

Estrategia Didáctica usando TICs para la Enseñanza y el Aprendizaje de la Programación Lineal en Carreras de Agronomía y Sistemas.

Edith Lovos, Tatiana Gibelli, Alvaro Saldivia, Paula Suarez¹, Rodolfo Bertone²

¹ Universidad Nacional de Río Negro, Sede Atlántica,
Viedma, Río Negro, Argentina

² Facultad de Informática, UNLP, La Plata, Argentina
{elovos, tgibelli, asaldivia, psuarez}@unrn.edu.ar
pbertone@lidi.info.unlp.edu.ar

Resumen

Este artículo presenta una propuesta didáctica diseñada para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en el nivel universitario, que permite incorporar las TIC como soporte a la misma. La misma, está formulada para trabajar el tema Programación Lineal, en un curso al que se inscriben alumnos de primer año de las carreras: Licenciatura en Sistemas e Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN). A través de la propuesta, se busca despertar el interés y mantener la motivación de los alumnos en relación a la programación lineal mediante la resolución de problemas en equipos interdisciplinarios, que lleven a un aprendizaje significativo. En este trabajo se presentan la fundamentación de la propuesta y los resultados de una primera implementación.

Palabras clave: Programación Lineal, TIC, Aprendizaje Significativo, Nivel Universitario

Introducción

En los cursos introductorios de matemáticas de nivel universitario, donde los alumnos son en su mayoría ingresantes, se busca fundamentalmente incorporar en su lenguaje de trabajo, el formalismo que este tipo de

asignaturas necesitan. Asimismo, se intenta nivelar y/o corregir los conocimientos previos adquiridos. El prejuicio por parte de la mayoría de los alumnos, que opinan que la matemática es algo imposible de aprender, y el bajo nivel de conocimientos con el que llegan a la educación superior, posicionan a quienes tienen por delante la enseñanza, frente a una situación compleja de superar, dentro de los límites de tiempo que dura un curso. Así los docentes tienen la necesidad de buscar estrategias de enseñanza y aprendizaje que permitan motivar al alumno.

Por otra parte, las TIC se presentan en los tiempos actuales, como un recurso fundamental en el acceso al conocimiento. Resulta entonces necesaria su incorporación como un soporte a la formación de nivel superior, tanto a nivel de la enseñanza como del aprendizaje, con el objetivo de que los estudiantes universitarios adquiriran las competencias necesarias para su desarrollo como futuros profesionales. Dentro de las cuales se incluye la competencia digital, que significa que el estudiante debe aprender a gestionar:

- la información que recibe, así como también a buscar y seleccionar la propia,
- el conocimiento que se genera, a través de capacidades colaborativas, logrando formar un profesional íntegro, con habilidades personales y sociales.

En este sentido, el artículo presenta una propuesta de enseñanza y aprendizaje de las

matemáticas en el nivel superior, que permite incorporar las TIC como soporte a la misma. La cual se desarrolla para trabajar el tema de Programación Lineal, con los alumnos de las carreras: Licenciatura en Sistemas e Ingeniería Agronómica que se dictan en la Sede Atlántica de nuestra Universidad. La propuesta durante su desarrollo irá incorporando adecuadamente distintos recursos tecnológicos, y contribuyendo a lograr en los alumnos aprendizajes significativos.

Fundamentación

La Enseñanza de la Matemática en el Nivel Superior

En relación a los métodos tradicionales de enseñanza de la matemática, los mismos, se basan en la transmisión de conocimientos. Dónde como señala Swan [17], predominan las explicaciones, ejemplos y ejercicios, pero no se promueve un aprendizaje duradero que pueda ser utilizado en situaciones fuera de las discutidas, desmotivando y reduciendo de esta forma, la confianza de los alumnos.

