes del curso son notorios, el hecho de sentarse frente a una computadora e investigar y experimentar con EXCEL Y DERIVE constituyó el primer paso para la incorporación de estas nuevas tecnologías en nuestras prácticas

A MODO DE CIERRE

La propuesta del curso ha sido la incorporación de las nuevas tecnologías en la formación docente continua con el foco puesto en su uso como herramienta para la enseñanza y el aprendizaje. Trabajamos con programas que nos permitieron el uso de distintos registros de representación y que son de fácil manejo desde su sintaxis.

La revolución tecnológica está instalada. Los alumnos manejan celulares, el chat, navegan por internet, participan en foros virtuales, en blogs y tal como dice Cabero ninguna institución educativa puede quedar fuera de este marco.

Sin embargo debe quedar claro que no basta con que se cuente con un laboratorio. El uso de las nuevas tecnologías constituyen un desafío tanto para el docente como para el investigador en Educación Matemática que tiene el compromiso de investigar sobre sus posibilidades educativas.

Una cultura tecnológica de base es necesaria para pensar las relaciones entre la evolución de los instrumentos (informáticos e hipermedias), las competencias intelectuales y la relación con el saber que las instituciones educativas pretenden lograr.

Las nuevas tecnologías fortalecen los trabajos pedagógicos y didácticos en tanto permiten crear situaciones de aprendizajes enriquecedoras, complejas y diversificadas (Perrenoud, 2004).

Para concluir recuperamos estas palabras de Edith Litwin (2002):

“El problema no es fácil, porque más de una vez logramos potenciar las propuestas educativas, pero en esta posibilidad de potenciar las propuestas educativas tenemos también que pensar los tiempos que cada uno de nosotros como docentes necesitamos para poder hacerlo. Cada vez que aparecen nuevas posibilidades, nuevos problemas, nuevos entornos comunicacionales, nos encontramos con que necesitamos tiempo para pensar las nuevas propuestas, para realizarlas, para revisarlas y para mejorarlas. Y estos son los problemas que hoy tenemos. Son problemas difíciles de resolver en los difíciles contextos de práctica, pero evidentemente están a nuestra disposición. Si salimos del pensamiento maniqueo, si salimos de la tecnofobia y de la tecnofilia, podemos encontrar excelentes ayudas para mejorar nuestras propuestas”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kutzler, B.; Kokol-Voljc, J. (2000): *Introducción a derive 5*. España. Derisoft.
- Perrenoud, Ph. (2004) *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona. Grao.
- Litwin, Edith (2002) *¿Cómo trabajar con tecnología en la escuela?* Conferencia disponible en la página: <http://www.educared.org.ar/conferencias/litwin.asp>.
- El-Gebeily, M.; Yushau, B: (2005) *Curve Graphing in MS Excel and Applications*. Spreadsheets in Education Vol 2 N° 2 pp 232-252.
- Sthol Drier, Hollylynne. (2001). *Teaching and Learning Mathematics with Interactive Spreadsheets*. School Science and Mathematics. Vol 101(4) pp.170-179.
- Sudgen, Steve: *Spreadsheets: an overlooked technology for mathematics education*. (2007). The Australian Math. Society Gazette. Vol 34 (2) pp 68-74.



ANEXO

Trabajando con EXCEL

Descripción general de una Hoja de Cálculo y de cómo se introducen comandos en una celda para efectuar operaciones; construcción de sucesiones numéricas definidas en forma recurrente, destacando las ventajas que da la posibilidad de copiar un comando en celdas sucesivas, para simplificar las operaciones que deben ser reiteradas; construcción de tablas de valores de funciones; de los comandos para dar formatos condicionales a las celdas, permitiendo resaltar aspectos de interés; observación de diversas formas de introducir los valores que permiten resaltar distintas propiedades de las operaciones de suma y producto.

Estudio de las distintas formas de construir gráficos de sucesiones numéricas y de funciones. Introducción de nombres a celdas o grupos de las mismas, lo que permite el uso de variables para referirnos a ellas. Implementar barras de desplazamiento, que permitan construir gráficos dinámicos. Análisis de funciones dadas en forma cartesiana, paramétrica o usando coordenadas polares. Construcción de gráficos dinámicos que permiten comprender el papel de los distintos parámetros que puedan intervenir en la expresión de una función. Funciones lineales, cuadráticas, circulares, etc.

Construcción de gráficos dinámicos que permiten visualizar en forma interactiva la dependencia de la evolución del fenómeno, de los datos iniciales o de algún parámetro que controle el sistema, introduciendo la idea de comportamiento caótico de sistemas no lineales en el estudio de la evolución de sistemas dinámicos discretos. Se estudian los comandos necesarios para definir algoritmos numéricos para resolver ecuaciones no lineales: en particular el método de bisección y el de Newton.

Estudio de gráficos dinámicos, por medio de comandos que permiten la introducción de puntos o rectas móviles sobre el gráfico de una curva dada.

Trabajando con DERIVE

Introducción al manejo del programa y uso de los comandos necesarios para introducir expresiones algebraicas, realizar operaciones y pasar de la ventana de ALGEBRA a la de GRÁFICOS EN 2 DIMENSIONES, lo que permite pasar fácilmente de una representación a la otra y entender mejor el comportamiento de algunas funciones. Representación gráfica de varios miembros de una familia de funciones que depende de un parámetro, por el uso del comando VECTOR.

Resolución de ecuaciones e inecuaciones en forma analítica y gráfica.

Presentación de informes en la ventana de álgebra con textos y gráficos incorporados.

Lecturas complementarias que generaron debate:

Burbules, N.; Callister, T. (2001): Educación: Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información. Granica. Buenos Aires. *Las promesas de riesgo y los riesgos promisorios de las nuevas tecnologías de la información en Educación.* pp 13 - 39

Cabero Almenara, J. (2004): *Formación del profesorado en TIC. El gran caballo de batalla. Comunicación y Pedagogía. Tecnologías y recursos didácticos.* pp.27-31

Stone Wiske, M. (2006): Enseñar para la comprensión con nuevas tecnologías. Paidós. Buenos Aires. *Aplicar las nuevas tecnologías a la enseñanza para la comprensión* pp. 51; 64.