En el caso particular de la temática Programación Lineal, hay estudios[14], que señalan, que uno de los motivos de apatía hacia el aprendizaje del tema, podría estar relacionado al hecho de que los alumnos no logran visualizar la relación de la temática con su carrera y por otra parte, a la forma en la que se diseña la didáctica del proceso de enseñanza y aprendizaje de estos cursos. Sobre esto último, García Retana [8], señala que los métodos tradicionales de enseñanza de las matemáticas provocan entre otras cosas, pérdida de la imaginación, incapacidad de translación de lo semántico a lo gráfico (o representacional) y viceversa, y dificultad para relacionar los conceptos con el contexto y situaciones de la vida cotidiana. Así, Delgado Cruz y otros[5], plantean que resulta fundamental darle importancia al estudio de los procesos mentales de la resolución de problemas, teniendo en cuenta que la matemática significa saber hacer, y dónde el método tiene que predominar sobre el

contenido. Para lo cual resulta necesario, promover un aprendizaje significativo, a través del cual los estudiantes puedan comprender la aplicación práctica de la matemática, en el quehacer cotidiano y en relación con otras materias.[5]

Así mismo, esta forma de enseñanza y aprendizaje, debe desarrollarse sin dejar de lado el contexto actual de la sociedad, dónde se plantea un nuevo escenario, que como señala Zañartu Correa [18], se establece el dónde aprendemos (en la red) y cómo aprendemos (socialmente).

Por todo esto, resulta importante que el docente diseñe estrategias de enseñanza basadas en el trabajo activo y colaborativo, fomentando la formación de comunidades de aprendizaje y el uso de las tecnologías, que le permitan mantener motivados a sus alumnos.[6]. Así, existen modelos de enseñanza, como el propuesto por Swan [16,17] que ponen énfasis en la naturaleza interconectada de la matemática y en particular del álgebra, y desde dónde se propone invertir las prácticas, ofreciendo a los alumnos oportunidades de enfrentarse a los problemas antes de ofrecerles orientación y apoyo. Esto, propicia por una parte que los alumnos puedan aplicar un conocimiento pre-existente y por otra el docente tiene una oportunidad para evaluar ese conocimiento y luego ayudar a los alumnos en su construcción [16,17]

La Tecnología como Herramienta para la Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática

En lo que respecta a la enseñanza de las matemáticas en el nivel superior, Craveri y Anido [4], remarcan la importancia de priorizar la formación de conceptos y capacidad de aplicación del conocimiento, en lugar de invertir tiempo en cálculos rutinarios, que en la actualidad pueden ser resueltos a través del uso de recursos TIC. Por otra parte, los estudiantes de nuestros días, se encuentran familiarizados con el manejo de ciertas tecnologías (navegadores, aplicativos para dispositivos móviles, redes sociales, etc), aunque esto no signifique que la hayan

apropiado como un recurso para su formación. Y en este sentido, esta situación se vuelve un disparador para generar propuestas educativas en el área de las matemáticas, que ofrezcan a los alumnos actividades de formación incluyendo las tecnologías.[1]

A nivel nacional se han diseñado y desarrollado diversas herramientas, que permiten la incorporación de las TIC como soporte a propuestas pedagógicas para la enseñanza de la matemáticas en el nivel superior, como las discutidas en [13,11] y en particular sobre Programación Lineal, en [8] se presenta un tutorial web que permite que los alumnos adquieran los contenidos temáticos, de acuerdo al programa de una asignatura de Investigación Operativa que se dicta en Lic. en Sistemas de Información de la UNNE.

Asimismo, existen en la web, diversos recursos que pueden utilizarse en el desarrollo de una actividad didáctica de programación lineal, presentaremos aquí el utilizado en la implementación de la propuesta.

GeoGebra

Es un aplicativo de software de código abierto y multiplataforma, que combina en forma dinámica: aritmética, geometría, álgebra y cálculo. Posibilita diferentes representaciones de los objetos, desde cada una de sus posibles perspectivas: vistas gráficas, algebraicas, estadísticas y de organización de los datos en tablas y planillas y hojas de datos enlazadas dinámicamente. La herramienta se puede utilizar en línea y, además, incluir una construcción desarrollada con GeoGebra, a través de un “applet” en cualquier página web. Sin embargo, esto solo permite un tratamiento similar al que se hace cuando se inserta una imagen o un objeto, que puede convertirse en un recurso válido para ayudar a la comprensión.

Actualmente, existe un módulo de GeoGebra desarrollado para Moodle, que permite según sus creadores [19,20]:

- que el alumno acceda a la actividad GeoGebra, lea el texto, observe los gráficos e interactúe con el applet,

posibilitando que pueda guardar y entregar el applet o solo guardarlo y continuar su trabajo en otro momento.

- tanto el alumno como el docente pueden consultar el applet en el estado en el que lo dejó el alumno, consultar los distintos intentos y la fecha y hora en la que se realizó la actividad.
- mantener un registro de la puntuación del alumno, para esto se incluye en el applet una variable (grade), que se actualiza según la actividad del alumno y quedará almacenada en Moodle, permitiendo su posterior consulta.
- permite introducir objetos aleatorios con la intención de evitar la copia de los resultados entre los alumnos y además permitir repetir la actividad varias veces.

De esta forma todo el trabajo se realiza sobre el mismo lugar, el aula virtual donde se tenga incluido el módulo GeoGebra.

Diseño de la Propuesta de Enseñanza y Aprendizaje

El diseño de la propuesta que se presenta en este artículo, se denomina AMM (Actividades Matemáticas Mediadas) y propone el desarrollo colaborativo de actividades matemáticas, para la asignatura Matemáticas I del trayecto de primer año de las carreras: Ingeniería Agronómica y Lic. en Sistemas de la UNRN, Sede Atlántica. La asignatura cuenta desde el año 2010, con un aula virtual dentro de la plataforma Moodle, como complemento a las actividades presenciales.

Respecto a la enseñanza de la programación lineal, desde la cátedra, se busca despertar el interés de ambos perfiles de alumnos, ya que para los estudiantes de agronomía resulta necesario el desarrollo de habilidades para la interpretación y solución de problemas de carácter agropecuarios. Y en el caso de los futuros licenciados de sistemas, las matemáticas y en particular el álgebra lineal, son la base conceptual de múltiples procesos y funciones que se ejecutan sobre la computadora.[5]

En relación a una propuesta pedagógica basada en el constructivismo, para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, Sandra Castillo[3], señala que un alumno que aprende bajo este esquema deberá construir los conceptos a través de la interacción que tiene con los objetos y con otros sujetos. Y dónde resulta necesario que dichos objetos se presenten inmersos en un problema, no en un ejercicio. Con base en este modelo, las AMM, proponen la construcción de saberes a través de la interacción que se produce en el aula (física o virtual) y con la asistencia del equipo docente de la cátedra, buscando también que al interior de los grupos, el rol de tutor, pueda ser también asumido por pares más avanzados.

El desarrollo de las AMM, propone el uso de algunos recursos TIC incluidos en el aula virtual de la materia y propios de Moodle (foros, tareas) y otros desarrollados por terceros (GeoGebra). Durante el transcurso de las actividades los grupos de trabajo cuentan con la guía y asistencia de los docentes de la cátedra, pero dónde la responsabilidad para alcanzar las metas de las AMM y como consecuencia el aprendizaje de los conceptos tratados en la mismas, es compartida por todo el grupo. Con esto, se busca promover uno de los objetivos del trabajo colaborativo como es la interdependencia positiva entre los miembros de un equipo.[9]

En relación al armado de los grupos de trabajo, se propone que los equipos se integren en forma combinada con alumnos de agronomía y sistemas. Esta elección busca promover la tutoría entre pares, atendiendo a los resultados de cursadas anteriores, dónde se ha observado una diferencia en la motivación y trabajo en la materia. Los alumnos de cada carrera no necesariamente están igual de motivados y esta forma de armar los grupos fomenta el trabajo interdisciplinario, lo cual resulta beneficioso para los perfiles profesionales de ambas carreras.

La resolución de los problemas, a través de la estrategia propuesta y usando el ambiente colaborativo conformado por los recursos TIC propuestos, apunta a promover la reflexión ya

que para llevar adelante el trabajo los miembros de cada grupo, deben comunicarse, discutir y argumentar sus aportes, y así estimular el proceso de aprendizaje.

Contexto

La propuesta, está destinada a los alumnos de la Licenciatura en Sistemas y de Ingeniería Agronómica de la UNRN, que cursan Matemática I durante el segundo cuatrimestre del primer año. Ambas carreras comenzaron a dictarse en el año 2009 y como los contenidos son similares y la cantidad de alumnos lo permite, se dicta en forma conjunta para ambos grupos. En su mayoría, los alumnos son egresados recientes del nivel medio, cuyas edades oscilan entre los 17 y 21 años. En el caso particular de la cohorte 2014 de la materia, los alumnos previo a este curso, deben haber aprobado un curso introductorio de matemáticas denominado Razonamiento y Resolución de Problemas, donde se trabajan conocimientos básicos de nivel medio.

Objetivos de las AMM

La técnica matemática de optimización denominada Programación Lineal (PL) se utiliza para maximizar o minimizar una función Objetivo. Este método es utilizado por diversas disciplinas y es aplicado sobre situaciones reales donde los recursos, ya sean materiales o humanos son acotados. La experiencia con los alumnos consiste en entregar a cada grupo un problema, el cual deben solucionar íntegramente mediante PL, teniendo como información su enunciado. Uno de los principales propósitos de la experiencia, es que el problema plantee interrogantes que no se contesten directamente con los resultados matemáticos obtenidos del modelo, sino que basándose en ellos, cada grupo tenga que realizar un análisis crítico de las soluciones obtenidas, dando lugar a la formulación de las respuestas. Con esto se pretende que los grupos no se enfoquen sólo en hallar soluciones numéricas sino que, fundamentalmente, adquieran capacidades de

reflexión para obtener respuestas a preguntas más complejas aplicadas a la realidad.

Así, el desarrollo de esta actividad tiene por objetivos que los alumnos logren:

- Comprender qué es una problema de PL, aplicar las técnicas de resolución y fundamentalmente ser capaces de aplicarlo a problemas reales utilizando un modelo.
- Interpretar la solución matemática como respuesta al problema planteado permitiendo a partir de ella sacar conclusiones que le permitan tomar decisiones.
- Desarrollar habilidades para el trabajo interdisciplinario y colaborativo.
- Utilizar los recursos TIC para llevar adelante el proceso de aprendizaje.

Fases del desarrollo de la AMM

El tiempo estimado para la actividad es de dos semanas y el desarrollo de la misma se divide en tres etapas:

Etap 1: Presentación de la AMM. La actividad (objetivos, metodología, etapas, cronogramas de entregas y forma de evaluación) se presenta a los alumnos en la clase presencial, y también esta disponible a través del aula virtual. Durante la presentación, los docentes definen la composición de los grupos de trabajo, configurando para cada uno de ellos, un espacio para el desarrollo de la AMM dentro del aula virtual. A cada grupo se le asigna un problema diferente, que consistirá en alguna situación real, vinculada al sector agronómico, que plantee interrogantes que podrían responderse utilizando un modelo de programación lineal. Todas las inquietudes relacionadas al desarrollo de la AMM (consigna, metodología de trabajo, etc) se podrán canalizar en forma virtual a través de los recursos TIC propuestos y en forma presencial en las clases práctica de la materia.

Etap 2: Desarrollo de la AMM. En esta etapa los alumnos desarrollan grupalmente la actividad haciendo uso de los recursos TIC

propuestos y con la tutoría del equipo de cátedra. Para un mejor seguimiento de la actividad, la misma se divide en tres tareas con sus respectivos plazos de entrega:

- **Tarea 1: Interpretación del problema.** Cada grupo debe realizar una primer entrega, a través del aula virtual (funcionalidad tarea), que consistirá en la confección del modelo de PL que describa el problema. Dónde el objetivo consiste en, hallar la función objetivo y las inecuaciones de restricciones. Esta tarea una vez entregada, será revisada por los docentes a fin de verificar si el grupo realiza una adecuada interpretación del problema. Se realiza una rápida devolución a cada grupo con los comentarios respectivos, especialmente a aquellos grupos que requieran algunas adecuaciones al modelo propuesto. Luego en la clase presencial se realiza una devolución general.
- **Tarea 2: Resolución “matemática” del modelo.** En esta etapa, cada grupo debe presentar las soluciones matemáticas del modelo propuesto, con la ayuda del aplicativo GeoGebra, dibujando la región de soluciones factibles para posteriormente determinar los puntos vértices y calcular donde la Función Objetivo se optimiza de acuerdo a las necesidades de cada problema. Esto les permite discernir si la Función Objetivo posee única solución o presenta soluciones óptimas alternativas.
- **Tarea 3: Respuesta al problema.** Cada grupo debe confeccionar un informe en formato digital, que incluya el desarrollo hecho en la experiencia, expresando en forma clara las respuestas a los interrogantes del problema y explicando cuál fue el análisis del grupo para arribar a dichas respuestas.

Etap 3: Evaluación de la AMM. Al finalizar la actividad, cada grupo debe realizar una defensa oral del trabajo desarrollado, usando

como soporte una presentación digital. Se propone una evaluación entre pares, donde cada grupo asigna una nota conceptual al trabajo realizado por el resto de los grupos. De igual manera, los docentes evalúan esta actividad. Finalmente, cada grupo recibe una calificación final por la actividad, conformada en base a las distintas instancias de evaluación realizadas a lo largo del proceso de resolución de la AMM.

Resultados

Se realizó una primera implementación de esta propuesta en el segundo cuatrimestre de 2014, con un curso que inició sus actividades con un total de 30 alumnos, de los cuales completaron la actividad (AMM) 18 de ellos. El desgranamiento observado, puede estar asociado a que, si bien la actividad era de carácter obligatorio, la misma, formaba parte de la última unidad del programa de la materia siendo ésta, la última instancia evaluativa, por lo cual alumnos que ya no llegan a acreditar la materia deciden no realizarla.

La conformación de los grupos, de acuerdo a lo propuesto, estuvo a cargo del equipo docente, teniendo en cuenta que cada grupo estuviera integrado por al menos un alumno de cada carrera, buscando además una conformación heterogénea en cuanto al rendimiento académico. Al finalizar la actividad, los alumnos respondieron un cuestionario donde entre otros puntos, se les consultó su opinión respecto a la conformación de los grupos de trabajo. Aunque el 55% de los alumnos se manifestó conforme con la misma, varios manifestaron que hubiesen preferido desarrollar la actividad con compañeros de la misma carrera o con aquellos que tuvieran mayor afinidad. Así mismo, algunos asociaron la falta de comunicación al interior del equipo de trabajo, a ese desconocimiento entre los integrantes.

En cuanto al uso de los foros, fueron adoptados principalmente para el envío de las actividades de cada etapa; minimizando su uso como forma de comunicación con compañeros de grupo, prefiriendo los encuentros

presenciales para realizar el trabajo. Sin embargo, este espacio si fue utilizado para un mejor seguimiento de la actividad, pues permitió a los docentes realizar una devolución rápida de las entregas intermedias del trabajo, y al grupo poder avanzar con la misma.

Para evaluar los resultados de esta primer experiencia focalizaremos sobre la etapa de presentación oral de los trabajos, que permite evaluar el producto final logrado por los alumnos. Para analizar esta etapa se realizó una observación por dos docentes externos a la cátedra. A través de esta, se pudo apreciar que aunque todos los grupos lograron diseñar y desarrollar una propuesta de solución al problema, solo dos de ellos, mostraron una presentación digital que permitía ver el proceso de resolución. El resto de los grupos, focalizó su exposición en el resultado gráfico obtenido usando GeoGebra; dónde la interpretación del mismo se hizo a pedido de los docentes que estaban evaluando la actividad.

En referencia al uso de los recursos TIC, aunque todos los grupos demostraron el uso del GeoGebra para resolver el problema de PL, una cantidad reducida de grupos, logró armar una presentación digital (tipo PowerPoint) que sintetizará el trabajo realizado. Pareciera que el foco se puso en el proceso de resolución matemática del modelo de PL y no tanto sobre el análisis de las conclusiones.

En cuanto a la evaluación de la actividad nos interesa centrar la atención en la evaluación realizada por los propios alumnos. Al momento de las exposiciones orales se pidió que cada grupo evaluara las presentación de los pares y realizaran a su vez una autoevaluación. En la misma se solicitaba evaluar en escala de 1 (Mal), 2 (Regular), 3 (Bueno), 4 (Muy bueno) y 5 (Excelente) las siguientes cuestiones: Planteo del problema, Resolución y uso del software, Presentación de conclusiones, Claridad y manejo del tiempo, y Calidad de la presentación. Para el análisis se obtiene el promedio general para cada variable. Se realiza además una prueba bilateral de comparación de medias entre la “autoevaluación” y la “evaluación entre pares”

para cada variable, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Evaluación Presentación Oral

Variables	Media Gral	Media Auto-Eval. (n=8)	Media Eval. Pares (n=72)	Dif. de medias	P-valor
Planteo del problema	4,05	4	4,06	-0,06	0,8
Resol. y uso del software	3,95	3,75	3,97	-0,22	0,51
Presentación de conclusiones	3,83	3,88	3,82	0,06	0,82
Claridad y manejo del tiempo	3,81	3,75	3,82	-0,07	0,76
Calidad de la presentación	3,73	3,63	3,74	-0,11	0,72
Participación igualitaria del equipo	3,82	3	3,91	-0,91	0,02

En cuanto a la evaluación de los alumnos, tomando en cuenta el promedio general, se observa que todas las cuestiones fueron valoradas con puntajes próximos a la valoración 4 (Muy bueno). Lo mejor evaluado fue la variable Planteo del problema, con promedio de 4,05. Asimismo lo evaluado con puntaje más bajo fue la variable Calidad de la presentación coincidiendo con la observación de la clase de exposición.

En la comparación de medias, se observa que en la mayoría de las variables consideradas, la de “autoevaluación” fue inferior a la de “evaluación por pares” excepto en Presentación de conclusiones (donde la diferencia es sólo de 0,06 puntos). Esto evidencia que suelen ser más exigentes consigo mismos que con los compañeros a la hora de evaluar. La diferencia entre las medias no es notoria, y resulta estadísticamente significativa (p-valor <0,05) sólo en el caso de

evaluar la Participación igualitaria de los integrantes del grupo. Esto puede estar asociado al hecho de que los miembros del grupo son los que mejor conocen las cuestiones internas de funcionamiento del mismo, y los pares sólo pueden opinar respecto a lo que observaron en las exposiciones orales.

Asimismo se propuso además que asignaran una nota final (entre 1 y 10) como autoevaluación y otra de evaluación de cada grupo de pares. El promedio general fue de 8,57, es decir, en general los alumnos evaluaron satisfactoriamente el desempeño en esta actividad. Nuevamente, es posible observar que la media de “autoevaluación” (8,25 pts) fue inferior a la de “evaluación de pares” (8,60 pts), aunque esta diferencia no resulta estadísticamente significativa.

Un aspecto a destacar sobre la exposición, es que aunque las exposiciones trataban sobre el mismo tema, los alumnos se mantuvieron interesados durante el tiempo que duraron las mismas. Posiblemente el hecho de tener que calificarlas haya contribuido a esta cuestión.

Conclusiones

Esta primera experiencia resultó innovadora en el contexto de su implementación, así como también una oportunidad para el trabajo interdisciplinario, logrando un aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades de análisis y reflexión. Todo esto, bajo un esquema de trabajo en equipo y con las TIC como soporte. Este esquema permite formar a los estudiantes para la vida profesional actual. En relación al uso de las TIC, es posible concluir, que a través de las AMM los alumnos han podido descubrir y apropiarse de recursos tales como un foro, que aunque no están diseñados con un fin matemático a diferencia de GeoGebra, les permitió llevar adelante el proceso de resolución de problemas que se planteaba a través de la AMM. El hecho de que pocos grupos realizaran un presentación digital nos lleva a preguntarnos, si esto se debió a una falta de análisis de los

resultados obtenidos y/o a la dificultad para utilizar la herramienta TIC apropiada. Así resultará importante para futuras implementaciones, conocer el nivel de utilización que presentan los alumnos respecto a los recursos TIC propuestos.

Referencias

1. Ardila, O., Castro A., Pantevis, M., Rodríguez, E., Romero M., Salcedo, H. (2010). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como estrategia de enseñanza-aprendizaje en la educación por ciclos propedéuticos. En Congreso Iberoamericano de Educación. Buenos Aires. Septiembre 2010.
2. Cañadilla, Jose Luis. (2012). Creación de Actividades GeoGebra en Moodle. En XIV Congreso de Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas. Diversidad y Matemáticas. Málaga. Julio 2012. <http://xiv.thalesceam.es/>
3. Castillo, Sandra. (2008). Pedagogical proposal based on constructivism for the optimal use of ICT in the teaching and learning of mathematics. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 11(2), 171-194. Consultado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362008000200002&lng=es&tlng=en
4. Craveri, A. M., Anido, M. (2009). El Aprendizaje De Matemática Con Herramienta Computacional En El Marco De La Teoría De Los Estilos De Aprendizaje. En *Revista Estilos de Aprendizaje*, no3, Vol 2, Abril de 2009.
5. Delgado Cruz, Y., Arza Valdés, L. (2011). El Algebra Lineal en la formación del Ingeniero Informático. *Serie Científica*, 4(1). Consultado de <http://publicaciones.uci.cu/index.php/SC/article/view/339>
6. Farias Deninse, Pérez Javier. (2010). Motivación en la Enseñanza de las Matemáticas y la Administración. En *Revista Formación Universitaria* Vol. 3(6), 33-40 (2010) doi: 10.4067/S0718-50062010000600005
7. García Retana José Ángel. (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. En *Revista Educación* 37(1), 29-42, ISSN: 2215-2644, enero-junio, 2013
8. Iborra Alejandro, Izquierdo Nieves (2010). ¿Cómo afrontar la evaluación del aprendizaje colaborativo?. En *Revista General de Información y Documentación* Vol. 20 (2010) 221-241.
9. Johnson, David W., Johnson, Roger. (1999) *Aprender juntos y solos*. Editorial Aique. Bs. As.
10. López María Victoria, Golobisky, María Fernanda, Mariño Sonia Itatí (2002). Entorno Web para la enseñanza de Método de Programación Lineal. En IV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2002
11. Mac Gaul de Jorge Marcia , López Marcela F., Mac Gaul. Patricia S.(2002). Software Educativo para el Aprendizaje Colaborativo de Geometría. En *Actas del VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación CACIC 2002*.
12. Ortega Díaz, R, Torres Alfonso A. M., Santos Marín N., López Fleites R. (2004). La Modelación Matemática: Su Importancia en la Formación Integral del Ingeniero Agrónomo . En <http://www.quadernsdigitals.net>
13. Pizarro, Rubén A. (2009). Las TICs en la enseñanza de las Matemáticas. Aplicación al Caso de Métodos Numéricos. Tesis de posgrado en Tecnología Informática Aplicada en Educación. Facultad de Informática, UNLP.
14. Reyes, C. M., de Oca Recio, N. M., González, M. L. R., González, I. Y.,

- Ruiz, R. S. (2013). Estudio sobre la comprensión del Álgebra Lineal en los estudiantes de Ciencias Técnicas en la Universidad de Camagüey. *Pedagogía Universitaria*, 17(5).
15. Román, J. y Carbonero, M. (2002). Estrategias de aprendizaje en el área de las matemáticas. Universidad de Valladolid y Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales.
16. Swan, M. (2006). Collaborative Learning in Mathematics. https://intranet.ebc.edu.mx/contenido/faculty/archivos/aprendizaje_colaborativo_130212.pdf
17. Swan, M. (2006). Collaborative Learning in Mathematics: A Challenge to our Beliefs and Practices. London: National Institute for Advanced and Continuing Education (NIACE); National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy (NRDC)
18. Zañartu Correa Luz Maria.(2003). Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de Diálogo Interpersonal y en Red. *Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías*. Año V, Nro 28.
19. Departamento de Educación de Catalunya. <http://www20.gencat.cat/portal/site/ensenyament>
20. Asociación Catalana de GeoGebra. <http://acgeogebra.cat/>
21. Gonzalez Luis.(2012). Una calculadora gráfica para la enseñanza de las matemáticas - Software para la enseñanza de la programación lineal. Consultado de: Observatorio Tecnológico . Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Gobierno de España. <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/home>
22. Moodle GeoGebra. https://moodle.org/plugins/view.php?plugin=mod_geogebra